

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises**

**Réseaux de communication industriels – Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

### About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

### A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

### A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

#### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises**

**Réseaux de communication industriels – Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40; 33.020, 35.240.50

ISBN 978-2-8322-1088-5

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.**  
**Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV



# REDLINE VERSION

## VERSION REDLINE



**Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises**

**Réseaux de communication industriels – Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## CONTENTS

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD .....                                                                                       | 12 |
| INTRODUCTION .....                                                                                   | 14 |
| INTRODUCTION to Amendment 1 .....                                                                    | 18 |
| 1 Scope .....                                                                                        | 19 |
| 2 Normative references .....                                                                         | 19 |
| 3 Terms, definitions, and abbreviated terms .....                                                    | 23 |
| 3.1 Terms and definitions .....                                                                      | 23 |
| 3.2 Abbreviated terms .....                                                                          | 35 |
| 3.3 Conventions for installation profiles .....                                                      | 37 |
| 4 Installation planning .....                                                                        | 37 |
| 4.1 General .....                                                                                    | 37 |
| 4.1.1 Objective .....                                                                                | 37 |
| 4.1.2 Cabling in industrial premises .....                                                           | 37 |
| 4.1.3 The planning process .....                                                                     | 40 |
| 4.1.4 Specific requirements for CPs .....                                                            | 41 |
| 4.1.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 .....          | 41 |
| 4.2 Planning requirements .....                                                                      | 41 |
| 4.2.1 Safety .....                                                                                   | 41 |
| 4.2.2 Security .....                                                                                 | 42 |
| 4.2.3 Environmental considerations and EMC .....                                                     | 42 |
| 4.2.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 .....          | 44 |
| 4.3 Network capabilities .....                                                                       | 44 |
| 4.3.1 Network topology .....                                                                         | 44 |
| 4.3.2 Network characteristics .....                                                                  | 46 |
| 4.4 Selection and use of cabling components .....                                                    | 49 |
| 4.4.1 Cable selection .....                                                                          | 49 |
| 4.4.2 Connecting hardware selection .....                                                            | 53 |
| 4.4.3 Connections within a channel/permanent link .....                                              | 55 |
| 4.4.4 Terminators .....                                                                              | 61 |
| 4.4.5 Device location and connection .....                                                           | 61 |
| 4.4.6 Coding and labelling .....                                                                     | 61 |
| 4.4.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shielded cabling .....                       | 62 |
| 4.4.8 Storage and transportation of cables .....                                                     | 73 |
| 4.4.9 Routing of cables .....                                                                        | 73 |
| 4.4.10 Separation of circuits .....                                                                  | 75 |
| 4.4.11 Mechanical protection of cabling components .....                                             | 76 |
| 4.4.12 Installation in special areas .....                                                           | 77 |
| 4.5 Cabling planning documentation .....                                                             | 77 |
| 4.5.1 Common description .....                                                                       | 77 |
| 4.5.2 Cabling planning documentation for CPs .....                                                   | 77 |
| 4.5.3 Network certification documentation .....                                                      | 78 |
| 4.5.4 Cabling planning documentation for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 ..... | 78 |
| 4.6 Verification of cabling planning specification .....                                             | 78 |

|       |                                                                                       |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5     | Installation implementation .....                                                     | 78  |
| 5.1   | General requirements .....                                                            | 78  |
| 5.1.1 | Common description .....                                                              | 78  |
| 5.1.2 | Installation of CPs .....                                                             | 78  |
| 5.1.3 | Installation of generic cabling in industrial premises .....                          | 78  |
| 5.2   | Cable installation .....                                                              | 78  |
| 5.2.1 | General requirements for all cabling types .....                                      | 78  |
| 5.2.2 | Installation and routing .....                                                        | 84  |
| 5.2.3 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 86  |
| 5.2.4 | Specific requirements for wireless installation .....                                 | 86  |
| 5.2.5 | Specific requirements for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 ..... | 86  |
| 5.3   | Connector installation .....                                                          | 86  |
| 5.3.1 | Common description .....                                                              | 86  |
| 5.3.2 | Shielded connectors .....                                                             | 87  |
| 5.3.3 | Unshielded connectors .....                                                           | 87  |
| 5.3.4 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 87  |
| 5.3.5 | Specific requirements for wireless installation .....                                 | 87  |
| 5.3.6 | Specific requirements for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 ..... | 87  |
| 5.4   | Terminator installation .....                                                         | 88  |
| 5.4.1 | Common description .....                                                              | 88  |
| 5.4.2 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 88  |
| 5.5   | Device installation .....                                                             | 88  |
| 5.5.1 | Common description .....                                                              | 88  |
| 5.5.2 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 88  |
| 5.6   | Coding and labelling .....                                                            | 88  |
| 5.6.1 | Common description .....                                                              | 88  |
| 5.6.2 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 88  |
| 5.7   | Earthing and bonding of equipment and devices and shield cabling .....                | 88  |
| 5.7.1 | Common description .....                                                              | 88  |
| 5.7.2 | Bonding and earthing of enclosures and pathways .....                                 | 89  |
| 5.7.3 | Earthing methods .....                                                                | 91  |
| 5.7.4 | Shield earthing methods .....                                                         | 93  |
| 5.7.5 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 95  |
| 5.7.6 | Specific requirements for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 ..... | 95  |
| 5.8   | As-implemented cabling documentation .....                                            | 96  |
| 6     | Installation verification and installation acceptance test .....                      | 96  |
| 6.1   | General .....                                                                         | 96  |
| 6.2   | Installation verification .....                                                       | 96  |
| 6.2.1 | General .....                                                                         | 96  |
| 6.2.2 | Verification according to cabling planning documentation .....                        | 97  |
| 6.2.3 | Verification of earthing and bonding .....                                            | 98  |
| 6.2.4 | Verification of shield earthing .....                                                 | 99  |
| 6.2.5 | Verification of cabling system .....                                                  | 100 |
| 6.2.6 | Cable selection verification .....                                                    | 100 |
| 6.2.7 | Connector verification .....                                                          | 100 |
| 6.2.8 | Connection verification .....                                                         | 101 |

|                       |                                                                 |     |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 6.2.9                 | Terminator verification .....                                   | 103 |
| 6.2.10                | Coding and labelling verification .....                         | 103 |
| 6.2.11                | Verification report .....                                       | 103 |
| 6.3                   | Installation acceptance test.....                               | 103 |
| 6.3.1                 | General .....                                                   | 103 |
| 6.3.2                 | Acceptance test of Ethernet-based cabling .....                 | 105 |
| 6.3.3                 | Acceptance test of non-Ethernet-based cabling .....             | 108 |
| 6.3.4                 | Specific requirements for wireless installation.....            | 108 |
| 6.3.5                 | Acceptance test report.....                                     | 109 |
| 7                     | Installation administration .....                               | 109 |
| 7.1                   | General.....                                                    | 109 |
| 7.2                   | Fields covered by the administration .....                      | 109 |
| 7.3                   | Basic principles for the administration system .....            | 109 |
| 7.4                   | Working procedures .....                                        | 110 |
| 7.5                   | Device location labelling .....                                 | 110 |
| 7.6                   | Component cabling labelling .....                               | 110 |
| 7.7                   | Documentation.....                                              | 111 |
| 7.8                   | Specific requirements for administration .....                  | 112 |
| 8                     | Installation maintenance and installation troubleshooting.....  | 112 |
| 8.1                   | General.....                                                    | 112 |
| 8.2                   | Maintenance .....                                               | 112 |
| 8.2.1                 | Scheduled maintenance.....                                      | 112 |
| 8.2.2                 | Condition-based maintenance.....                                | 114 |
| 8.2.3                 | Corrective maintenance .....                                    | 115 |
| 8.3                   | Troubleshooting .....                                           | 115 |
| 8.3.1                 | General description .....                                       | 115 |
| 8.3.2                 | Evaluation of the problem .....                                 | 115 |
| 8.3.3                 | Typical problems .....                                          | 116 |
| 8.3.4                 | Troubleshooting procedure .....                                 | 118 |
| 8.3.5                 | Simplified troubleshooting procedure .....                      | 119 |
| 8.4                   | Specific requirements for maintenance and troubleshooting ..... | 120 |
| Annex A (informative) | Overview of generic cabling for industrial premises .....       | 121 |
| Annex B (informative) | MICE description methodology .....                              | 122 |
| B.1                   | General.....                                                    | 122 |
| B.2                   | Overview of MICE .....                                          | 122 |
| B.3                   | Examples of use of the MICE concept.....                        | 123 |
| B.3.1                 | Common description .....                                        | 123 |
| B.3.2                 | Examples of mitigation.....                                     | 123 |
| B.4                   | Determining E classification .....                              | 125 |
| B.5                   | The MICE table .....                                            | 128 |
| B.6                   | Communication devices and cabling considerations .....          | 129 |
| B.6.1                 | General .....                                                   | 129 |
| B.6.2                 | Device types.....                                               | 130 |
| B.6.3                 | EMI resistance needed for E3 industrial applications .....      | 131 |
| Annex C (informative) | Network topologies.....                                         | 132 |
| C.1                   | Common description .....                                        | 132 |
| C.2                   | Total cable demand .....                                        | 132 |
| C.3                   | Maximum cable segment length .....                              | 132 |

|                       |                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| C.4                   | Maximum network length .....                                                                                                                      | 132 |
| C.5                   | Fault tolerance .....                                                                                                                             | 132 |
| C.5.1                 | General .....                                                                                                                                     | 132 |
| C.5.2                 | Use of redundancy .....                                                                                                                           | 132 |
| C.5.3                 | Failure analysis for networks with redundancy .....                                                                                               | 132 |
| C.6                   | Network access for diagnosis convenience .....                                                                                                    | 133 |
| C.7                   | Maintainability and on-line additions .....                                                                                                       | 133 |
| Annex D (informative) | Connector tables .....                                                                                                                            | 134 |
| Annex E (informative) | Power networks with respect to electromagnetic interference – TN-C and TN-S approaches .....                                                      | 148 |
| Annex F (informative) | Conductor sizes in electrical cables .....                                                                                                        | 150 |
| Annex G (informative) | Installed cabling verification checklists .....                                                                                                   | 151 |
| G.1                   | General .....                                                                                                                                     | 151 |
| G.2                   | Copper cabling verification checklist .....                                                                                                       | 151 |
| G.3                   | Optical fibre cabling verification checklist .....                                                                                                | 154 |
| Annex H (normative)   | Cord sets .....                                                                                                                                   | 156 |
| H.1                   | General .....                                                                                                                                     | 156 |
| H.2                   | Constructing cord sets .....                                                                                                                      | 156 |
| H.2.1                 | Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors .....                                                                                   | 156 |
| H.2.2                 | Crossover cord sets with M12-4 D-coding connectors .....                                                                                          | 157 |
| H.2.3                 | Straight through cord sets with 8-way modular connectors .....                                                                                    | 157 |
| H.2.4                 | Crossover cord sets with 8-way modular connectors .....                                                                                           | 158 |
| H.2.5                 | Straight conversion from one connector family to another .....                                                                                    | 159 |
| H.2.6                 | Crossover conversion from one connector family to another .....                                                                                   | 159 |
| H.2.7                 | Assignment of PMA signal to MDI and MDI-X in outs .....                                                                                           | 160 |
| H.2.8                 | Signal and pin assignment for MDI and TIA568A .....                                                                                               | 161 |
| H.2.9                 | Signal and pin assignment for MDIX and TIA568B .....                                                                                              | 161 |
| H.2.10                | Signal and pin assignment for MDIX and TIA568A .....                                                                                              | 162 |
| H.2.11                | Straight through cord set with IEC 63171-6 connectors .....                                                                                       | 162 |
| Annex I (informative) | Guidance for terminating cable ends .....                                                                                                         | 163 |
| I.1                   | General .....                                                                                                                                     | 163 |
| I.2                   | Guidance for terminating shielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs .....                                                           | 163 |
| I.3                   | Guidance for terminating unshielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs .....                                                         | 165 |
| I.4                   | Guidance for M12-4 D-coding connector installation .....                                                                                          | 166 |
| I.5                   | Guidance for terminating optical fibre cable ends .....                                                                                           | 169 |
| Annex J (informative) | Recommendations for bulkhead connection performance and channel performance with more than 4 connections in <del>the</del> a 4-pair channel ..... | 170 |
| J.1                   | General .....                                                                                                                                     | 170 |
| J.2                   | Recommendations .....                                                                                                                             | 170 |
| Annex K (informative) | Fieldbus data transfer testing .....                                                                                                              | 171 |
| K.1                   | Background .....                                                                                                                                  | 171 |
| K.2                   | Allowable error rates for control systems .....                                                                                                   | 171 |
| K.2.1                 | Bit errors .....                                                                                                                                  | 171 |
| K.2.2                 | Burst errors .....                                                                                                                                | 171 |
| K.3                   | Testing channel performance .....                                                                                                                 | 172 |
| K.4                   | Testing cable parameters .....                                                                                                                    | 172 |
| K.4.1                 | General .....                                                                                                                                     | 172 |

|                       |                                                                                                                         |     |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| K.4.2                 | Generic <del>cable</del> cabling testing.....                                                                           | 172 |
| K.4.3                 | Fieldbus <del>cable</del> cabling testing.....                                                                          | 172 |
| K.5                   | Testing fieldbus data rate performance .....                                                                            | 173 |
| K.5.1                 | General .....                                                                                                           | 173 |
| K.5.2                 | Fieldbus test.....                                                                                                      | 173 |
| K.5.3                 | Planning for fieldbus data rate testing.....                                                                            | 173 |
| K.5.4                 | Fieldbus data rate test reporting template.....                                                                         | 174 |
| K.5.5                 | Values for acceptable fieldbus performance.....                                                                         | 174 |
| Annex L (informative) | Communication network installation work responsibility .....                                                            | 175 |
| L.1                   | General.....                                                                                                            | 175 |
| L.2                   | Installation work responsibility .....                                                                                  | 175 |
| L.3                   | Installation work responsibility table.....                                                                             | 175 |
| Annex M (informative) | Trade names of communication profiles .....                                                                             | 176 |
| Annex N (informative) | Validation measurements .....                                                                                           | 179 |
| N.1                   | General.....                                                                                                            | 179 |
| N.2                   | DCR measurements.....                                                                                                   | 179 |
| N.2.1                 | Purpose of test .....                                                                                                   | 179 |
| N.2.2                 | Assumptions .....                                                                                                       | 179 |
| N.2.3                 | Measurements .....                                                                                                      | 179 |
| N.2.4                 | Calculations.....                                                                                                       | 181 |
| N.2.5                 | Measurement results .....                                                                                               | 181 |
| Annex O (informative) | End-to-end link .....                                                                                                   | 185 |
| O.1                   | General.....                                                                                                            | 185 |
| O.2                   | End-to-end link .....                                                                                                   | 185 |
| O.3                   | E2E link normative description.....                                                                                     | 186 |
| O.4                   | E2E link measurement .....                                                                                              | 188 |
| Annex P (normative)   | Temperature rise of cabling with remote powering.....                                                                   | 189 |
| P.1                   | General.....                                                                                                            | 189 |
| P.2                   | Scope .....                                                                                                             | 189 |
| P.3                   | Temperature de-rating calculation.....                                                                                  | 189 |
| Annex Q (normative)   | Additional requirements for the installation of Ethernet-based<br>balanced 1-pair networks in industrial premises ..... | 191 |
| Q.1                   | Overview.....                                                                                                           | 191 |
| Q.2                   | Installation planning.....                                                                                              | 191 |
| Q.2.1                 | General .....                                                                                                           | 191 |
| Q.2.2                 | Basic balanced 1-pair network characteristics.....                                                                      | 191 |
| Q.2.3                 | Balanced 1-pair cables .....                                                                                            | 192 |
| Q.2.4                 | Balanced 1-pair connecting hardware .....                                                                               | 192 |
| Q.2.5                 | Balanced 1-pair cabling channels .....                                                                                  | 194 |
| Q.2.6                 | Remote powering.....                                                                                                    | 195 |
| Q.2.7                 | Reuse of legacy cabling.....                                                                                            | 195 |
| Q.3                   | Installation implementation.....                                                                                        | 196 |
| Q.3.1                 | General .....                                                                                                           | 196 |
| Q.3.2                 | Additional installation implementation .....                                                                            | 196 |
| Q.4                   | Installation verification and installation acceptance test .....                                                        | 196 |
| Q.4.1                 | General .....                                                                                                           | 196 |
| Q.4.2                 | Additional installation verification and acceptance test.....                                                           | 196 |
| Bibliography          | .....                                                                                                                   | 197 |

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 – Industrial network installation life cycle .....                                               | 15 |
| Figure 2 – Standards relationships .....                                                                  | 17 |
| Figure 3 – Automation island cabling attached to elements of generic cabling .....                        | 38 |
| Figure 4 – Automation islands .....                                                                       | 39 |
| Figure 5 – Automation island network external connections .....                                           | 40 |
| Figure 6 – How to meet environmental conditions .....                                                     | 43 |
| Figure 7 – How enhancement, isolation and separation work together .....                                  | 44 |
| Figure 8 – Basic physical topologies for passive networks .....                                           | 45 |
| Figure 9 – Basic physical topologies for active networks .....                                            | 45 |
| Figure 10 – Example of combination of basic topologies .....                                              | 45 |
| Figure 11 – Basic reference implementation model .....                                                    | 56 |
| Figure 12 – Enhanced reference implementation model .....                                                 | 57 |
| Figure 13 – Equalisation and earthing conductor cross-sectional versus maximum length .....               | 64 |
| Figure 14 – Selection of the earthing and bonding systems .....                                           | 65 |
| Figure 15 – Placement of equalisation conductors .....                                                    | 67 |
| Figure 16 – Impedance of the earthing conductors and equalisation conductors versus noise frequency ..... | 68 |
| Figure 17 – Wiring for bonding and earthing in <del>an equipotential</del> a mesh configuration .....     | 69 |
| Figure 18 – Wiring of the earths in a star earthing configuration .....                                   | 70 |
| Figure 19 – Schematic diagram of a field device with direct earthing .....                                | 71 |
| Figure 20 – Schematic diagram of a field device with parallel RC circuit earthing .....                   | 71 |
| Figure 21 – Insert edge protector .....                                                                   | 80 |
| Figure 22 – Use an uncoiling device and avoid forming loop .....                                          | 81 |
| Figure 23 – Avoid torsion .....                                                                           | 81 |
| Figure 24 – Maintain minimum bending radius .....                                                         | 82 |
| Figure 25 – Do not pull by the individual wires .....                                                     | 82 |
| Figure 26 – Use cable clamps with a large (wide) surface .....                                            | 82 |
| Figure 27 – Cable gland with bending protection .....                                                     | 83 |
| Figure 28 – Spiral tube .....                                                                             | 83 |
| Figure 29 – Separate cable pathways .....                                                                 | 86 |
| Figure 30 – Impedance of the earthing circuit as a function of distance from the metallic pathway .....   | 89 |
| Figure 31 – Use of flexible bonding straps at movable metallic pathways .....                             | 90 |
| Figure 32 – Surface preparation for earthing and bonding electromechanical connections .....              | 91 |
| Figure 33 – Example of isolated bus bar .....                                                             | 92 |
| Figure 34 – Example of isolator for mounting DIN rails .....                                              | 93 |
| Figure 35 – Parallel RC shield earthing .....                                                             | 93 |
| Figure 36 – Direct shield earthing .....                                                                  | 94 |
| Figure 37 – Examples for shielding application .....                                                      | 94 |
| Figure 38 – Voltage offset mitigation .....                                                               | 95 |
| Figure 39 – First example of derivatives of shield earthing .....                                         | 95 |
| Figure 40 – Second example of derivatives of shield earthing .....                                        | 95 |



|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 41 – Installation verification process .....                                                                                                                | 98  |
| Figure 42 – Test of earthing connections .....                                                                                                                     | 99  |
| Figure 43 – Pin and pair grouping assignments for two eight position IEC 60603-7<br>subparts and four position IEC 60603 series to IEC 61076-2-101 connectors..... | 102 |
| Figure 44 – Two pair 8-way modular connector .....                                                                                                                 | 102 |
| Figure 45 – Transposed pairs, split pairs and reversed pair .....                                                                                                  | 102 |
| Figure 46 – Validation process.....                                                                                                                                | 104 |
| Figure 47 – Schematic representation of the channel.....                                                                                                           | 105 |
| Figure 48 – Schematic representation of the permanent link .....                                                                                                   | 105 |
| Figure 49 – Schematic representation of an E2E link .....                                                                                                          | 106 |
| Figure 50 – Communication network maintenance .....                                                                                                                | 114 |
| Figure 51 – Troubleshooting procedure.....                                                                                                                         | 119 |
| Figure 52 – Fault detection without special tools .....                                                                                                            | 120 |
| Figure B.1 – MICE classifications.....                                                                                                                             | 122 |
| Figure B.2 – Example MICE classifications within a facility .....                                                                                                  | 123 |
| Figure B.3 – Enhancement, isolation and separation.....                                                                                                            | 123 |
| Figure B.4 – Example 1 of mitigation.....                                                                                                                          | 124 |
| Figure B.5 – Example 2 of mitigation.....                                                                                                                          | 125 |
| Figure B.6 – Frequency range of electromagnetic disturbance from common industrial<br>devices .....                                                                | 125 |
| Figure B.7 – Example of a general guidance for separation versus EFT value.....                                                                                    | 127 |
| Figure B.8 – Communication device interface with limited EMI immunity .....                                                                                        | 130 |
| Figure B.9 – Communication device interfaces with medium EMI immunity .....                                                                                        | 130 |
| Figure B.10 – Communication device interface with the highest EMI immunity (type 2) .....                                                                          | 131 |
| Figure E.1 – Four-wire power network (TN-C).....                                                                                                                   | 148 |
| Figure E.2 – Five wire power network (TN-S).....                                                                                                                   | 149 |
| Figure H.1 – Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors.....                                                                                        | 156 |
| Figure H.2 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 8 poles .....                                                                               | 157 |
| Figure H.3 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 4 poles .....                                                                               | 158 |
| Figure H.4 – M12-8 X-coding connector .....                                                                                                                        | 160 |
| Figure I.1 – Stripping the cable jacket.....                                                                                                                       | 163 |
| Figure I.2 – Example of wire preparation for type A cables.....                                                                                                    | 164 |
| Figure I.3 – 8-way modular plug.....                                                                                                                               | 164 |
| Figure I.4 – Inserting the cable into the connector body .....                                                                                                     | 165 |
| Figure I.5 – Crimping the connector .....                                                                                                                          | 165 |
| Figure I.6 – Example of a cable preparation for type A wiring.....                                                                                                 | 166 |
| Figure I.7 – Connector components .....                                                                                                                            | 167 |
| Figure I.8 – Cable preparation .....                                                                                                                               | 167 |
| Figure I.9 – Connector wire gland, nut and shell on the cable .....                                                                                                | 167 |
| Figure I.10 – Conductors preparation.....                                                                                                                          | 167 |
| Figure I.11 – Jacket removal.....                                                                                                                                  | 168 |
| Figure I.12 – Shield preparation.....                                                                                                                              | 168 |
| Figure I.13 – Conductors preparation.....                                                                                                                          | 168 |
| Figure I.14 – Installing conductors in connector .....                                                                                                             | 168 |



|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure I.15 – Assembling the body of the connector .....                                  | 169 |
| Figure I.16 – Final assembling .....                                                      | 169 |
| Figure N.1 – Loop resistance measurement wire to wire .....                               | 180 |
| Figure N.2 – Loop resistance measurement wire 1 to shield .....                           | 180 |
| Figure N.3 – Loop resistance measurement wire 2 to shield .....                           | 180 |
| Figure N.4 – Resistance measurement for detecting wire shorts .....                       | 180 |
| Figure N.5 – Resistance measurement between wire 1 and wire 2 .....                       | 181 |
| Figure N.6 – Validation of the cable DCR .....                                            | 182 |
| Figure N.7 – Conclusions for cable open or shorts .....                                   | 183 |
| Figure N.8 – Determination of proper cable terminator value .....                         | 184 |
| Figure O.1 – Channel according to ISO/IEC 11801 .....                                     | 185 |
| Figure O.2 – End-to-end link .....                                                        | 186 |
| Figure O.3 – One segment, two Connection E2E link .....                                   | 186 |
| Figure O.4 – Two Segment, three Connection E2E link .....                                 | 186 |
| Figure O.5 – Three Segment, one Connection bulkheads, four Connection E2E link .....      | 187 |
| Figure O.6 – Three Segment, two Connection, six Connection E2E link .....                 | 187 |
| Figure O.7 – Three Segment, four Connection E2E link .....                                | 187 |
| Figure O.8 – Four Segment, five Connection E2E link .....                                 | 187 |
| Figure O.9 – Five Segment, six Connection E2E link .....                                  | 187 |
| Figure Q.1 – Balanced 1-pair network .....                                                | 191 |
| Figure Q.2 – IP65/IP67 IEC 63171-6 connectors .....                                       | 193 |
| Figure Q.3 – Mating parts of the IEC 63171-6 connectors .....                             | 193 |
| Figure Q.4 – Balanced 1-pair channel model with 40 m max length .....                     | 194 |
| Figure Q.5 – Balanced 1-pair channel model with 1 000 m max length .....                  | 194 |
| Figure Q.6 – Additional mitigation for remote powering over balanced 1-pair network ..... | 195 |
| Figure Q.7 – Balanced 1-pair wire mapping .....                                           | 196 |
| Table 1 – Basic network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet .....  | 47  |
| Table 2 – Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet .....            | 47  |
| Table 3 – Network characteristics for optical fibre cabling .....                         | 48  |
| Table 4 – Information relevant to copper cable: fixed cables .....                        | 50  |
| Table 5 – Information relevant to copper cable: cords .....                               | 50  |
| Table 6 – Information relevant to optical fibre cables .....                              | 51  |
| Table 7 – Connectors for balanced cabling CPs based on Ethernet .....                     | 53  |
| Table 8 – Connectors for copper cabling CPs not based on Ethernet .....                   | 54  |
| Table 9 – Optical fibre connecting hardware .....                                         | 54  |
| Table 10 – Relationship between FOC and fibre types (CP x/y) .....                        | 54  |
| Table 11 – Basic reference implementation formulas .....                                  | 56  |
| Table 12 – Enhanced reference implementation formulas .....                               | 58  |
| Table 13 – Correction factor Z for operating temperature above 20 °C .....                | 58  |
| Table 14 – Equalisation and earthing conductor sizing and length .....                    | 66  |
| Table 15 – Bonding straps cross-section .....                                             | 66  |
| Table 16 – Bonding plates surface protection .....                                        | 66  |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Table 17 – Cable circuit types and minimum distances .....                                                   | 76  |
| Table 18 – Parameters for balanced cables .....                                                              | 79  |
| Table 19 – Parameters for silica optical fibre cables .....                                                  | 79  |
| Table 20 – Parameters for POF optical fibre cables .....                                                     | 79  |
| Table 21 – Parameters for hard clad silica optical fibre cables .....                                        | 80  |
| Table 22 – Typical problems in a network with balanced cabling .....                                         | 117 |
| Table 23 – Typical problems in a network with optical fibre cabling .....                                    | 117 |
| Table B.1 – Example 1 of targeted MICE area .....                                                            | 124 |
| Table B.2 – Example 2 of targeted MICE area .....                                                            | 124 |
| Table B.3 – Relationship between electromagnetic disturbance-generating devices and “E” classification ..... | 126 |
| Table B.4 – Coupling mechanism for some interfering devices .....                                            | 127 |
| Table B.5 – MICE definition .....                                                                            | 128 |
| Table B.6 – EMI resistance of industrial applications .....                                                  | 131 |
| Table D.1 – Conventions for colour code used in the connector table .....                                    | 134 |
| Table D.2 – Pin/pair assignment and colour scheme .....                                                      | 136 |
| Table D.3 – 8-way modular connector .....                                                                    | 136 |
| Table D.4 – M12-4 A-coding connector .....                                                                   | 138 |
| Table D.5 – M12-4 D-coding connector .....                                                                   | 139 |
| Table D.6 – M12-5 A-coding connector .....                                                                   | 140 |
| Table D.7 – M12-5 B-coding connector .....                                                                   | 141 |
| Table D.8 – SubD connector .....                                                                             | 142 |
| Table D.9 – 7/8-16 UN-2B THD / M18 connector .....                                                           | 143 |
| Table D.10 – Open style connector .....                                                                      | 144 |
| Table D.11 – M12-8 X-coding connector .....                                                                  | 145 |
| Table D.12 – BNC connector .....                                                                             | 146 |
| Table D.13 – TNC connector .....                                                                             | 147 |
| Table F.1 – American wire gauge system and kcmil .....                                                       | 150 |
| Table G.1 – Copper cabling verification checklist .....                                                      | 152 |
| Table G.2 – Earthing and bonding measurements checklist .....                                                | 153 |
| Table G.3 – Signatures for Table G.1 and Table G.2 checklists .....                                          | 153 |
| Table G.4 – Checklist for special checks for non-Ethernet base CPs .....                                     | 154 |
| Table G.5 – Signatures for Table G.4 checklist .....                                                         | 154 |
| Table G.6 – Optical fibre cabling verification checklist .....                                               | 155 |
| Table G.7 – Signatures for Table G.6 checklist .....                                                         | 155 |
| Table H.1 – M12-4 D-coding pin/pair assignment .....                                                         | 157 |
| Table H.2 – M12-4 D-coding to M12-4 D-coding crossover pin/pair assignment .....                             | 157 |
| Table H.3 – 8-way modular pin/pair assignment .....                                                          | 158 |
| Table H.4 – 8-way modular crossover pin/pair assignment .....                                                | 159 |
| Table H.5 – Connectivity pin assignment .....                                                                | 159 |
| Table H.6 – M12-4 to 8-way modular crossover pin pair assignment .....                                       | 160 |
| Table H.7 – Assignment of PMA signal to MDI and MDI-X pin outs .....                                         | 160 |
| Table H.8 – Signal and pin/pair assignment for MDI and TIA 568B .....                                        | 161 |

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Table H.9 – Signal and pin/pair assignment for MDI and T568A .....                   | 161 |
| Table H.10 – Signal and pin/pair assignment for MDIX and T568B .....                 | 162 |
| Table H.11 – Signal and pin/pair assignment for MDIX and T568A .....                 | 162 |
| Table J.1 – Transmission requirements for more than 4 connections in a channel ..... | 170 |
| Table M.1 – Trade names of CPFs and CPs .....                                        | 176 |
| Table P.1 – Parameters used to calculate the temperature derating .....              | 190 |
| Table Q.1 – Basic balanced 1-pair network characteristics .....                      | 192 |
| Table Q.2 – IEC 63171-6 colour code and signal assignment .....                      | 193 |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –

## Installation of communication networks in industrial premises

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

**This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.**

**IEC 61918 edition 4.1 contains the fourth edition (2018-09) [documents 65C/928/FDIS and 65C/933/RVD] and its amendment 1 (2022-03) [documents 65C/1141/FDIS and 65C/1162/RVD].**

**In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.**

International Standard IEC 61918 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This fourth edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) the reference to ISO/IEC 24702 has been replaced with reference to the new ISO/IEC 11801-3; this affects Table 2;
- b) some terms and abbreviated terms have been modified in Clause 3;
- c) Subclauses 4.1.2, 4.4.2.5, 4.4.3.4.1 and 5.7 have been updated;
- d) Figure 2 and Figure 3 have been updated; Figure 13, Figure 16, Figure 30 and Figure 49 have been added;
- e) Table 7 has been updated;
- f) Annex D and Annex M have been extended to cover additional communication profile families; Annex H has been extended to cover the M12-8 X-coding connector use;
- g) Annex O has been modified by including references to the new edition of the ISO/IEC 11801 series, ISO/IEC TR 11801-9902 and ISO/IEC 14763-4;
- h) Annex P has been added.

This standard is to be used in conjunction with the IEC 61784-5 series with regard to the installation of communication profiles (CPs).

Those standards of the IEC 61784-5 series which are still specified for use in conjunction with IEC 61918:2013 can also be used in conjunction with this edition, provided that the user takes into account the fact that the reference to ISO/IEC 24702 has been replaced with a reference to ISO/IEC 11801-3:2017.

NOTE This solution applies for the installation profiles that are affected only by this modified reference.

This standard is referenced by ISO/IEC 14763-2, which covers installation of generic cabling outside the automation islands in industrial premises.

This standard was developed in cooperation with ISO/IEC JTC1/SC25 which is responsible for the ISO/IEC 11801 series.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

## INTRODUCTION

Process and factory automation rely increasingly on communication networks and fieldbuses that are inherently designed to cope with the specific environmental conditions of the industrial premises. The networks and fieldbuses provide for an effective integration of applications among the several functional units of the plant/factory. One of the benefits of integrating field-generated data with higher-level management systems is to reduce production costs. At the same time, integrated data helps to maintain or even increase the quantity and quality of production. A correct network installation is an important prerequisite for communications availability, reliability, and performance. This requires proper consideration of safety and security conditions and environmental aspects such as mechanical, liquid, particulate, climatic, chemicals and electromagnetic interference.

The specifications of these communication networks are provided in the following documents.

ISO/IEC 11801-3 specifies design of generic telecommunications infrastructures within industrial premises and provides the foundations for some of the transmission performance specifications of this document. ISO/IEC 11801-3 specifies only the raw bandwidth capability of a channel; it does not specify useful data transfer rate for a specific network using that channel or expected errors after taking account of interference during the communication process, as is needed for industrial automation.

The IEC 61158 fieldbus standard and IEC 62026-3 and their companion standard IEC 61784-1 and IEC 61784-2 jointly specify several Communication Profiles (CPs) suitable for industrial automation. These CPs specify a raw bandwidth capability and in addition, they specify bit modulation and encoding rules for their fieldbus. Some profiles also specify target levels for useful data transfer rate, and maximum values for errors caused by interference during the communication process.

This document provides a common point of reference for the installation of the media of most used industrial communication networks for most industrial sites.

This document provides a consistent set of installation rules for industrial automation islands where control applications reside. In addition, it offers support for the definition and installation of the interfaces between automation island networks and generic cabling.

One of the problems it seeks to solve is the situation created when different parts of a large automation site are provided by suppliers that use non-homogeneous installation guidelines having different structures and contents. This lack of consistency greatly increases the potential for errors and mismatch situations liable to compromise the communication system.

This document was developed by harmonising the approaches of several user groups and industrial consortia.

The document covers the life cycle of an installation in the following clauses (see the map of the document in Figure 1):

- Clause 4: Installation planning;
- Clause 5: Installation implementation;
- Clause 6: Installation verification and acceptance test;
- Clause 7: Installation administration;
- Clause 8: Installation maintenance and installation troubleshooting.

The methods described in these clauses are written in such a way as to provide installation guidance for a wide range of technician skills.

## IEC 61918 Installation lifecycle

V2.0 /REL

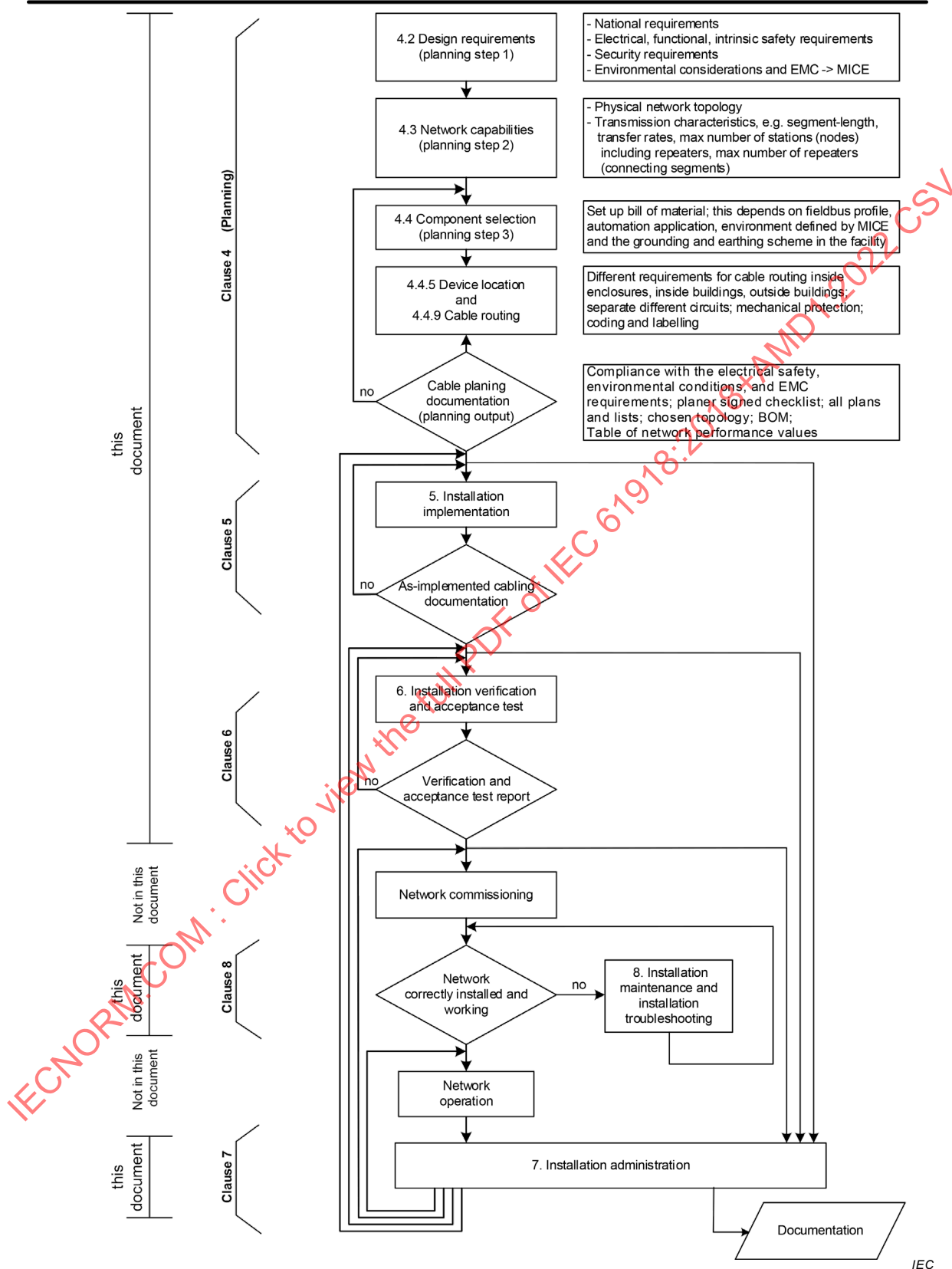


Figure 1 – Industrial network installation life cycle

The installation of a communication system is supported by this document used in conjunction with the relevant installation profile. The installation profile establishes the technology-specific

requirements in terms of which requirements apply as they are in this document, or which have been extended, modified, or replaced.

For the fieldbuses that are defined in the IEC 61784 (all parts) as communication profiles (CPs) of the communication profile families (CPF), the installation is specified in the installation profiles that are available in the IEC 61784-5-n documents, where n is the CPF number.

IEC 61158-1 describes the relationship between the fieldbus and the CPs and the relevant installation profiles (see Figure 2).

Those documents of IEC 61784-5 (all parts) that are still specified for use in conjunction with IEC 61918:2013 can also be used in conjunction with this edition 2018, provided that the user takes into account the fact that the reference to ISO/IEC 24702 has been replaced with a reference to ISO/IEC 11801-3:2017.

NOTE This solution applies for the Installation profiles that are affected only by this modified reference

For the installation of generic cabling in industrial premises, IEC 61918 is referenced to by ISO/IEC 14763-2 (see Figure 2).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV



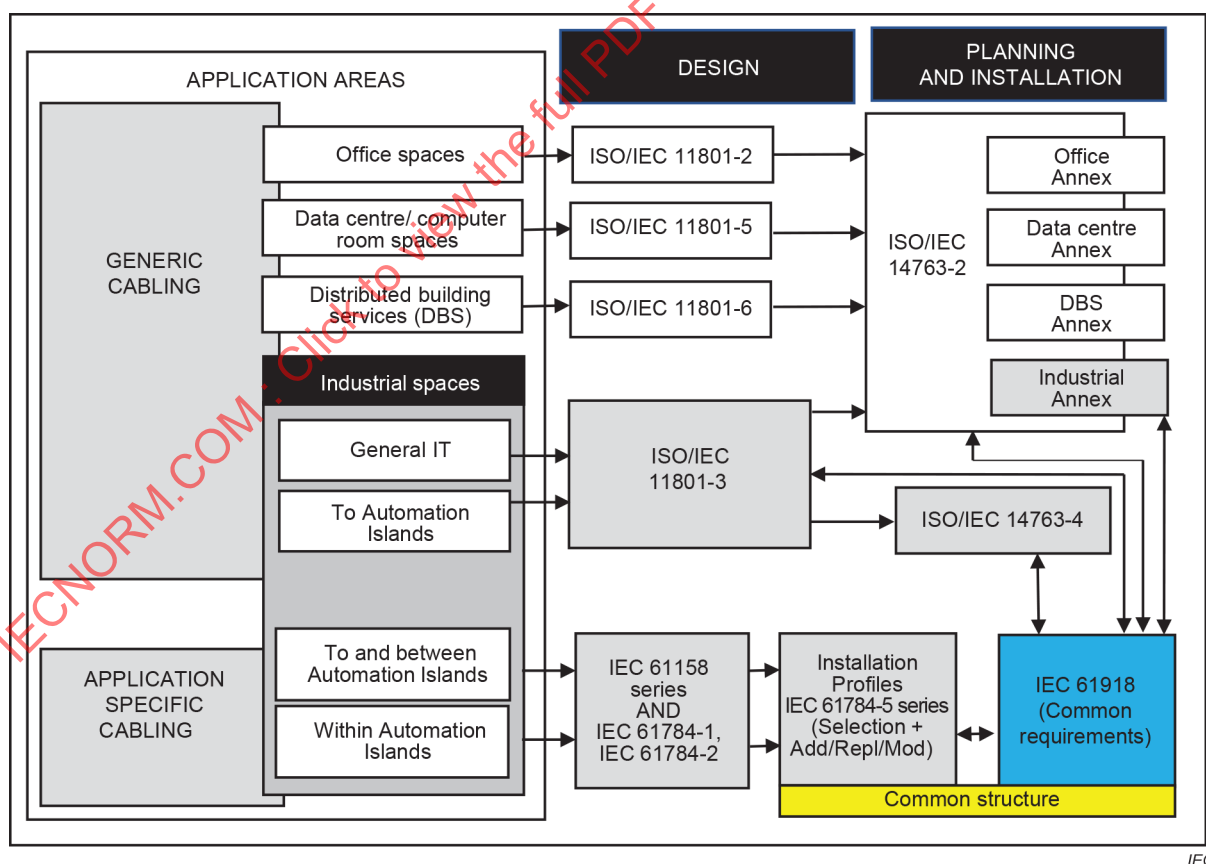
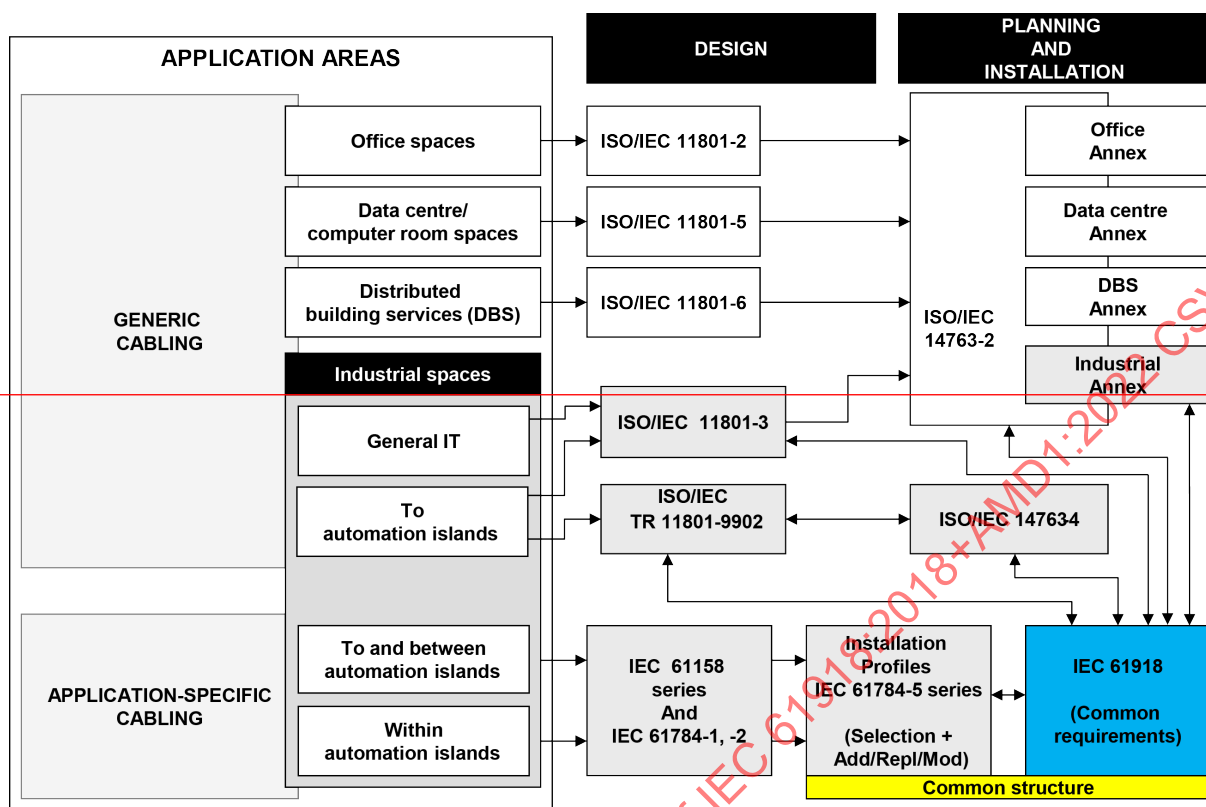


**Figure 2 – Standards relationships**

One of the advantages of this structure is that the users of a network know which installation requirements are common to most networks and which are specific to a particular network.

Every single plant/factory has its own installation needs in accordance with the specific critical conditions that apply to the specific application. This document and its companion standards described above provide a set of mandatory installation requirements ("shalls") and a number of recommendations ("shoulds"). It is up to the owner of the specific industrial enterprise to explicitly request that the cabling installation be implemented in accordance with these standards and to list all recommendations that shall be considered as mandatory requirements for the specific case.

## INTRODUCTION to Amendment 1

This Amendment 1 describes the installation in the critical environment of industrial premises of balanced 1-pair networks that use cabling in connection with Ethernet specified in 1000BASE-T1 type A, which allows bidirectional signal transmission at 1 000 Mbit/s up to 15 m, 1000BASE-T1 type B for 1 000 Mbit/s up to 40 m, 100BASE-T1 for 100 Mbit/s up to 15 m, 10BASE-T1S for 10 Mbit/s up to 15 m, 10BASE-T1L for 10 Mbit/s up to 1 000 m.

These balanced 1-pair networks use the industrial versions of 1 000 Mbit/s and 100 Mbit/s ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, and 10 Mbit/s IEEE Std 802.3cg networks.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –

### Installation of communication networks in industrial premises

#### 1 Scope

This document specifies basic requirements for the installation of media for communication networks within and between the automation islands, of industrial sites. This document covers balanced and optical fibre cabling. It also covers the cabling infrastructure for wireless media, but not the wireless media itself. Additional media are covered in IEC 61784-5 (all parts).

This document is a companion standard to the communication networks of the industrial automation islands and especially to the communication networks specified in IEC 61158 (all parts) and IEC 61784 (all parts).

In addition, this document covers the connection between the generic telecommunications cabling specified in ISO/IEC 11801-3 and the specific communication cabling of an automation island, where an automation outlet (AO) replaces the telecommunication outlet (TO) of ISO/IEC 11801-3.

NOTE If the interface used at the AO does not conform to that specified for the TO of ISO/IEC 11801-3, the cabling no longer conforms to ISO/IEC 11801-3 although certain features, including performance, of generic cabling may be retained.

This document provides guidelines that cope with the critical aspects of the industrial automation area (safety, security and environmental aspects such as mechanical, liquid, particulate, climatic, chemicals and electromagnetic interference).

This document does not recognise implementations of power distribution with or through Ethernet balanced cabling systems.

This document deals with the roles of planner, installer, verifier, and acceptance test personnel, administration and maintenance personnel and specifies the relevant responsibilities and/or gives guidance.

#### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-44, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60364-5-54, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 60512-29-100, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 29-100: Signal integrity tests up to 500 MHz on M12 style connectors – Tests 29a to 29g*

IEC 60603 (all parts), *Connectors for electronic equipment*

IEC 60603-7 (all parts), *Connectors for electronic equipment – Part 7: Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors*

IEC 60757, *Code for designation of colours*

IEC 60793 (all parts), *Optical fibres*

IEC 60793-2-10, *Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres*

IEC 60794 (all parts), *Optical fibre cables*

IEC 60807-2, *Rectangular connectors for frequencies below 3 MHz – Part 2: Detail specification for a range of connectors, with assessed quality, with trapezoidal shaped metal shells and round contacts – Fixed solder contact types*

IEC 60807-3, *Rectangular connectors for frequencies below 3 MHz – Part 3: Detail specification for a range of connectors with trapezoidal shaped metal shells and round contacts – Removable crimp contact types with closed crimp barrels, rear insertion/rear extraction*

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61010-2-201, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-201: Particular requirements for control equipment*

IEC 61010-2-203:—1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-203: Particular requirements for industrial communication circuits and communication port interconnection*

IEC 61076-2-101, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Circular connectors – Detail specification for M12 connectors with screw-locking*

IEC 61076-2-109, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-109: Circular connectors – Detail specification for connectors with M 12 x 1 screw-locking, for data transmission frequencies up to 500 MHz*

<sup>1</sup> Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/ACDV 61010-2-203:2021.

IEC 61076-3-106, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-106: Rectangular connectors – Detail specification for protective housings for use with 8-way shielded and unshielded connectors for industrial environments incorporating the IEC 60603-7 series interface*

IEC 61076-3-117, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-117: Rectangular connectors – Detail specification for protective housings for use with 8-way shielded and unshielded connectors for industrial environments incorporating the IEC 60603-7 series interface – Variant 14 related to IEC 61076-3-106 – Push-pull coupling*

IEC 61156 (all parts), *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications*

IEC 61156-1, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1: Generic specification*

IEC 61156-11, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 11: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 600 MHz – Horizontal floor wiring – Sectional specification*

IEC 61156-12, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 12: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 600 MHz – Work area wiring – Sectional specification*

IEC 61158 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*

IEC 61158-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

IEC 61169-8, *Radio-frequency connectors – Part 8: Sectional specification – RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,256 in) with bayonet lock – Characteristic impedance 50 ohms (type BNC)*

IEC 61753 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components performance standard*

IEC 61753-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components performance standard – Part 1: General and guidance for performance standards*

IEC 61753-1-3, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 1-3: General and guidance for single-mode fibre optic connector and cable assembly for industrial environment, Category I*

IEC 61754-2, *Fibre optic connector interfaces – Part 2: Type BFOC/2,5 connector family*

IEC 61754-4, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 4: Type SC connector family*

IEC 61754-20, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 20: Type LC connector family*

IEC 61754-22, *Fibre optic connector interfaces – Part 22: Type F-SMA connector family*

IEC 61754-24, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 24: Type SC-RJ connector family*

IEC 61784 (all parts), *Industrial communication networks – Profiles*

IEC 61784-1:—, *Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*<sup>2</sup>

IEC 61784-2:—, *Industrial communication networks – Profiles – Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3*<sup>3</sup>

IEC 61784-3 (all parts), *Industrial communication networks – Profiles – Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions*

IEC 61784-5 (all parts), *Industrial communication networks – Profiles – Part 5: Installation of fieldbuses*

IEC 61935-1:2015, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 1: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801-1 and related standards*

IEC 61935-1-1:2019, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 1-1: Additional requirements for the measurement of transverse conversion loss and equal level transverse conversion transfer loss*

IEC 61935-2, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 2: Cords as specified in ISO/IEC 11801 and related standards*

IEC 62439 (all parts), *Industrial communication networks – High availability automation networks*

IEC 62443 (all parts), *Security for industrial automation and control systems*<sup>4</sup>

IEC 62708, *Documents kinds for electrical and instrumentation projects in the process industry*

IEC 63171-6, *Connectors for electrical and electronic equipment – Part 6: Detail specification for 2-way and 4-way (data/power) shielded, free and fixed connectors for power and data transmission with frequencies up to 600 MHz*

~~ISO/IEC 8802-3, Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Standard for Ethernet~~

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, *Telecommunications and exchange between information technology systems – Requirements for local and metropolitan area networks – Part 3: Standard for Ethernet*

ISO/IEC 11801 (all parts), *Information technology – Generic cabling for customer premises*

ISO/IEC 11801-1:2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1: General requirements*

ISO/IEC 11801-3:2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 3: Industrial premises*  
ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021

<sup>2</sup> Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/FDIS 61784-1:2018

<sup>3</sup> Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/FDIS 61784-2:2018.

<sup>4</sup> Check <http://webstore.iec.ch> for the published parts. Other parts are under consideration.

ISO/IEC TR 11801-9902:2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 9902: Specifications for End-to-end link configurations*

ISO/IEC 14763-2:2012, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation*

ISO/IEC 14763-2:2012/AMD1:2015<sup>5</sup>

ISO/IEC 14763-3:2014, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 3: Testing of optical fibre cabling*

ISO/IEC 14763-4:2018, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 4: Measurement of end-to-end (E2E)-Links*

ISO/IEC TS 29125:2017, *Information Technology – Telecommunications cabling requirements for remote powering of terminal equipment*

EN 50174-2, *Information technology – Cabling installation – Part 2: Installation planning and practices inside buildings*

EN 50310, *Application of Equipotential Bonding and Earthing in Buildings with Information Technology Equipment*

IEEE Std 802.3-2015, *IEEE Standard for Ethernet*, available at <http://www.ieee.org>

IEEE Std 802.3cg, *IEEE Standard for Ethernet – Amendment 5, Physical Layer Specifications and Management Parameters for 10 Mb/s Operation and Associated Power Delivery over a Single Balanced Pair of Conductors*

ANSI/(NFPA) T3.5.29 R1-2007, *Fluid power systems and components – Electrically-controlled industrial valves – Interface dimensions for electrical connectors*

### 3 Terms, definitions, and abbreviated terms

#### 3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61158 (all parts), IEC 61784 (all parts), ~~ISO/IEC 8802-3~~ ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, ISO/IEC 11801-1, and ISO/IEC 11801-3, some of which have been repeated here for convenience of the user, and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

##### 3.1.1

##### acceptance test

contractual test to prove to the customer that the installed cabling meets certain conditions of its specification

Note 1 to entry The network owner or a third party usually performs this action.

<sup>5</sup> A consolidated version of this publication exists, comprising ISO/IEC 14763-2:2012 and ISO/IEC 614763-2:2012/AMD 1:2015.



[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modified – "Item" has been changed to "installed cabling" and Note 1 to entry has been added]

### 3.1.2

#### **active network element**

network element containing electrically and/or optically active components that allows extension of the network

Note 1 to entry: Examples of active network elements are repeaters and switches.

### 3.1.3

#### **active network**

network in which data transmission between non-immediately-connected devices is dependent on active elements within those intervening devices that form the connection path

Note 1 to entry: A failure of an active network element can disrupt the network communications.

### 3.1.4

#### **administration**

methodology defining the documentation requirements of a cabling system and its containment, the labelling of functional elements and the process by which moves, additions and changes are recorded

### 3.1.5

#### **apparatus**

one or more pieces of equipment having specific and defined overall functions within industrial premises served by one or more network interfaces

Note 1 to entry: This definition applies only to IT equipment. It does not apply to devices that implement automation functions.

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017, 3.1.1, modified – Note 1 to entry has been added]

### 3.1.6

#### **automation island**

##### **AI**

premises where combination of all systems that control, monitor, and protect the process of a plant is installed

Note 1 to entry: A plant may contain one or more AIs. Examples of a plant that has more than one AI are: a plant that is divided in various distinct physical (geographical) areas, or a plant that is composed of several distinct processes, or a plant where a large process is divided in various distinct sub-processes.

### 3.1.7

#### **automation island attachment cabling**

##### **AI attachment cabling**

cabling used to connect the automation outlet (AO) to the network interface (NI) for the automation island

### 3.1.8

#### **automation island network**

network used for the communication within and among systems of an AI

### 3.1.9

#### **automation outlet**

##### **AO**

fixed connecting hardware which provides an interface to the network(s) of an automation island

Note 1 to entry: For generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3, the AO replaces the TO and is the demarcation point between the generic communications cabling and the automation communication cabling.



Note 2 to entry: Where the interface used at the AO does not conform to that specified for the TO of ISO/IEC 11801-3, the generic cabling no longer conforms to ISO/IEC 11801-3.

### 3.1.10

#### **balanced cable**

cable consisting of one or more metallic symmetrical cable elements (twisted pairs or quads)

Note 1 to entry: There is a great variety of shielded cable and unshielded cable construction and a number of systems to identify these constructions in a shortened form. See ISO/IEC 11801-1:2017, Annex D for acronyms to use.

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.12, modified – Note 1 to entry has been added]

### 3.1.11

#### **bonding**

act of connecting together exposed conductive parts and extraneous conductive parts of apparatus, systems, or installations that are at essentially the same potential

Note 1 to entry: For safety purposes, bonding generally involves (but not necessarily) a connection to the immediately adjacent earthing system.

[SOURCE: IEC TR 61000-5-2:1997, 3.1]

### 3.1.12

#### **bridge**

device, operating at the data link layer of the OSI model, used to connect two networks

### 3.1.13

#### **bulkhead**

wall or barrier which maintains the ingress and climatic environmental classifications applicable on either side

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017, 3.1.5]

### 3.1.14

#### **bulkhead connector**

connector assembly mounted to a bulkhead which provides electrical or optical signal pass-through while maintaining environmental integrity

### 3.1.15

#### **bulkhead connection**

one (or two) optical or electrical connection(s) within a bulkhead connector assembly

### 3.1.16

#### **bulkhead cable gland**

hardware at an enclosure bulkhead that provides cable passage for power or signals while maintaining environmental integrity

Note 1 to entry: This hardware has no electrical connections.

### 3.1.17

#### **bus**

passive network having a long trunk and a number of spurs where each spur is used to connect a device to the trunk

Note 1 to entry: In a bus, all the communicating devices share a common medium to transfer data.

### 3.1.18

#### **bus bar**

low-impedance conductor to which several electric circuits can be connected at separate points

Note 1 to entry: In many cases, the bus bar consists of a bar.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-30]

### 3.1.19

#### **cable**

assembly of one or more conductors and/or optical fibres, with a protective covering and possibly filling, insulating and protective material

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-38]

### 3.1.20

#### **cable gland**

installation hardware designed to permit the entry of a cable into an enclosure and which provides sealing and retention

[SOURCE: IEC 60670-1:2015, 3.10, modified – Definition has been adapted for all kinds of cables]

### 3.1.21

#### **cabling**

system of communication cables, cords and connecting hardware that can support the connection of automation equipment

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.21, modified – A reference to automation equipment has been added]

### 3.1.22

#### **channel**

end-to-end transmission path connecting any two pieces of application specific equipment

Note 1 to entry: Equipment cords are included in the channel, but not the connecting hardware into the application specific equipment.

Note 2 to entry: Channels specified in this document may only comprise passive components.

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.26, modified – Note 1 to entry and Note 2 to entry have been added]

### 3.1.23

#### **condition-based (conditional) maintenance**

preventive activity performed on the basis of the documentation of the performance degradation of an item (as results of, for example, auto diagnostic or wear measurement)

Note 1 to entry: It is based on a proper visibility of performance degradation or intermittent failures.

### 3.1.24

#### **connection (of conductors)**

intentional electric contact between conductors

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-07, modified – Text referring to conductors has been selected]

### 3.1.25

#### **connection (of optical fibres)**

intentional alignment between optical fibres to allow light to pass through

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-07, modified – Text has been adapted to cover optical fibres.]

### 3.1.26

#### **connector**

<conductors> component providing conductor connection and disconnection

Note 1 to entry: The connector is the mated pair.

Note 2 to entry: A connector has one or more contact members.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-19, modified – The definition has been adapted and Note 1 to entry has been added]

### 3.1.27

#### **connector**

<optical fibres> component normally attached to an optical cable or piece of apparatus, for the purpose of providing optical interconnection/disconnection of optical fibres or cables

Note 1 to entry: The connector is the mated pair.

Note 2 to entry: The connector usually consists of two plugs mated together in an adaptor.

### 3.1.28

#### **cord**

cable, cable unit, or cable element, with a minimum of one termination

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.36]

### 3.1.29

#### **corrective maintenance**

maintenance carried out after a fault recognition and intended to put an item into a state in which it can perform a required function

[SOURCE: IEC 60050-191:1990<sup>6</sup>, 191-07-08]

### 3.1.30

#### **daisy chain**

bus where each passive network interface connects two trunk sections and provides a DC coupling between those sections

Note 1 to entry: One of the sections may be a bus terminator.

Note 2 to entry: With regard to the use of “daisy chain” term for active networks, see the definition given for linear topology.

### 3.1.31

#### **device**

physical entity connected to the fieldbus composed of communication element and possibly other functional elements

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.13, modified – Some details have been deleted.]

### 3.1.32

#### **distributor**

functional element enabling the termination and connection of cabling subsystems to other cabling subsystems or transmission equipment

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1: 2017, 3.1.41]

---

<sup>6</sup> Withdrawn.

### 3.1.33

**earth** (noun), en GB

**ground** (noun), en US

conductive mass of the Earth, whose electric potential at any point is conventionally taken as zero

[SOURCE: IEC 61131-2: 2017, 3.1.10]

### 3.1.34

**earth** (verb), en GB

**ground** (verb), en US

make an electric connection between a given point in a system or in an installation or in equipment and a local earth

Note 1 to entry: The connection to local earth may be intentional, or unintentional or accidental.

Note 2 to entry: The connection may be permanent or temporary.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-08]

### 3.1.35

**enclosure**

housing affording the type and degree of protection suitable for the intended application

[SOURCE: IEC 61131-2: 2017, 3.1.13]

### 3.1.36

**end-to-end link**

**E2E link**

end to end transmission path formed by structured cabling based on passive components including the portion of the end connection that is attached to the link and the portion of the end connection that is attached to the end equipment

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9902:2017, 3.1.1]

### 3.1.37

**equipotential bonding**

provision of electric connections between conductive parts, intended to achieve equipotentiality

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-10]

### 3.1.38

**equipotential bonding system**

interconnection of conductive parts providing equal potential between those parts

Note 1 to entry: If an equipotential bonding system is earthed, it forms part of an earthing arrangement.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-22]

### 3.1.39

**failure**

termination of the ability of an item to perform a required function

Note 1 to entry: After failure, the item has a fault.

Note 2 to entry: Failure is an event, as distinguished from fault, which is a state.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-04-01]

#### **3.1.40**

##### **fault**

state characterized by the inability to perform a required function, excluding the inability during preventive maintenance or other planned actions, or due to lack of external resources

Note 1 to entry: IEC 61508-4 defines fault as an abnormal condition that may cause a reduction in, or loss of, the capability of a functional unit to perform a required function.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-05-01, modified – Note 1 to entry has been changed and Note 2 to entry has been deleted]

#### **3.1.41**

**functional earth**, en GB

**functional ground**, en US

earthing point or points in a system or in an installation or in equipment, used for purposes other than electrical safety

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-13]

#### **3.1.42**

##### **high flex cable**

cable that can withstand high number of repeated flexes (usually millions of cycles) while maintaining the specified performance

#### **3.1.43**

##### **inactive metal part**

any non-current carrying metal that may be contacted by a person

#### **3.1.44**

##### **inspection**

taking measures for the observation and evaluation of the actual condition

#### **3.1.45**

##### **intermediate cable**

cable connecting the intermediate distributor to the telecommunication outlet

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017, 3.1.9]

#### **3.1.46**

##### **intermediate distributor**

distributor used to make connections between the intermediate cable, other cabling subsystems and active equipment

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017, 3.1.10]

#### **3.1.47**

##### **intermediate industrial distributor**

intermediate distributor used to make connections to and between automation islands and transmit critical process control, monitoring and automation data (PCMA) between them

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017, 3.1.11]

#### **3.1.48**

##### **jack**

part of the connector which mates with a plug

Note 1 to entry: This document uses the term jack to refer to a fixed connector.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-26-24, modified – Text has been adapted for automation applications and Note 1 to entry has been added]

### 3.1.49

#### **jack-to-jack adaptor**

#### **J-J adaptor**

back-to-back jacks that have one type of jack on one side and another type of jack on the other side and do not are on an enclosure/environmental barrier

### 3.1.50

#### **jack-to-jack coupler**

#### **J-J coupler**

back-to-back jacks that have the same type of jack on both sides and do not are on an enclosure/environmental barrier

### 3.1.51

#### **linear topology**

topology where the nodes are connected in series, with two nodes connected to only one other node and all others each connected to two other nodes (that is, connected in the shape of a line)

Note 1 to entry: This topology corresponds to that of an open ring.

### 3.1.52

#### **maintenance**

combination of all technical and corresponding administrative actions, including supervision actions, intended to retain an item in, or restore it to, a state in which it can perform a required function

Note 1 to entry: See "preventive maintenance", and "corrective maintenance", for a more detailed definition of maintenance.

Note 2 to entry: The required function may be defined as a stated condition.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-01, modified – "Administrative actions" has been replaced by "corresponding administrative actions" and the two notes to entry have been added]

### 3.1.53

#### **maintenance intervention**

taking measures for retaining the specified condition

### 3.1.54

#### **mean time between failures**

#### **MTBF**

expectation of the time between failures

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-12-08]

### 3.1.55

#### **mean time to recovery**

#### **MTTR**

expectation of the time to restoration

Note 1 to entry: In IEC 60050-191:1990, 191-13-08, the use of "mean time to repair" (MTTR) is deprecated.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-13-08]

**3.1.56**  
**network**

all of the media, connectors, repeaters, routers, gateways and associated node communication elements by which a given set of communicating devices are interconnected

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.30]

**3.1.57**  
**node**

end-point of a branch in a network

**3.1.58**  
**passive network**

network in which data transmission is independent of active elements within the device attached to the network

Note 1 to entry: Failure of a device does not affect the propagation of information.

**3.1.59**  
**pathway**

cable route used to accommodate cables between termination points

Note 1 to entry: The cable route (e.g., conduit, ductwork, tray, or tube) is defined by a physical structure.

[SOURCE: ISO/IEC 14763-2:2012, 3.1.43, modified – The definition has been adapted and Note 1 to entry has been added.]

**3.1.60**  
**permanent link**

transmission path between distributors or between the telecommunications/automation outlet and the intermediate distributor

Note 1 to entry: It excludes apparatus attachment cords, equipment cords, patch cords and jumpers but includes the connection at each end.

Note 2 to entry: This is a modification to the definition of ISO/IEC 11801 in order to allow it be used for the CPs in accordance with IEC 61784-5 (all parts).

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.69, modified – The definition and Note 1 to entry have been adapted and Note 2 to entry has been added]

**3.1.61**  
**plug**

connector used to make connections to a jack

Note 1 to entry: This document uses the term plug to refer to a free connector.

**3.1.62**  
**preventive maintenance**

maintenance carried out at predetermined intervals or according to prescribed criteria and intended to reduce the probability of failure or the degradation of the functioning of an item

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-07]

**3.1.63**  
**protective earthing conductor**

protective conductor provided for protective earthing

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-11]

### 3.1.64

#### **quad**

cable element that comprises four insulated conductors twisted together

Note 1 to entry: Two diametrically facing conductors form a transmission pair also referred to as a side circuit.

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.75]

### 3.1.65

#### **RC earthing**

earthing via a parallel RC circuit

### 3.1.66

#### **recovery (of a high resilience item)**

event when an item regains its specified degree of communication performance and fault resilience after correction of a fault

Note 1 to entry: High availability networks provide resilience to enable acceptable communication to continue after one fault and possibly after multiple faults.

### 3.1.67

#### **repair**

take measures for the re-establishment of the specified condition

### 3.1.68

#### **repeater**

two-port active physical layer device that receives and retransmits all signals to increase the distance and number of devices for which signals can be correctly transferred for a given medium

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.38]

### 3.1.69

#### **resistance to earth**

real part of an impedance to earth

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-18]

### 3.1.70

#### **restoration**

state when a communication network regains its designed level of resilience redundancy

### 3.1.71

#### **ring**

active network where each node is connected in series to two other nodes

### 3.1.72

#### **scheduled maintenance**

preventive activity (time or number-of-actions directed) performed either on predefined schedule or on units of use (e.g. number of start-ups)

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-10, modified – The definition has been adapted and a reference to units of use has been added]

### 3.1.73

#### **segment**

trunk-cable section of a network that is terminated at both ends by its characteristic impedance



Note 1 to entry: Segments are linked by repeaters within a logical link and by bridges to form a network.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.39 modified – The definition and the note to entry have been adapted]

### 3.1.74

**shield (of a cable)**, en US

**screen (of a cable)**, en GB

surrounding metallic layer to confine the electromagnetic field within the cable and to protect the cable from external electrical influence

Note 1 to entry: Metallic sheaths, armours and earthed concentric conductors may also serve as a shield.

Note 2 to entry: For generic cabling in industrial premises, ISO/IEC 11801-3 uses the term screen instead of shield.

Note 3 to entry: See also Note 1 to entry of the balanced cable definition.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.41 modified – The definition has been adapted and the term screen has been added; Notes 2 and 3 to entry have been added]

### 3.1.75

**(optical fibre or electrical conductor) splice**

a permanent, or semi-permanent, joint whose purpose is to couple optical power between two optical fibres or to joint two electrical conductors

Note 1 to entry: Joining without connectors.

### 3.1.76

**spur**

branch-line (i.e. a link connected to a larger one at a point in its route) that is a final circuit

Note 1 to entry: The alternative term "drop cable" is used in IEC 61158.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.42]

### 3.1.77

**star**

network of three or more devices where all devices are connected to a central point (which may be active or passive)

### 3.1.78

**tap**

point of attachment from a node or spur to the trunk cable

Note 1 to entry: A tap provides easy removal of a node without disrupting the link.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.3.34]

### 3.1.79

**telecommunication outlet**

**TO**

fixed connecting device which provides an interface to the terminal equipment

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.80]

### 3.1.80

**terminator**

entity used to terminate a transmission line in its characteristic impedance to prevent reflections

Note 1 to entry: In some instances, the terminator may be embedded in an end device or in a connector.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.43, modified – The definition and Note 1 to entry have been modified]

### 3.1.81

#### **(network) topology**

pattern of the relative positions and interconnections of the individual elements (of the network)

Note 1 to entry: The term topology is sometimes overloaded to include considerations of the delay, attenuation and physical media classes of the paths interconnecting network nodes.

[SOURCE: IEC 60050-131:2002, 131-13-02, modified – Text has been adapted for communication networks and a Note 1 to entry has been added]

### 3.1.82

#### **troubleshooting**

locating the fault(s)

### 3.1.83

#### **trunk**

main communication highway acting as a source of main supply to a number of other lines (spurs)

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.46]

### 3.1.84

#### **validation**

part of the acceptance test that is solved with measurements

### 3.1.85

#### **verification**

action to assess that an installation is in accordance with its specification

Note 1 to entry: The installer usually performs this action.

Note 2 to entry: This action usually covers verification of component correct selection, physical layout, communication earthing, isolation and continuity of network components.

### 3.1.86

#### **wire map**

mapping of connector pin-to-pin terminations of a cable

### 3.1.87

#### **balanced 1-pair cable**

cable consisting of a single pair of conductors, optional screen, and overall jacket, primarily intended for use in differential-mode signal transmission and power delivery applications

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.2]

### 3.1.88

#### **balanced 1-pair cabling**

cabling composed of balanced 1-pair cables and balanced 1-pair connectors

### 3.1.89

#### **balanced 1-pair cabling channel**

transmission path between equipment constructed from balanced 1-pair cables, balanced 1-pair connectors and balanced 1-pair cable assemblies to facilitate signal and power delivery

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, 3.1.14]

### 3.1.90

#### **balanced 1-pair connector**

connector intended for use with balanced 1-pair cable in differential-mode signal transmission and power delivery applications

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.3]

### 3.1.91

#### **balanced 1-pair cord**

cable assembly constructed from a 1-pair cable and 1-pair connectors

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.4]

### 3.1.92

#### **edge distributor**

optional additional distributor to accommodate active equipment to allow transition from balanced 4-pair cabling to balanced 1-pair cabling

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, 3.1.15]

## 3.2 Abbreviated terms

For the purposes of this document, the following abbreviated terms apply.

|        |                                                                                   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| AC     | Alternating current                                                               |
| A.I.   | Action item                                                                       |
| AI     | Automation island                                                                 |
| AO     | Automation outlet                                                                 |
| AWG    | American Wire Gauge                                                               |
| BD     | Building distributor (ISO/IEC 11801-1)                                            |
| BER    | Bit error rate                                                                    |
| BFOC   | Bayonet fibre optic connector                                                     |
| BNC    | Bayonet Neill Concelman (connector for coaxial cable having a bayonet-type shell) |
| CBN    | Common bonding network                                                            |
| CP     | Communication profile (IEC 61784-1)                                               |
| CPF    | Communication profile family (IEC 61784-1)                                        |
| DC     | Direct current                                                                    |
| DCR    | Direct current resistance                                                         |
| ED     | edge distributor                                                                  |
| EFT    | Electrical fast transient                                                         |
| EFT/B  | Electrical fast transient / burst (IEC 61000-4-4)                                 |
| ELFEXT | Equal level far-end crosstalk                                                     |
| ELTCTL | Equal level transverse conversion transfer loss                                   |

|        |                                                                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EMC    | Electromagnetic compatibility (IEC 60050-161, 161-01-07)                                                     |
| EMI    | Electromagnetic interference (IEC 60050-161, 161-01-06)                                                      |
| ESD    | Electrical static discharge                                                                                  |
| E2E    | End-to-end                                                                                                   |
| FD     | Floor distributor (ISO/IEC 11801-1)                                                                          |
| FE     | Functional earth                                                                                             |
| ffs    | For further study                                                                                            |
| FI     | Fieldbus interface                                                                                           |
| FOC    | Fibre optical connector                                                                                      |
| F-SMA  | Fibre sub miniature version A (IEC 61754-22)                                                                 |
| HP     | Horse power                                                                                                  |
| ID     | Intermediate distributor                                                                                     |
| IDC    | Insulation displacement contact                                                                              |
| IID    | Industrial intermediate distributor                                                                          |
| IP     | International protection (IEC 60529)                                                                         |
| J-J    | Jack-to-jack                                                                                                 |
| kbit/s | One thousand bits per second                                                                                 |
| LC     | Optical fibre connector in accordance with IEC 61754-20                                                      |
| LV     | Low voltage                                                                                                  |
| Max.   | Maximum                                                                                                      |
| Mbit/s | Million bits per second                                                                                      |
| MD     | Machine distributor (ISO/IEC 11801-1)                                                                        |
| MDI    | Medium dependent interface (IEEE 803.2)                                                                      |
| MDIX   | Medium dependent crossover interface (IEEE 803.2)                                                            |
| MHV    | Medium high voltage                                                                                          |
| MICE   | Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical, Electromagnetic (ISO/IEC 11801-1)                                |
| Min.   | Minimum                                                                                                      |
| MTBF   | Mean time between failures                                                                                   |
| MTTR   | Mean time to repair (use deprecated in IEC 60050-191:1990, 191-13-08)<br>replaced with mean time to recovery |
| N      | Neutral                                                                                                      |
| NA     | Numerical aperture (IEC 60793 (all parts))                                                                   |
| na     | Not available                                                                                                |
| NEXT   | Near end crosstalk loss                                                                                      |
| NI     | Network interface (ISO/IEC 11801-3)                                                                          |
| No.    | Number                                                                                                       |
| OF     | Optical fibre                                                                                                |
| OMx    | Cabled multimode optical fibre category x; where x=1, 2, 3, 4                                                |
| OSx    | Cabled single mode optical fibre category x; where x=1, 1a, 2                                                |
| PE     | Protective earthing conductor (IEC 60050-195:1998, 195-02-11)                                                |
| PHY    | Physical layer                                                                                               |
| P&ID   | Pipe and instrumentation diagram                                                                             |

|          |                                                                  |
|----------|------------------------------------------------------------------|
| PMA      | Physical medium attachment (IEEE 803.2)                          |
| PoE      | Power over Ethernet                                              |
| POF      | Plastic optical fibre                                            |
| PSELFEXT | Power sum equal-level far-end crosstalk loss                     |
| RC       | Resistor-capacitor (circuit)                                     |
| Rep      | Repeater                                                         |
| SC       | Optical fibre connector in accordance with IEC 61754-4           |
| SC-RJ    | Optical fibre connector in accordance with IEC 61754-24          |
| TCL      | Transverse conversion loss                                       |
| TNC      | Threaded Neill Concelman (threaded version of the BNC connector) |
| TO       | Telecommunication outlet                                         |
| UV       | Ultraviolet                                                      |
| Var.     | Variant                                                          |

### 3.3 Conventions for installation profiles

Conventions for installation profiles are described in IEC 61784-5 (all parts).

## 4 Installation planning

### 4.1 General

#### 4.1.1 Objective

Clause 4 addresses the planning of cabling and associated infrastructures to support communication networks used between and within automation islands in industrial premises.

#### 4.1.2 Cabling in industrial premises

The cabling may comprise:

- automation communication cabling for use within or between AIs as specified in the communication profiles of IEC 61784-1 or IEC 61784-2 and in the relevant installation profiles of IEC 61784-5 (all parts), this includes the balanced 1-pair cablings that are specified in Annex Q;
- generic telecommunications cabling for industrial premises as specified in ISO/IEC 11801-3 (see Annex A);
- elements of generic cabling modified to meet the needs of automation communication cabling within an AI in accordance with the installation profiles of IEC 61784-5 (all parts);
- the apparatus attachment cabling between the TO and the AI in accordance with ISO/IEC 11801-3 with regard to the connection and with this document with regard to the cables;
- the AI attachment cabling between the AO and the AI in accordance with this document and the relevant installation profile(s) of IEC 61784-5 (all parts).

ISO/IEC 11801-3 specifies the structure of generic cabling connected to an AI where the TO interface allows connection of wide range of networking equipment.

Where a designated connection from generic cabling to automation communication cabling within an AI is desired, an AO specified within this document may replace the TO, as shown in Figure 3. The industrial cabling may include an edge distributor to accommodate active equipment to allow transition from balanced 4-pair cabling to balanced 1-pair cabling.

An AI may contain (see Figure 4)

- one or more industrial automation apparatus conforming to generic cabling requirements,
- one or more industrial automation applications implemented with an AI network that uses Ethernet ~~(ISO/IEC 8802-3)~~ ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021 and IEEE Std 802.3cg)-based and non-Ethernet-based cabling that conform to IEC 61784-1 or IEC 61784-2.

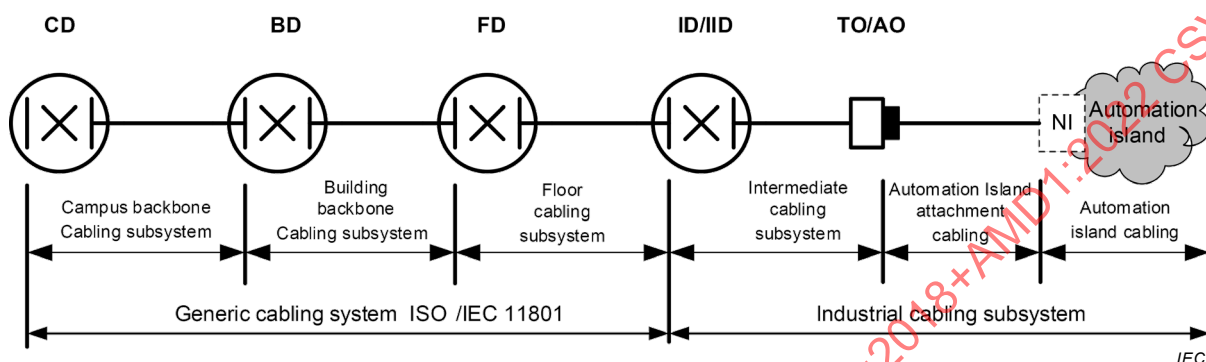


Figure 3 – Automation island cabling attached to elements of generic cabling

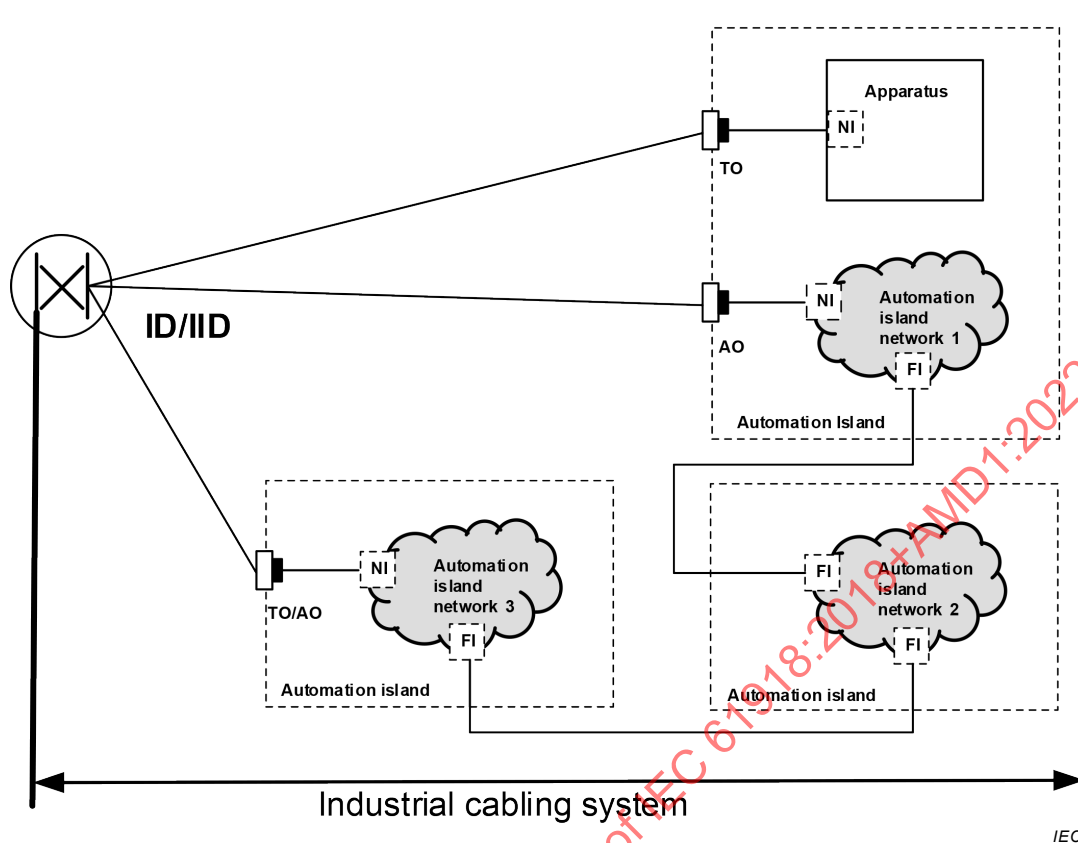


**Figure 4 – Automation islands**

The interconnections between the AI network and the generic cabling may be achieved through an appropriate converter/adapter (see Figure 5), while the connections among AIs may be achieved through one or more fieldbus to fieldbus connections (defined in the installation profiles in IEC 61784-5 (all parts)) and appropriate converter/adapters or through the generic cabling (see Figure 4).

In general, converter/adapters, such as routers, bridges, and gateways, shall be used to provide physical conversion and protocol transformation between different fieldbuses as specified in the relevant CP installation profiles. If the two interconnected interfaces (NI and FI) have matching specifications, then the converter/adapter function may not be necessary.

If the interconnection between the AIs is through the intermediate distributor/intermediate industrial distributor (ID/IID in Figure 4), it is the responsibility of the planner to check the suitability of the generic cabling to support the requirements for the installation of the communication networks as defined by this document. In this case, the channel performance shall be met from the ID/IID up to the NI (excluding the connector interface at the NI).

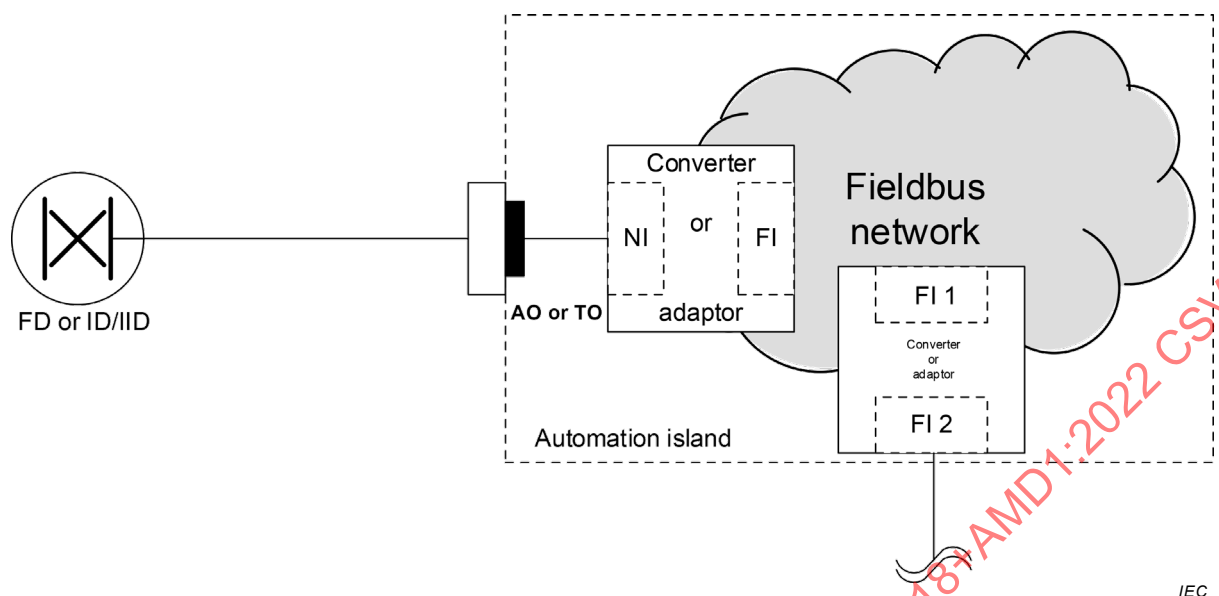


**Figure 5 – Automation island network external connections**

#### 4.1.3 The planning process

The planning of the communication of an automation system is the responsibility (see Annex L) of one or more of the following: building network designer, automation designer and or machine designer.

The input for the installation planning depends on the kind of industrial automation application. This input is made up of general design requirements, operating manuals for machines or piping and instrumentation diagrams (P&ID) for process installations.

This input is made up of general design requirements, operating manuals for machines or piping and instrumentation diagrams (P&ID) for process installations according to IEC 62708.

Installation planning of industrial communication networks is accomplished through three basic steps.

Step 1 addresses the following installation-specific factors (see 4.2):

- safety
  - the solutions shall comply with existing local and national regulations. Under this condition, safety requirements specified in ~~IEC 60950-1~~ IEC 61010-2-201 may be taken into consideration;
  - if a communication network is installed with easily accessible terminals and wires, IEC 60364-4-41 concerning protection against electrical shock and EMC requirements should be applied;
  - intrinsic safe network is out of scope for this document but may be addressed in the CP installation profiles (IEC 61784-5 (all parts)).
- security;
- environmental
  - the use of the MICE (Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical, and Electromagnetic) methodology for description of environmental performance, as described in 4.2.3, is recommended;
  - distinctive of industrial sites is the presence of low voltage (LV) and medium-high-voltage (MHV) power networks in close neighbourhood of the communication network.



The RF influence of neighbouring high-power transmitters (e.g. television transmitters) shall be taken into account;

- electromagnetic compatibility.

Step 2 addresses the capabilities of the different communication networks (see 4.3):

- topologies;
- network characteristics.

Step 3 addresses the selection and use of cabling components in response to steps 1 and 2 (see 4.4).

The result of the planning process in 4.2, 4.3 and 4.4 is the production of the cabling planning documentation described in 4.5, which shall comprise:

- a) a statement, signed by the responsible planner, explaining how the planned installation complies with the safety and security requirements and environmental conditions such as mechanical, liquid, particulate, climatic, chemicals and electromagnetic interference and including all necessary documents (e.g. plans and lists) for the installation that result from step 1;
- b) documentation of the planned network topology, characteristics, physical extension and transmission performances that results from step 2;
- c) the component specifications, where the conformity of the component data with the planned network requirements (functional and electrical safety, environmental conditions, and EMC requirements) is documented as result of step 3;
- d) a table for comparison of nominal and actual network performance values.

#### **4.1.4 Specific requirements for CPs**

Additional information for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **4.1.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

### **4.2 Planning requirements**

#### **4.2.1 Safety**

##### **4.2.1.1 General**

The planner shall take into consideration regulations for safety in communication networks with specific attention to mounting, cabling, verification, and validation.

The planner shall include all applicable requirements for safety in the cabling planning documentation.

##### **4.2.1.2 Electrical safety**

The proper implementation of the requirements of this document assumes that electrical installations are in accordance with the relevant standards within IEC 60364 (all parts), IEC 61010-2-201, IEC 61010-2-203 or local and national regulations as required.

##### **4.2.1.3 Functional safety**

Where digital communications are used to contribute to one or more safety functions, the communication system should have sufficient integrity (taking into account hardware,

software, and the specified environment) to meet the safety integrity requirements of every safety function.

For example, wiring used to support safety instrumented systems may require special installation practice (e.g. complete segregation from all other cabling) and labelling (e.g. special conduit colouring) to meet enhanced integrity requirements.

The requirements for safety integrity may include special measures applicable to the several phases of the life cycle of the related communication media (see the relevant technology parts of the IEC 61784-3 and/or IEC 61784-5 (all parts)). The planner shall apply such special measures.

#### **4.2.1.4 Intrinsic safety**

Where required, the planner shall plan the network in accordance with applicable intrinsic safety standards and IEC 61158-2 and the applicable CPs of IEC 61784-1.

#### **4.2.1.5 Safety of optical fibre communication systems**

Optical fibre cabling shall be planned in accordance with the safety requirements of IEC 60825-2 or local regulations.

#### **4.2.2 Security**

Where communication networks in accordance with IEC 62443 are planned, the planner shall apply all additional requirements for security.

**EXAMPLE** A typical request is to use additional protection against mechanical manipulation and electromagnetic emission.

The universal nature of generic cabling produces additional security concerns since the cabling may be used to provide applications that are managed by different groups within industrial premises. For example, generic cabling may provide basic telephony services, information technology and building control services in addition to the connections to the AIs. The prevention of accidental disruption to any of these services requires careful consideration.

Physical security requires the application of requirements described in 4.4.9.1, 4.4.9.6, 4.4.11, 5.2.1.2.

#### **4.2.3 Environmental considerations and EMC**

##### **4.2.3.1 Description methodology**

The planner shall provide a precise description of the environment to be used as a basis for the selection of components and for the mitigation requirements.

ISO/IEC 11801-1 applies an environmental assessment called “MICE” classification. This approach is recommended for all CPs because it allows the planner to describe the environmental conditions in a precise and unambiguous way.

The use of this approach is explained here and in Annex B for the benefit of the planner and the installer.

**NOTE 1** The MICE classification system of ISO/IEC 11801-1 is not a component test specification.

**NOTE 2** The MICE classification system of ISO/IEC 11801-1 does not replace existing international or national standards.

**NOTE 3** Existing international or national standards for components contain the test requirements and schedules for product qualification.

#### 4.2.3.2 Use of the described environment to produce a bill of material

The planner shall produce a bill of material of components that meets the targeted environment through the following steps.

- Establish the ambient environmental conditions for each significantly different region within the application space (for example, beside the machine, in the control room, between the above).
- Define the components that make up the communications system including their environmental specifications.
- Define the additional mitigation to bridge between the component(s) specifications and the targeted environment, if the component does not meet the targeted environment.

The planner shall provide the environmental description either through the use of the MICE tables (that provides a precise classification of the environment) or by an equivalent methodology. The planner shall address the environmental requirements by specifying a combination of component selection and mitigation techniques to be applied (see Figure 6).

Products, such as enclosures, necessary to provide mitigation shall also be included in the bill of material.

Compatibility of components can be met by any combination of the following three methods:

- installation related isolation (for example protection with enclosure);
- separation (for example physical separation from other components);
- component enhancement (design enhancement of the component parameters, for example by adding a cable shield or external shield). The supplier of the equipment may provide enhancements to the components reducing the installation requirements.

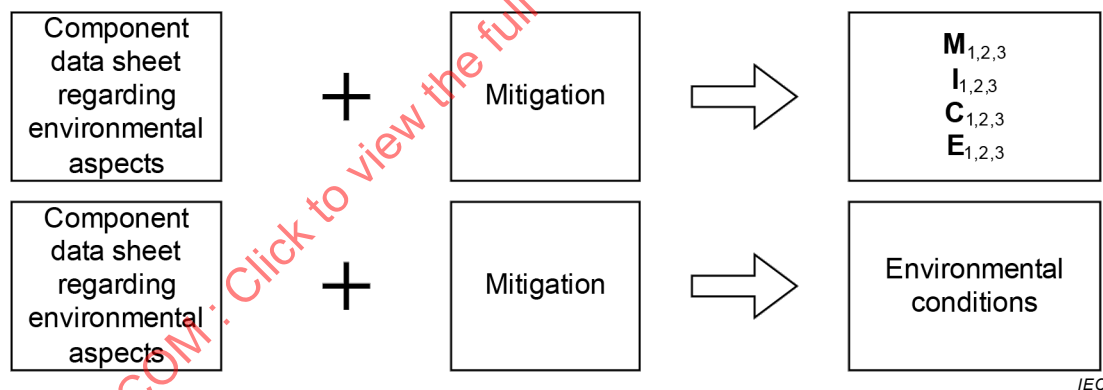


**Figure 6 – How to meet environmental conditions**

Figure 7 shows how the three methods (isolation, separation and enhancement) work together to provide a cost effective, technically feasible solution for a given application with regard to the environment. Examples of use of the MICE concept are provided in Annex B, where the meaning of the subscripts 1, 2, 3 is explained.

The planner, when consulting the device and cabling manufacturer, shall take into account the guidance provided in Clause B.6 for the correct selection of the device and cabling in relation to the environment EMI of the installation under consideration.

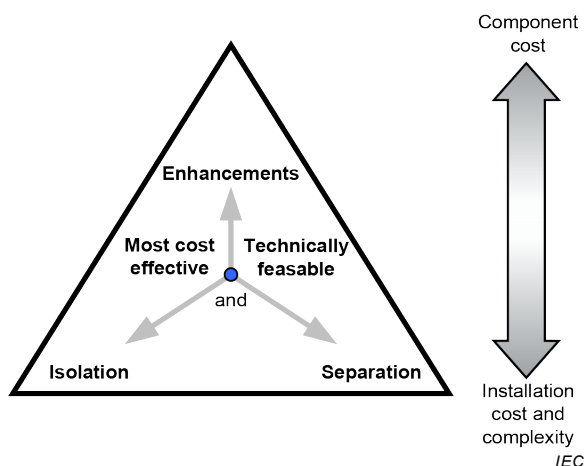


**Figure 7 – How enhancement, isolation and separation work together**

#### **4.2.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

### **4.3 Network capabilities**

#### **4.3.1 Network topology**

##### **4.3.1.1 Common description**

For the industrial AI networks, there are two fundamental themes.

- a) Physical topology of the communication network, from a physical composition standpoint.  
Hereafter the basic physical topologies of a network are divided in two groups:
  - physical topology for passive networks;
  - physical topology for active networks.
- b) Logical topology of the communication network, from an information propagation standpoint. This is outside the scope of this document and may be covered by IEC 61784-1 and IEC 61784-2.

**NOTE 1** As an example of the difference between the physical and the logical topology, a planner can select a physical star to be installed in order to support a logical ring topology.

The planner shall select the most appropriate physical topology on the basis of the application requirements (see also Annex C) and according to the topologies that are specified for the specific CP. The basic topologies defined in 4.3.1.2 and in 4.3.1.3, and combinations of them (see 4.3.1.4) are the appropriate physical topologies for AI networks.

**NOTE 2** Not all fieldbuses support all the basic topologies and combination of them.

##### **4.3.1.2 Basic physical topologies for passive networks**

The basic physical topologies for passive network, represented in Figure 8, are the following.

- Bus
- Star

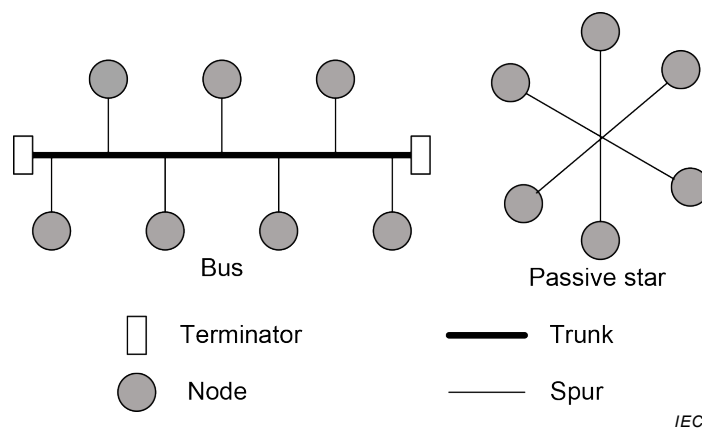


**Figure 8 – Basic physical topologies for passive networks**

#### 4.3.1.3 Basic physical topologies for active networks

The basic physical topologies for active networks, represented in Figure 9, are the following.

- Star
- Ring
- Linear

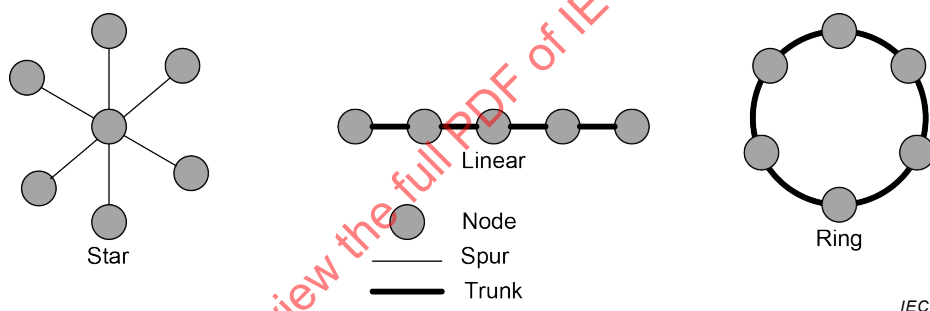


**Figure 9 – Basic physical topologies for active networks**

#### 4.3.1.4 Combination of basic topologies

Combinations of basic topologies are permitted and are defined in the CP installation profile.

Figure 10 provides an example of a common configuration of two passive bus segments interconnected by an active bus repeater.

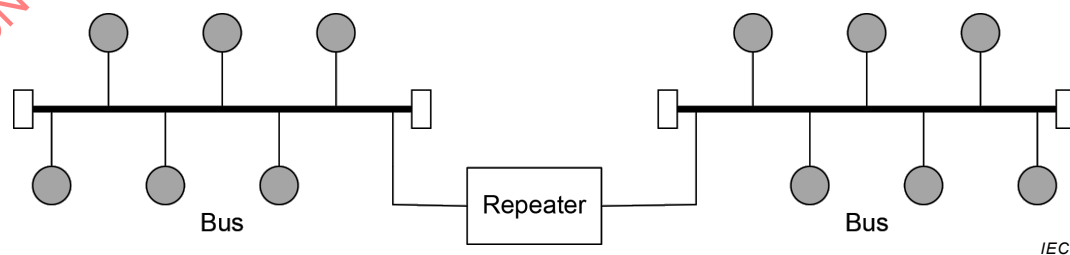


**Figure 10 – Example of combination of basic topologies**

#### 4.3.1.5 Specific requirements for CPs

Additional information regarding topology requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### 4.3.1.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

Generic cabling channels in accordance with ISO/IEC 11801-3 may constitute elements of the networks described in 4.3.1.2 to 4.3.1.5. Specific restrictions are detailed in ISO/IEC 11801-3 and may be expanded upon or modified by the respective installation profile.

### 4.3.2 Network characteristics

#### 4.3.2.1 General

It is common practice to subnet an industrial AI network when there are a large number of devices to be connected.

Every network specification consists of the following basic characteristics:

- transfer rates;
- media type and performance;
- maximum number of devices (nodes) including repeaters per segment;
- maximum number of devices (nodes) including repeaters per network;
- maximum number of repeaters (that connect segments);
- maximum segment length.

NOTE Transfer rates can be expressed as bandwidth capacity or effective data throughput rates using the modulation and encoding methods of a specific Fieldbus technology. Requirements for effective data rate values can also include statements of maximum acceptable values for BER and burst errors (such as in 23.9 of IEC 61158-2:2014 and Annex K).

Media types consist of optical fibre cabling, balanced cabling (4-pair, 2-pair, 1-pair), wireless, and other CP specific media types. Wireless network installation is not within the scope of this document. Selection of physical media technologies should partner with architectural considerations, taking into account network topology, network characteristics, as well as data propagation and aggregation throughout the network.

Optical fibre is generally recommended where high bandwidth is needed or a high data integrity is required. Where powering is required or for reduced bandwidth or length compared to optical fibre, wire cabling is recommended. 4-pair is mostly recommended for connecting control and automation equipment. 1-pair (see Annex Q) is mostly limited to connecting control and automation equipment with field devices.

The planner should take into account EMI performance when selecting cabling types and spacings from types of conductors. In practice, need for EMI reduction equates to increase in spacing, which can translate to installation cost. Failure to consider EMI performance and mitigations can ultimately lead to areas of high disturbance at critical points in the network.

Comparative measurements (unshielded versus shielded) have shown that shielded constructions can provide a higher level of protection against EMI when applied according to equipment manufacturers specifications.

#### 4.3.2.2 Network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet

For balanced cabling not based on Ethernet, the planner shall use the basic network characteristics defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 1.

**Table 1 – Basic network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet**

| Characteristic                       | CP x/y                     |
|--------------------------------------|----------------------------|
| <b>Basic transmission technology</b> |                            |
| <b>Length / transmission speed</b>   | <b>Segment length</b><br>m |
| 9 kbit/s to 33 kbit/s                |                            |
| 33 kbit/s to 93 kbit/s               |                            |
| 125 kbit/s                           |                            |
| 187 kbit/s                           |                            |
| 250 kbit/s                           |                            |
| 500 kbit/s                           |                            |
| 1,5 Mbit/s                           |                            |
| 2 Mbit/s                             |                            |
| 3 Mbit/s, 6 Mbit/s, 12 Mbit/s        |                            |
| 5 Mbit/s                             |                            |
| 8 Mbit/s                             |                            |
| 16 Mbit/s                            |                            |
| <b>Maximum capacity</b>              | <b>Max. No.</b>            |
| Devices/segment                      |                            |
| Devices/network                      |                            |

#### 4.3.2.3 Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet

For balanced cabling based on Ethernet, the planner shall use the basic network characteristics defined in the respective installation profile according to the template given in Table 2.

NOTE The letter X in Table 2 is the reference to Annex X of the installation profile where the profile is specified.

**Table 2 – Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet**

| Characteristic                                                                                                                                                                                                | CP x/y |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Supported data rates (Mbit/s)                                                                                                                                                                                 |        |
| Supported channel length (m) <sup>b</sup>                                                                                                                                                                     |        |
| Number of connections in the channel (max.) <sup>a b</sup>                                                                                                                                                    |        |
| Patch cord length (m) <sup>a</sup>                                                                                                                                                                            |        |
| Channel class per ISO/IEC 11801-3 (min.) <sup>b</sup>                                                                                                                                                         |        |
| Cable category per ISO/IEC 11801-3 (min.) <sup>c</sup>                                                                                                                                                        |        |
| Connecting HW category per ISO/IEC 11801-3 (min.)                                                                                                                                                             |        |
| Cable types                                                                                                                                                                                                   |        |
| <sup>a</sup> See X. 4.4.3.2.<br><sup>b</sup> For the purpose of this table, the channel definitions of ISO/IEC 11801-3 are applicable.<br><sup>c</sup> For additional information, see IEC 61156 (all parts). |        |

For balanced 1-pair networks, the requirements specified in Annex Q apply.

#### 4.3.2.4 Network characteristics for optical fibre cabling

For optical fibre cabling, the planner shall use the basic network characteristics for each wavelength defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 3 and to the conditions expressed hereafter.

For the purpose of this document, channel insertion loss and optical power budget are considered to be equivalent. The connecting hardware used for optical fibre cabling is as specified in X.4.4.2.5 of the relevant installation profile.

NOTE The letter X is the reference to Annex X of the installation profile where the profile is specified.

**Table 3 – Network characteristics for optical fibre cabling**

| CP x/y                                                                                                            |                                                          |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|
| Optical fibre type                                                                                                | Description                                              |               |
| Single mode silica                                                                                                | Bandwidth (MHz) or equivalent at $\lambda$ (nm)          |               |
|                                                                                                                   | Minimum length (m)                                       |               |
|                                                                                                                   | Maximum length <sup>a</sup> (m)                          |               |
|                                                                                                                   | Maximum channel insertion loss/optical power budget (dB) |               |
|                                                                                                                   | Connecting hardware                                      | See X.4.4.2.5 |
| Multimode silica                                                                                                  | Modal bandwidth (MHz × km) at $\lambda$ (nm)             |               |
|                                                                                                                   | Minimum length (m)                                       |               |
|                                                                                                                   | Maximum length <sup>a</sup> (m)                          |               |
|                                                                                                                   | Maximum channel insertion loss/optical power budget (dB) |               |
|                                                                                                                   | Connecting hardware                                      | See X.4.4.2.5 |
| POF                                                                                                               | Modal bandwidth (MHz × 100 m) at $\lambda$ (nm)          |               |
|                                                                                                                   | Minimum length (m)                                       |               |
|                                                                                                                   | Maximum length <sup>a</sup> (m)                          |               |
|                                                                                                                   | Maximum channel insertion loss/optical power budget (dB) |               |
|                                                                                                                   | Connecting hardware                                      | See X.4.4.2.5 |
| Hard clad silica                                                                                                  | Modal bandwidth (MHz × km) at $\lambda$ (nm)             |               |
|                                                                                                                   | Minimum length (m)                                       |               |
|                                                                                                                   | Maximum length <sup>a</sup> (m)                          |               |
|                                                                                                                   | Maximum channel insertion loss/optical power budget (dB) |               |
|                                                                                                                   | Connecting hardware                                      | See X.4.4.2.5 |
| <sup>a</sup> This value is reduced by connections, splices and bends in accordance with formula (1) in 4.4.3.4.1. |                                                          |               |

#### 4.3.2.5 Specific network characteristics

Additional information regarding the characteristics of a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### 4.3.2.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

Certain generic cabling channels in accordance with ISO/IEC 11801-3 may provide transmission performance in support of the networks described by reference to the templates of 4.3.2.2 to 4.3.2.5. See ISO/IEC 11801-3 for further details.



## 4.4 Selection and use of cabling components

### 4.4.1 Cable selection

#### 4.4.1.1 Common description

The planner shall ensure that cables provide the required transmission performance in the specified environment (by reference to the MICE classification system or equivalent, see 4.2.3.1).

Industrial cables can be subjected to extreme mechanical stresses.

EXAMPLE The cable can provide connectivity for festooning, "C" track (drag chains) or robotic flexing applications.

In these cases, the planner shall select the cabling in accordance with the needs of the intended application. The respective manufacturer's instructions shall be observed.

The planner may decide to use part of an existing generic cabling system to connect AI networks. In this case, it is the planner's responsibility to make sure that this cabling system meets the requirements for the application.

NOTE Generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3 can be not suitable for some CPs.

The planner shall ensure that cables to be installed underground are suitable and satisfy the following requirements:

- local regulations;
- safety from lightning;
- resistance to damage from rodents;
- chemical resistance.

Metal cladding on optical fibre cables provides additional mechanical protection. The planner should select metal clad optical fibre cables for direct burial applications and other areas where mechanical protection is necessary.

If the equipment location requires the use of special cables and/or connecting elements not complying with the network-related requirements of this specification, the planner shall consult the cable/connector manufacturer to obtain the information necessary for determining the channel/permanent link length.

#### 4.4.1.2 Copper cables

##### 4.4.1.2.1 Balanced cables for Ethernet-based CPs

Balanced cables for Ethernet-based CPs shall meet the requirements of Table 2. For balanced 1-pair cables, the requirements specified in Annex Q apply.

The planner shall review the relevant installation profile for additional requirements or recommendations for balanced cables.

The planner shall have considered the following information when specifying the number of pairs in each balanced cable:

- all cables within a channel should be of the same pair count;
- two pair cabling is not generic and cannot support all applications (for example, if future plans are to migrate to higher data rates or PoE, then four pair cables should be considered);
- more than 4 pair count cables are not recommended for control applications;

- in an active channel and with cabling that uses ~~mixed 2 and 4 pair~~ cable elements with a different pair count in the same channel (e.g., 2- and 4-pair or 1- and 4-pair), all un-used pairs shall be terminated with the differential or common mode impedance of the cable at both ends (i.e. four pair cables shall not be housed in two pair connecting hardware). This requirement does not apply to cable constructions that use individual shielded pairs.

~~NOTE The balanced cables specified in the reference implementations of ISO/IEC 11801-3 contain 4 pairs and provide channel length of 100 m maximum.~~

For the channels where there is power sourcing equipment (PSE) connected to non-powered devices, the planner shall specify that the PSE function is disabled to prevent application of power.

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 4 and Table 5.

**Table 4 – Information relevant to copper cable: fixed cables**

| Characteristic                                                                                                                                     | CP x/y |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Nominal impedance of cable (tolerance)                                                                                                             |        |
| DCR of conductors                                                                                                                                  |        |
| DCR of shield                                                                                                                                      |        |
| Number of conductors                                                                                                                               |        |
| Shielding                                                                                                                                          |        |
| Colour code for conductor                                                                                                                          |        |
| Jacket colour requirements                                                                                                                         |        |
| Jacket material                                                                                                                                    |        |
| Resistance to harsh environment (e.g. UV, oil resist, LS0H)                                                                                        |        |
| Agency ratings                                                                                                                                     |        |
| Other characteristics <sup>a</sup>                                                                                                                 |        |
| <sup>a</sup> Replace "Other characteristics" with the name of the other needed characteristics (one or more, as needed). Otherwise delete the row. |        |

**Table 5 – Information relevant to copper cable: cords**

| Characteristic                                                                                                                                          | CP x/y |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Nominal impedance of cable (tolerance)                                                                                                                  |        |
| DCR of conductors                                                                                                                                       |        |
| DCR of shield                                                                                                                                           |        |
| Number of conductors                                                                                                                                    |        |
| Length                                                                                                                                                  |        |
| Shielding                                                                                                                                               |        |
| Colour code for conductor                                                                                                                               |        |
| Jacket colour requirements                                                                                                                              |        |
| Jacket material                                                                                                                                         |        |
| Resistance to harsh environment (e.g. UV, oil resist, LS0H)                                                                                             |        |
| Agency ratings                                                                                                                                          |        |
| Other characteristics <sup>a</sup>                                                                                                                      |        |
| <sup>a</sup> Replace "Other characteristics" with the name of the needed additional characteristics (one or more, as needed). Otherwise delete the row. |        |

#### 4.4.1.2.2 Copper cables for non-Ethernet-based CPs

Copper cables for non-Ethernet-based CPs, shall meet the requirements of Table 1 and any additional requirements or recommendations of the installation profile.

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 4 and Table 5.

#### 4.4.1.3 Cables for wireless installation

Communication cables connecting to wireless devices shall conform to the requirements of this document.

#### 4.4.1.4 Optical fibre cables

Optical fibre cables to support specific CPs shall meet the requirements or recommendations of the CP (see IEC 60794 (all parts)).

The planner shall select the appropriate optical fibre cable to support the required channel lengths and number of connections for the CP to be installed.

The planner shall review the relevant installation profile for additional requirements or recommendations for optical fibre cables.

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 6. The applicable standard is defined in the installation profiles with either a reference to IEC 60793 or IEC 60794 or OM1, OM2, OM3, OM4 or OS1, OS2. OM1, OM2, OM3 and OS1, OS2 are as specified in ISO/IEC 11801-1 and OM4 is as specified in IEC 60793-2-10: type A1a.3.

NOTE Some additional information to be considered by the installer and maintenance personnel is given in 5.2.1.13 and in Clause 8 of this document.

**Table 6 – Information relevant to optical fibre cables**

| Characteristic                                                                                                                                     | 9..10/125 µm<br>single mode<br>silica | 50/125 µm<br>multimode<br>silica | 62,5/125 µm<br>multimode<br>silica | 980/1 000 µm<br>step index POF | 200/230 µm<br>step index hard<br>clad silica |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|
| Standard                                                                                                                                           |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |
| Attenuation per km<br>(650 nm)                                                                                                                     |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |
| Attenuation per km<br>(820 nm)                                                                                                                     |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |
| Attenuation per km<br>(1 310 nm)                                                                                                                   |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |
| Number of optical fibres                                                                                                                           |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |
| Jacket colour requirements                                                                                                                         |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |
| Jacket material                                                                                                                                    |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |
| Resistance to harsh<br>environment (e.g. UV, oil<br>resist, LS0H)                                                                                  |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |
| Other characteristics <sup>a</sup>                                                                                                                 |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |
| <sup>a</sup> Replace "Other characteristics" with the name of the needed other characteristics (one or more, as needed). Otherwise delete the row. |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |

#### 4.4.1.5 Special purpose balanced and optical fibre cables

The following cables provide support for special applications. The planner shall consider any additional cabling attributes required to provide the desired life cycle of the cabling system.

Some examples of special purpose balanced cables and optical fibre cables are the following:

- a) festoon cables;
- b) high flex cables;
- c) high flex cables for three dimensional movement;
- d) UV-resistant cables;
- e) weld splatter cables.

Selection of high flex cables should take the following into account:

- cables are rated differently for rolling “C” track (also known as a drag chain) and robotic applications where the cable is moved in a bending flex way (also known as “tic-toc”);
- cables should only be used where needed, i.e. in the high flex area;
- increased attenuation of copper cables (for example due to conductor stranding) that may affect channel length;
- cables should be properly secured to the moving machinery to minimize bending, twisting and abrasion;
- specified cable bending radius shall be maintained;
- cables should be installed with connectors at each end for maintenance purposes;
- only approved lubricants shall be used to minimise jacket abrasion.

It is common for high flex cables to be used in robotic welding applications. In this case weld splatter sheath materials should be considered.

#### 4.4.1.6 Specific requirements for CPs

Additional information regarding the cable requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

If hybrid cables are supported for a network, the requirements shall be specified in the relevant installation profile.

#### 4.4.1.7 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

ISO/IEC 11801-3 requires the components to be selected and used in order that the desired channel performance is provided within the specified environment.

ISO/IEC 11801-3 also

- specifies reference implementations which link particular component specifications to channel transmission performance;
- provides appropriate methods of component specification, for example by reference to detailed specifications produced by other IEC committees.

The planner shall ensure that the components specified and their use within a channel provides the required transmission performance.

The planner shall ensure that a maintenance system is in place to maintain channel performance during the operational life of the cabling.

## 4.4.2 Connecting hardware selection

### 4.4.2.1 Common description

The planner shall ensure that connectors provide the required transmission performance in the specified environment (by reference to the MICE classification system or equivalent, see 4.2.3.1).

The planner shall use the appropriate pin-pair assignment based on Annex H and the specific installation profile in use.

The wire colour codes for CP specific connectors are defined in Annex D.

### 4.4.2.2 Connecting hardware for balanced cabling CPs based on Ethernet

This document recognizes sealed connector housings variants 1 and 6 of IEC 61076-3-106 and sealed connector housing variant 14 described in IEC 61076-3-117 for the encapsulation of 8-way modular connector compliant with IEC 60603-7. In the case of applications requiring the non-sealed connectivity, 8-way modular connectors specified in IEC 60603-7 shall be used. The installation of the variant 1, 6 or 14 at the AO and in the AI is dependent on the selected CP. In addition, the M12-4 with D-coding connector described in IEC 61076-2-101 and the M12-8 with X-coding connector described in IEC 61076-2-109 may be used at the AO and in the AI.

NOTE The above connector variants (1, 6 and 14) are reverse compatible with cords as defined by ISO/IEC 11801-3 and ensure a reverse compatibility to IEC 60603-7. Therefore, the standard test equipment can be used for network validation and troubleshooting.

Devices and AOs shall be fitted with sockets. Cables shall be fitted with plugs to interface with devices and AOs.

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the template given in Table 7.

**Table 7 – Connectors for balanced cabling CPs based on Ethernet**

|                                                                                                               | IEC 60603-7 series <sup>a</sup> |            | IEC 61076-3-106 <sup>b</sup> |        | IEC 61076-3-117 <sup>b</sup> | IEC 61076-2-101     | IEC 61076-2-109     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------|------------------------------|--------|------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                                                                                               | shielded                        | unshielded | Var. 1                       | Var. 6 | Var. 14                      | M12-4 with D-coding | M12-8 with X-coding |
| CP<br>x/y                                                                                                     |                                 |            |                              |        |                              |                     |                     |
| <sup>a</sup> For the IEC 60603-7 series, the connector selection is based on the desired channel performance. |                                 |            |                              |        |                              |                     |                     |
| <sup>b</sup> Housings to protect connectors.                                                                  |                                 |            |                              |        |                              |                     |                     |

For balanced 1-pair connecting hardware the requirements specified in Annex Q apply.

### 4.4.2.3 Connecting hardware for copper cabling CPs not based on Ethernet

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 8. Detailed specifications for M12 connectors are standardised in IEC 60512-29-100.

**Table 8 – Connectors for copper cabling CPs not based on Ethernet**

|                                                                                                                                                            | IEC 60807-2<br>or<br>IEC 60807-3 | IEC 61076-2-101        |                        |                        | IEC<br>61169-8   | ANSI/(NFPA)<br>T3.5.29 R1-2007 |                        | Others        |                   |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|---------------|-------------------|--------|
|                                                                                                                                                            | Sub-D                            | M12-5 with<br>A-coding | M12-5 with<br>B-coding | M12-n with<br>X-coding | Coaxial<br>(BNC) | M 18                           | 7/8-16<br>UN-2B<br>THD | Open<br>style | Terminal<br>block | Others |
| CP<br>x/y                                                                                                                                                  |                                  |                        |                        |                        |                  |                                |                        |               |                   |        |
| NOTE For M12-5 connectors, there are many applications using these connectors that are not compatible and when mixed may cause damage to the applications. |                                  |                        |                        |                        |                  |                                |                        |               |                   |        |

**4.4.2.4 Connecting hardware for wireless installation**

None.

**4.4.2.5 Connecting hardware for optical fibre cabling**

For optical cable connectors of an industrial network, the planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the template given in Table 9 and the Table 10. In Table 10, the relationship between FOC and optical fibre types is expressed in terms of the optical fibre cable that applies (see 4.4.1.4).

There are several standards to help select the correct connector solution for a given environment. The planner and or the installer should consult ISO/IEC 11801-1:2017 and or IEC 61753-1 and IEC 61753-1-3 for additional information on environmental classifications of environments for connectors.

**Table 9 – Optical fibre connecting hardware**

|                                                                                                                                                                                                                       | IEC 61754-2 | IEC 61754-4 | IEC 61754-24 | IEC 61754-20 | IEC 61754-22 | Others |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------|
|                                                                                                                                                                                                                       | BFOC/2,5    | SC          | SC-RJ        | LC           | F-SMA        |        |
| CP x/y                                                                                                                                                                                                                |             |             |              |              |              |        |
| NOTE IEC 61754 series defines the optical fibre connector mechanical interfaces. Performance specifications for optical fibre connectors terminated to specific fibre types are standardised in the IEC 61753 series. |             |             |              |              |              |        |

**Table 10 – Relationship between FOC and fibre types (CP x/y)**

| FOC      | Fibre type                            |                                  |                                    |                                |                                              | Others |
|----------|---------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|--------|
|          | 9..10/125 µm<br>single mode<br>silica | 50/125 µm<br>multimode<br>silica | 62,5/125 µm<br>multimode<br>silica | 980/1 000 µm<br>step index POF | 200/230 µm<br>step index<br>hard clad silica |        |
| BFOC/2,5 |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |
| SC       |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |
| SC-RJ    |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |
| LC       |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |
| F-SMA    |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |
| Others   |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |

#### 4.4.2.6 Specific requirements for CPs

Additional information regarding the connecting hardware requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### 4.4.2.7 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

See 4.4.1.7.

#### 4.4.3 Connections within a channel/permanent link

##### 4.4.3.1 Common description

For the purposes of 4.4.3, the terms channel and permanent link as defined in ISO/IEC 11801-1 are modified as in 3.1.22 and 3.1.60 in order to allow them be used for CPs in accordance with IEC 61784-5 (all parts).

The planner shall request that the maximum channel lengths as defined by the specific installation profile for the specific cabling media is not exceeded. However, the quality of service depends on the length of the channel and the number of connections and splices within it (see 4.4.3.2.3).

As the number of connections and splices in the channel increases so does the insertion loss, which then decreases the signal to noise ratio of the channel.

For balanced cabling, the planner shall request that unused pairs in an active channel be terminated in accordance with 4.4.1.2.

The planner shall ensure that the impact of the number of connections within the channel is taken into account as described in 4.4.3 for 4-pair cabling. For 1-pair cabling, the requirements specified in Annex Q apply. With regard to the number of connections in a channel, the reference implementations as described in ISO/IEC 11801-3 ~~are limited to 4~~ have a limited number of connections (e.g., 4 for 4-pair and 10 for 1-pair). If the planning requires more ~~than 4~~ connections than the corresponding reference implementation, then additional analysis may be required. Channel performance measurements may be required to assure that the channel meets the requirements of the application.

The planner shall ensure that an appropriate maintenance system is in place to maintain channel performance during the operational life of the cabling.

##### 4.4.3.2 Balanced cabling connections and splices for CPs based on Ethernet

###### 4.4.3.2.1 Common description

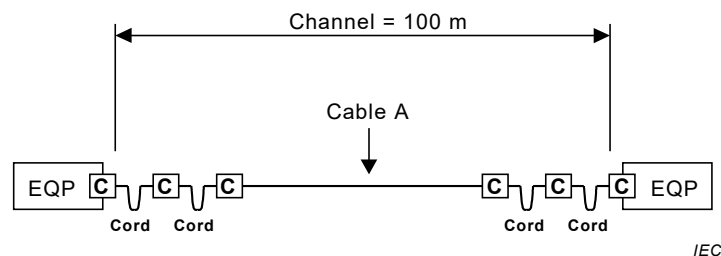
Ethernet-based networks shall comply with the following rules.

- The reference implementations as described in ISO/IEC 11801-3 (with specified structure, components and performance).
- The transmission performance shall be in accordance with the relevant class requirements as defined in ISO/IEC 11801-3. It shall be noted that these classes include requirements for TCL, ELTCTL and coupling attenuation with respect to MICE classification (E1, E2 or E3).
- Configurations beyond the reference implementations that are supported for a CP shall be fully described in the CP installation profile.

###### a) 4-pair basic reference implementation

Figure 11 shows the model used to correlate cabling dimensions specified in 4.4.3 with the channel specifications in ISO/IEC 11801-3. The cabling channel shown contains two

connections at each end and two cords at each end of the channel. For the purposes of 4.4.3, jumpers are treated as cords.



**Key**

**C** = connection

EQP = equipment

**Figure 11 – Basic reference implementation model**

The basic reference implementation approach of Table 11 allows the length of the fixed cable A to be adjusted to compensate for variable cord lengths and channel operating temperature.

**Table 11 – Basic reference implementation formulas**

| Category | Component                                   |                                  |                                  |
|----------|---------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|          | Class D                                     | Class E                          | Class F                          |
| 5        | $C = (113 - 2 \times N - F \times Y) / X^a$ | -                                | -                                |
| 6        | $C = (115 - N - F \times Y) / X$            | $C = (106 - N - F \times Y) / X$ | -                                |
| 7        | $C = (119 - N - F \times Y) / X$            | $C = (109 - N - F \times Y) / X$ | $C = (106 - N - F \times Y) / X$ |

For operating temperatures above 20 °C, the cable length C should be reduced by 0,2 % per °C for shielded cables and 0,4 % per °C (20 °C to 40 °C) and 0,6 % per °C (> 40 °C to 60 °C) for unshielded cables. Where the operating temperature exceeds 60 °C, then manufacturers' information shall be consulted regarding the required reductions in cable length.

NOTE The required channel performance is provided using the formulas provided in this table and based upon a statistical approach of performance modelling.

<sup>a</sup> where

C is the length of the fixed cable A (m);

N is the number of connections (subject to maximum of 4, otherwise NEXT, Return Loss and ELFEXT performance should be verified);

F is the combined length of cords and jumpers (m);

X is the ratio of the insertion loss of the fixed cable A (dB/m) to the insertion loss of the relevant category of cable (dB/m);

Y is the ratio of insertion loss of the cords/jumpers (dB/m) to the insertion loss of the relevant category of cable (dB/m).

In Table 11, it is assumed that

- the maximum channel length is 100 m;
- the fixed cable A may have a different insertion loss specification than the relevant category of cable specified in IEC 61156 (all parts);
- the flexible cable within the cords may have a different insertion loss specification than that used in the fixed cable;
- the cables within all the cords in the channel have a common insertion loss specification;
- all cables and cords are subject to the same temperature conditions;



- cable A may be constructed using the same cable types that are used in cords. In this case the proper de-rating shall be used (see Table 13).

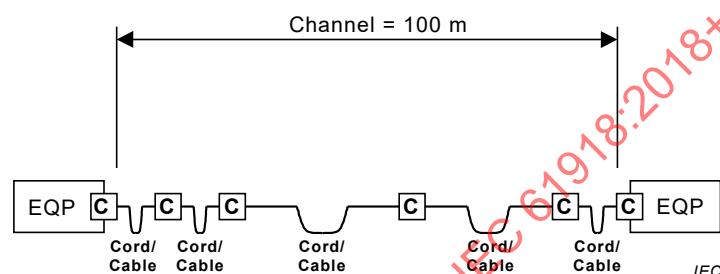
The length of the cable A shall be determined by the formulas defined in Table 11.

When four connections are used in a channel, the length of the fixed cable A should be at least 15 m. The maximum length of the fixed cable A will depend on the total length of cords to be supported within a channel. The maximum lengths of cords shall be fixed and during the operation of the installed cabling, a management system should be implemented to ensure that the cords used to create the channel conform to these design limits.

#### b) 4-pair enhanced reference implementation

Figure 12 shows the model used to correlate cabling dimensions specified in 4.4.3 with the channel specifications in ISO/IEC 11801-3. The channel cabling shown contains four connections. For the purposes of 4.4.3, jumpers are equivalent to cords.

A channel may be assembled with cords and cables in any order.



#### Key

 = connection

EQP = equipment

**Figure 12 – Enhanced reference implementation model**

In Table 12, it is assumed that

- a) the maximum channel length is 100 m;
- b) all the cables may have a different insertion loss specification than the relevant category of cable specified in IEC 61156 (all parts);
- c) each of the cables may have different insertion loss specifications;
- d) each of the cables may be subject to different temperature conditions.

The length of the cords used within a channel of a given class shall be determined by the formulas defined in Table 12 and Table 13.

Where a proposed implementation would result in a cable separating two pair of connections within the channel with a length less than  $15/Y$  (m), then validation shall be performed to confirm channel performance.

NOTE  $Y_i$  is defined in Table 12.

The planner shall require that, during the operation of the installed cabling, the maintenance organisation ensure that the cords used to construct, update or repair the channel conform to the design rules of the channel.

**Table 12 – Enhanced reference implementation formulas**

| Category                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Component                                                                    |                                                                     |                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Class D                                                                      | Class E                                                             | Class F                                                             |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 113 - 2 \times N$ | -                                                                   | -                                                                   |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 115 - N$          | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 106 - N$ |                                                                     |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 119 - N$          | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 109 - N$ | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 106 - N$ |
| NOTE The required channel performance is defined using the formulas provided in this table and based upon a statistical approach of performance modelling.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                              |                                                                     |                                                                     |
| <sup>a</sup> where<br><i>I</i> is the cable section from 1 to <i>j</i> (subject to a minimum of 1 and a maximum of 5);<br><i>N</i> is the number of connections (subject to maximum of 4, otherwise NEXT, Return Loss and ELFEXT performance should be verified);<br><i>F<sub>i</sub></i> is the length of the cable (m);<br><i>Y<sub>i</sub></i> is the ratio of the insertion loss of the cable (dB/m) to the insertion loss of the relevant category of cable (dB/m);<br><i>Z<sub>i</sub></i> is the derating of insertion loss of the cords (dB/m) for operating temperatures above 20 °C, defined in Table 13. |                                                                              |                                                                     |                                                                     |

**Table 13 – Correction factor Z for operating temperature above 20 °C**

| Cable construction                                                                                                                   | Correction factor Z         |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                                                                                                                      | 20 °C < <i>T</i> < 40 °C    | 40 °C < <i>T</i> < 60 °C    |
| Shielded                                                                                                                             | $1 + 0,002 \times (T - 20)$ | $1 + 0,002 \times (T - 20)$ |
| Unshielded                                                                                                                           | $1 + 0,004 \times (T - 20)$ | $1 + 0,006 \times (T - 20)$ |
| Where the operating temperature exceeds 60 °C, then manufacturers' information shall be consulted regarding the appropriate factors. |                             |                             |

In the case where end connections differ from those specified for the standard channel, the planner shall request that the test equipment is calibrated in accordance with the equipment manufacturer's instructions and the proper test heads.

#### c) End-to-end link

End-to-end link is as described in Annex O.

#### d) Balanced 1-pair cabling

For balanced 1-pair cabling connections, the requirements specified in Annex Q apply.

##### 4.4.3.2.2 Connections minimum distance

Any requirements within the specific CP installation profile for minimum distance between connections shall be applied.

##### 4.4.3.2.3 Balanced cabling splices

Splices shall only be used as a means of temporary repair. Splices shall be done by means that maintain channel performance and environmental integrity. The number of connections shall be taken into account. The recommended solution is to use a plug and jack combination with appropriate environmental integrity. The repaired cable segment should be tested with the appropriate field tester.

#### 4.4.3.2.4 Balanced cabling bulkhead connections

A bulkhead connection that does not have the transmission performance of a single connection shall be counted as two connections.

When the bulkhead connection supports 4 pair to 2 pair conversion (e.g. 8-way modular to M12), accommodations shall be made to terminate the unused pairs differentially. Connection to earth is not allowed either through a capacitor or direct.

NOTE Additional information on bulkhead connection is provided in Annex J. The content of Annex J differs from that of ISO/IEC 11801-3.

A bulkhead cable gland may be used instead of a bulkhead connection when the use of the bulkhead connection is not compatible with the limit of connections in the channel.

#### 4.4.3.2.5 Balanced cabling J-J coupler (J-J adaptor)

A J-J coupler connection that does not have the transmission performance of a single connection shall be counted as two connections in the channel.

J-J couplers are suitable to connect fixed cabling and flexible cabling, for example, for rolling c-track within a machine. J-J couplers are also suitable to provide the connections in a conveyor belt composed of several modules that are plugged together when they are put into operation. Connections in support of replacement of high flex segments shall be counted in the overall channel limits for the number of allowed connections.

#### 4.4.3.3 Copper cabling connections and splices for CPs not based on Ethernet

##### 4.4.3.3.1 Common description

The number of allowed connections versus the fieldbus length shall be as described in the relevant CP.

##### 4.4.3.3.2 Connections minimum distance

See 4.4.3.2.2.

##### 4.4.3.3.3 Copper cabling splices

See 4.4.3.2.3.

##### 4.4.3.3.4 Copper cabling bulkhead connections

See 4.4.3.2.4.

##### 4.4.3.3.5 Copper cabling J-J couplers (J-J adaptors)

See 4.4.3.2.5.

#### 4.4.3.4 Optical fibre cabling connections and splices for CPs based on Ethernet

##### 4.4.3.4.1 Common description

The maximum channel insertion loss specified for the CP (by reference to the ~~ISO/IEC 8802-3~~ [ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021](#)) defines the possible configurations of the cabling at the specified wavelength as in formula (1).

$$L = 1000 \times \left[ A - \sum_{i=1}^J M_i - \sum_{i=1}^K S_i \right] / C \quad (1)$$

where

$L$  is the channel length (m);

$A$  is the maximum channel insertion loss/optical power budget (dB);

$M_i$  is the insertion loss specification of each connection (dB);

$S_i$  is the insertion loss specification of each splice (dB);

$J$  is the number of connections in the channel;

$K$  is the number of splices in the channel;

$C$  is the cable attenuation coefficient (dB/km).

The planner shall apply any requirements concerning maximum channel lengths together with numbers of, or specification of, component within the specific CP. Reference should be made to the relevant installation profile (IEC 61784-5 (all parts)) to determine if additional requirements exist.

The optical fibre cable used in the channel should be long enough for the intended installation to prevent having connections and splices. The planner shall instruct the installer to take measures to ensure that the bending of the optical fibre cable does not fall below the minimum bending radius specified for the cable (see 5.2.1.2 and 5.2.1.6).

Further details of bulkhead connections are given in 4.4.3.4.3.

#### **4.4.3.4.2 Optical fibre splices**

There are two methods for performing optical splices: mechanical and fusion. They both provide for different losses that have an impact on the insertion loss of the channel. The number of splices allowed is based on the optical power budget of the system and shall be accounted for in the channel loss budget.

#### **4.4.3.4.3 Optical fibre bulkhead connections**

The insertion loss of an optical fibre bulkhead connection typically is equivalent to that of one connection.

#### **4.4.3.4.4 Optical fibre J-J couplers (or adaptors)**

The insertion loss of an optical fibre J-J coupler or adaptor typically is equivalent to that of one connection. Where it is not, the additional connections shall be considered in the applied formula (see Table 11 and Table 12).

#### **4.4.3.5 Optical fibre cabling connections and splices for CPs not based on Ethernet**

The number of allowed connections and splices is limited by the maximum allowable channel attenuation and/or power budget.

The number of allowed connections and splices versus the fieldbus length shall be as described in the relevant CP installation profile.

#### **4.4.3.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

No additional requirements.

#### **4.4.4 Terminators**

##### **4.4.4.1 Common description**

Terminators reduce reflections and help to reduce radiations and noise susceptibility in a cabling system. The planner shall consult the CP for the requirements for terminators and their values.

See 4.4.1.2 for additional requirements regarding the termination of all un-used pairs.

##### **4.4.4.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the terminator requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

##### **4.4.4.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

No additional requirements.

#### **4.4.5 Device location and connection**

##### **4.4.5.1 Common description**

The devices should be located to provide adequate access for maintenance and troubleshooting consistent with the required channel performance. In addition environmental conditions, routing of the cable and connectivity considerations shall be given (see 4.4.11.1).

##### **4.4.5.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the device location and connection requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

##### **4.4.5.3 Specific requirements for wireless installation**

None.

##### **4.4.5.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

Generic cabling shall only be installed in areas where critical applications will not be subject to environmental conditions typical of the automation islands.

Generic cabling installed in automation islands shall only serve applications (voice, video, etc.) that are not dangerously affected by the environmental conditions typical of the automation islands.

#### **4.4.6 Coding and labelling**

##### **4.4.6.1 Common description**

Coding or labelling should be used in the plant (and referred to in the as-implemented cabling documentation) in such a way to facilitate the work of inspection and replacement of the network components. Colour coding provides easy identification between optical fibre cabling and balanced cabling.

NOTE See Clause 7 for additional information.

#### 4.4.6.2 Additional requirements for CPs

Cables and AOs should be labelled in accordance with the system drawings. Labelling of connectors and/or cables (balanced and optical fibre) should be used for easy identification. Security shall be taken into account when deciding coding and labelling.

Means for identifying optical fibre polarity shall be provided.

#### 4.4.6.3 Specific requirements for CPs

Additional information regarding coding and labelling requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### 4.4.6.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

See ISO/IEC 14763-2.

#### 4.4.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shielded cabling

##### 4.4.7.1 Common description

##### 4.4.7.1.1 Basic requirements

When portions of generic cabling are used to support communication for a given CP, those portions of generic cabling shall conform to the requirements of the CP.

The earthing and bonding of equipment and the use of shielded cabling are very important aspects of the cabling installation.

Earth potential differences between cabling end points will induce noise in the cabling system. This is especially true in shielded cabling systems. Controlling earth currents is extremely important in reducing interference caused by earth offsets. Shield currents shall be mitigated by using a proper earthing system and/or proper shield earthing techniques as defined in this document and the relevant CPs. If this requirement cannot be met, then alternate media, such as unshielded cables, optical fibre cables, or wireless, shall be considered.

Building and plant earthing wiring systems are implemented according to local, national or international regulations and standards (such as IEC 60364-4-41 and IEC 60364-5-54). If conformance is required, then the network planner/installer and verifier shall obtain confirmation that the facility conforms to the applicable standards and the relevant CP.

##### 4.4.7.1.2 Planner tasks

The planner shall perform the following tasks.

- **Requirement 1**

- The planner shall check with the owner of the building and plant the implemented configuration of the earthing system of the building and plant and the value of the earth resistance.

- **Requirement 2**

For the connections to the existing building and plant earthing system, the network installation planner shall specify the following requirements for proper connection.

- A quality of the earthing connections requirement as defined in 5.7.1.

A common bonding network (CBN) with the required earth impedance and high current carrying capacity formed by all metallic constructional components shall be available.

- In order to insure long-term reliability, appropriate measures shall be performed to protect earthing cables and connections against corrosion.

Methods for controlling potential differences in an earth system and selection of the earthing and bonding systems shall be as described in 4.4.7.1.3.

#### **4.4.7.1.3 Methods for controlling potential differences in the earth system**

The planner shall design the earthing of the industrial communication network in accordance with this document and the relevant installation profile. IEC TR 61000-5-2 gives additional guidance.

There are two proven earthing methods: equipotential and star (see 4.4.7.3). The planner shall use one of these to reduce the effects of earth offsets.

If this is not possible, then alternate transmission media shall be used (such as unshielded cables, optical fibre cables, or wireless).

#### **4.4.7.1.4 Selection of the earthing and bonding systems**

The planner should have a complete understanding of the condition of the existing earthing and bonding system of the building/plant in the network coverage area. If there is an adequate earthing and bonding system present, the complete system can be handled without division into earth sub-systems. If this is not the case, then the system should be split into earthing sub-systems. Each earthing sub-system may then use any of the proven earthing and bonding methods as required by the applicable CP installation profile. The planner should provide advice to the machine tool builder regarding the earthing scheme implemented in the facility and to design the earthing of the machine according to the scheme in the facility and the specific installation profile. The flowchart in Figure 14 is provided to help the planner in determining how to proceed.

The earthing and bonding system shall be constructed by cables, bus bars, and other components in accordance with EN 50310 and shall not consist of pathways and building steel. Pathways and building system shall be bonded to the earthing and bonding system.

The planner shall document the chosen earthing system (~~equipotential~~ mesh earthing or star earthing) for the complete communication network. Annex E recalls the reasons for using a specific system for power network.

#### **4.4.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways**

##### **4.4.7.2.1 Equalisation and earthing conductor sizing and length**

The equalisation conductors and earthing conductors shall have a resistance  $< 1 \Omega$  (see 5.7.1).

The planner should require that the length of all equalization conductors and earthing conductors be cut to minimum lengths. Coiling of excess grounding and equalization conductors is not permitted as this decreases the effectiveness of the grounding and equalization conductors. Figure 13 shows the relationship between the cross-sectional area and the maximum length of the conductor.

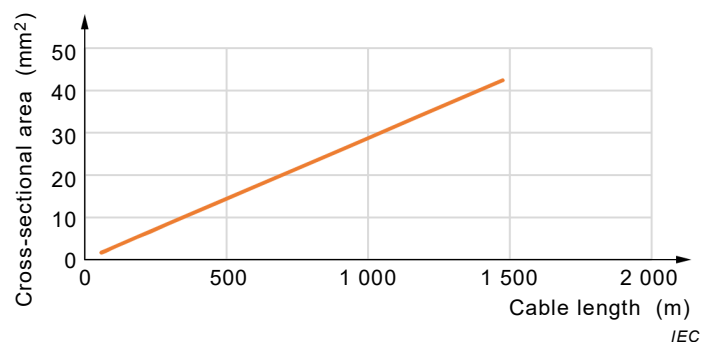


**Figure 13 – Equalisation and earthing conductor cross-sectional versus maximum length**

Table 14 shows maximum length values that correspond to typical standard cross-sectional areas expressed in mm<sup>2</sup> (see Annex F for the complete list of IEC 60228 and AWG values). These maximum length values are based on providing a maximum resistance of 0,6  $\Omega$  in order to ensure that the maximum resistance value of 1  $\Omega$  is not exceeded between the enclosure and the pre-existing earthing and bonding point.



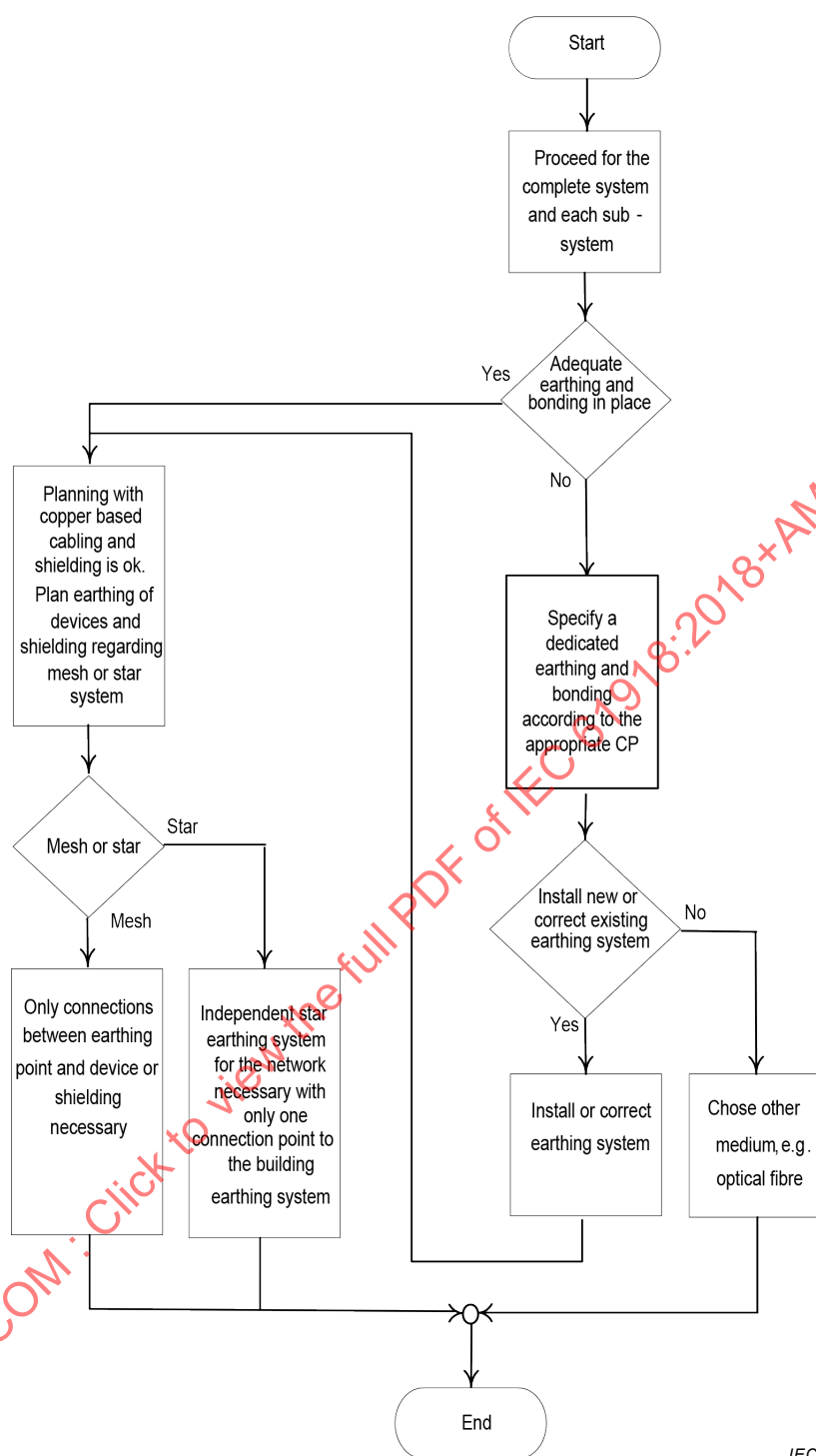


**Figure 14 – Selection of the earthing and bonding systems**

NOTE Long earthing conductors could increase earth impedance, rendering the earthing ineffective in lightning events.

For needed length equalization, conductors and earthing conductors shall have a cross-sectional area with a value not less than the value shown in Table 14 for a maximum lengths that is higher than the one requested. The length of earth straps should be no less than 25 mm (1 inch). Local regulations may require additional earthing conductor requirements.

**Table 14 – Equalisation and earthing conductor  
sizing and length**

| Cross-sectional areas<br>mm <sup>2</sup>                                     |              | Maximum length<br>m |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|
| IEC 60228                                                                    | AWG          | a                   |
|                                                                              | 8,36 (8 AWG) | 291                 |
| 10                                                                           |              | 349                 |
|                                                                              | 10,5 (7 AWG) | 368                 |
|                                                                              | 13,3 (6 AWG) | 461                 |
| 16                                                                           |              | 556                 |
|                                                                              | 16,8 (5 AWG) | 582                 |
|                                                                              | 21,1 (4 AWG) | 736                 |
| 25                                                                           |              | 870                 |
| <sup>a</sup> Length of a conductor having a resistance $R = 0,6 \, \Omega$ . |              |                     |

**4.4.7.2.2 Bonding straps and sizing**

Bonding straps shall be constructed of copper or zinc plated steel (see Table 15 which provides data taken from IEC 60364-5-54).

The bonding straps should preferably be stranded to ensure that the connection is also effective at high frequencies as a result of the large surface area.

**Table 15 – Bonding straps cross-section**

| Material          | Minimum cross-section<br>mm <sup>2</sup> |
|-------------------|------------------------------------------|
| Copper            | 6                                        |
| Zinc plated steel | 50                                       |

Table 16 (with data taken from IEC 60364-5-54) provides requirements for bonding plate's surface protection.

**Table 16 – Bonding plates surface protection**

| Material | Surface protection | Thickness<br>μm |
|----------|--------------------|-----------------|
| Copper   | Bare               | None            |
|          | Tin-coated         | 1 to 5          |
|          | Zinc-coated        | 20 to 40        |

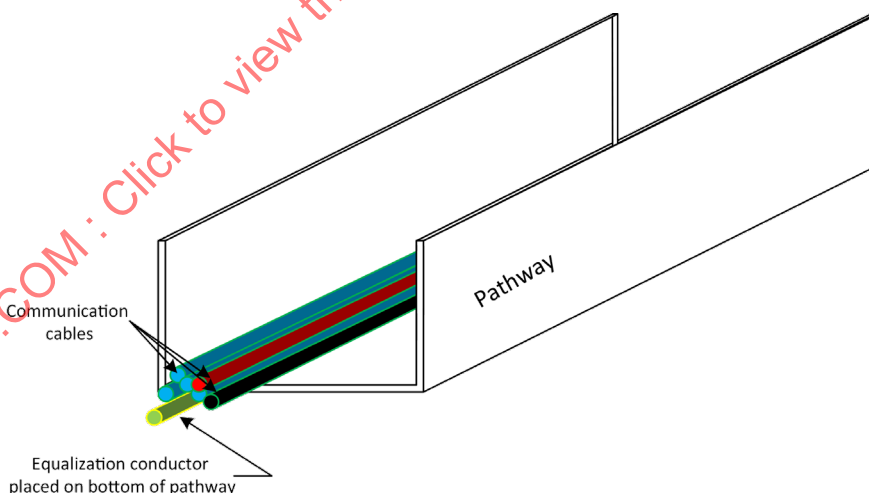
**4.4.7.2.3 Surface preparation and methods**

The cabling planning documentation shall require that all connections to metallic surfaces be prepared in a way to provide a low resistance of the connection and enduring protection against corrosion. Subclause 5.7.2.3 provides additional guidance to the installers on making good connections to metallic surfaces.

#### 4.4.7.2.4 Bonding and earthing

The planner shall require the following.

- a) Earthing connections for the cabinets shall not be daisy chained.
- b) Where two independently moving metallic pathways are separated, a flexible bonding strap shall be used to bond the two metallic sub pathways together (see Figure 31).
- c) Where two metallic pathways are mechanically connected using solid metal straps, a separate flexible bonding strap may be used.
- d) Expansion joints and joint connections shall be bridged by flexible bonding straps (see Figure 31).
- e) All inactive metal parts, particularly in the immediate vicinity of automation components and communication cables, shall be bonded to the earthing system. This includes all metal parts of cabinets, construction and machine parts, etc., that do not have any electrical conducting function in the automation system.
- f) If an equipotential system is required, metallic conductive cable pathways shall be included in the equipotential bonding of the system and between the individual system sections. The planner shall specify how often the pathways shall be connected to the equipotential bonding system.
- g) The individual segments of the cable pathways shall be connected at low impedance with each other.
- h) Earthing conductors shall be kept as short as possible.
- i) Excess lengths of earthing and bonding conductors shall not be coiled.
- j) Earthing conductors and equalisation conductors shall be placed nearest to the metallic pathway where they are installed, to reduce the impedance of the earth circuit (Figure 15). Attention shall be paid to the fact that the noise changes the impedance of the earthing conductors and equalisation conductors in function of its frequency. The graph in Figure 16 shows the consequences of increasing the length of the earthing and or the equalizations conductor without increasing the wire gauge.



IEC

**Figure 15 – Placement of equalisation conductors**

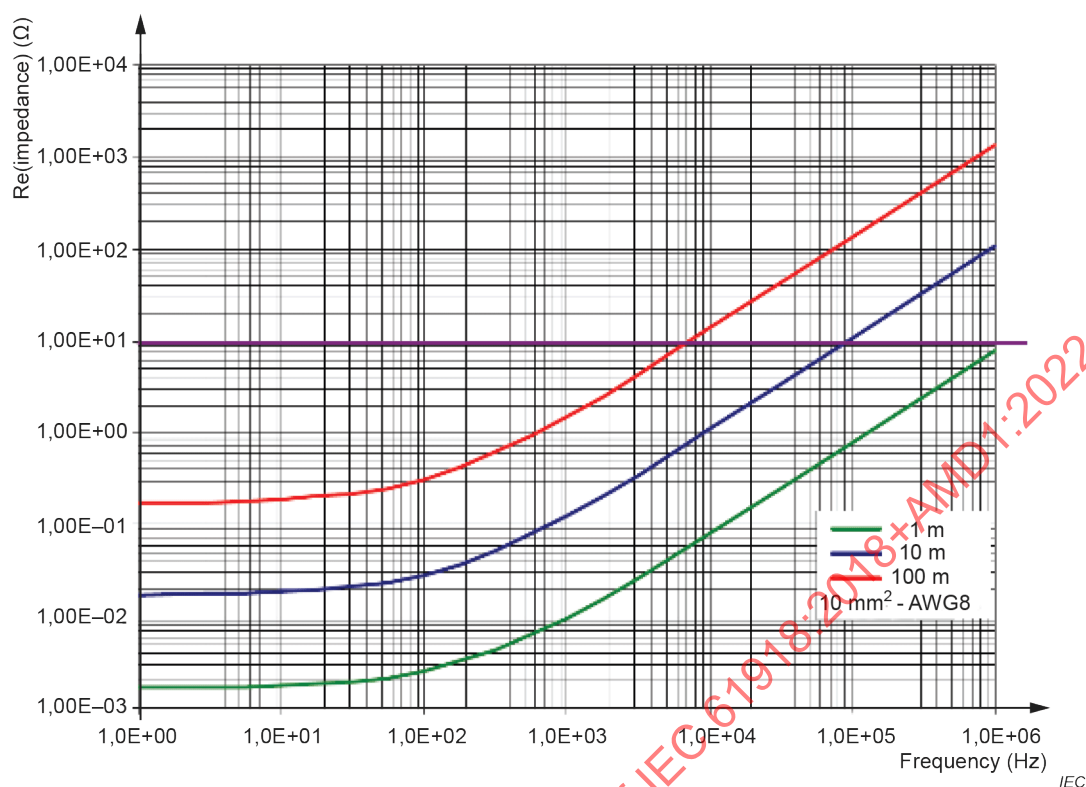


**Figure 16 – Impedance of the earthing conductors and equalisation conductors versus noise frequency**

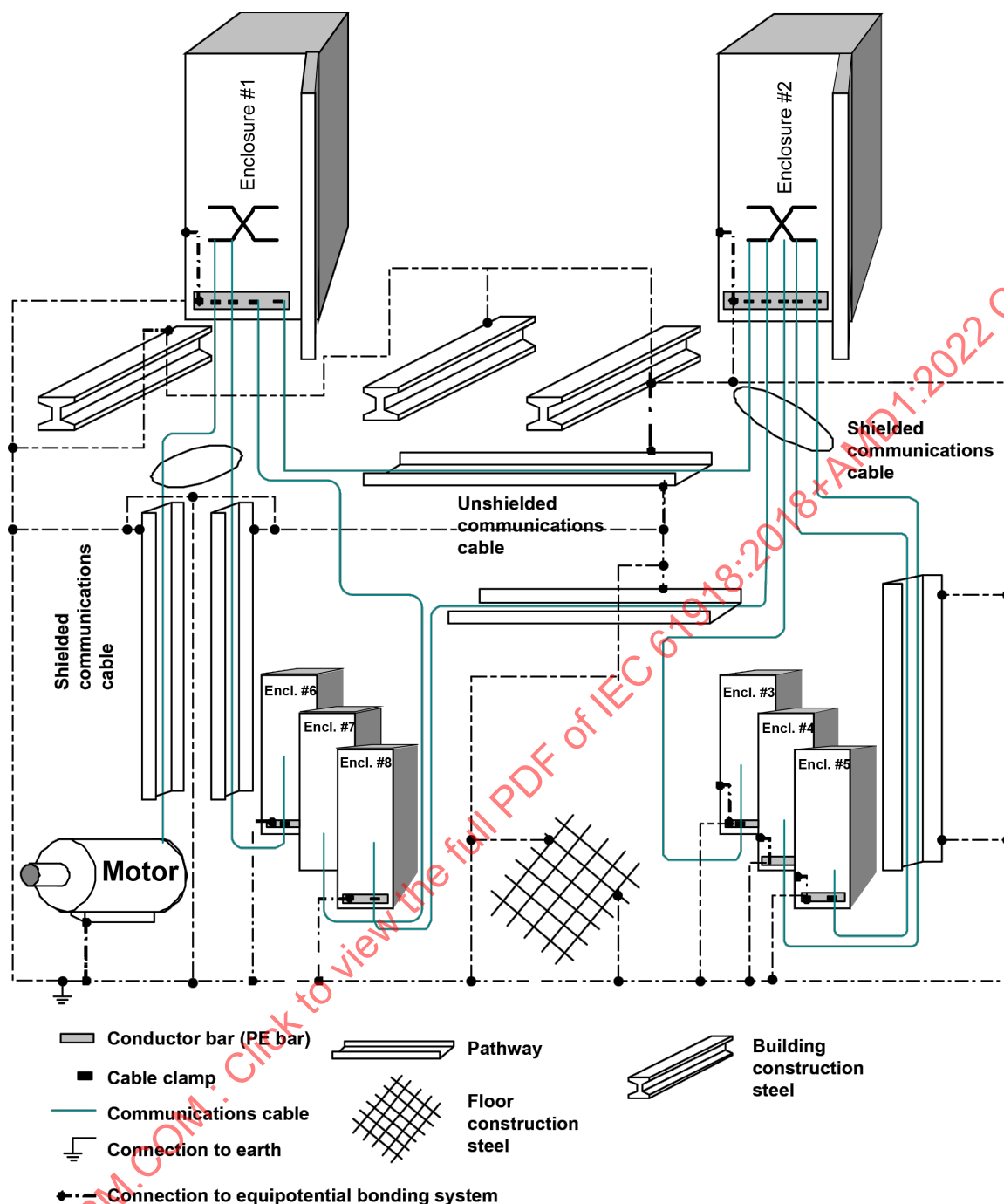
#### 4.4.7.3 Earthing methods

##### 4.4.7.3.1 Equipotential Mesh

Figure 17 shows an example of wiring for bonding enclosures, pathways and wiring of the earths arranged as a mesh to implement an equipotential earthing configuration.

The potential equalization cables shall be specified in accordance with 4.4.7.2.

If earth current cannot be controlled, this may cause component failure or communications faults. In this case, alternate media should be considered.



IEC

Figure 17 – Wiring for bonding and earthing in ~~an equipotential~~ a mesh configuration

Local, national or international safety earthing standards shall be applied.

NOTE Safety always takes precedence over EMC.

#### 4.4.7.3.2 Star

Currents in earth paths generated by high currents can be controlled by the means of a star earthing system and by isolating the signal earth from the equipment earth. This is accomplished by providing two star earths, one for the equipment and a second for the communication equipment. Shields for the communication equipment shall be referenced only to the signal earth and no equipment shall be referenced to the signal earth. Each of the star

earths of the two systems shall converge to one point within the building, as shown in Figure 18.

When the devices are required to be connected to a functional earth system that is isolated from the protective earth system at the enclosures, the planner shall specify the method to be used for the isolation. Isolated bus bars can be used to create a signal earth or functional earth (see Figure 33).

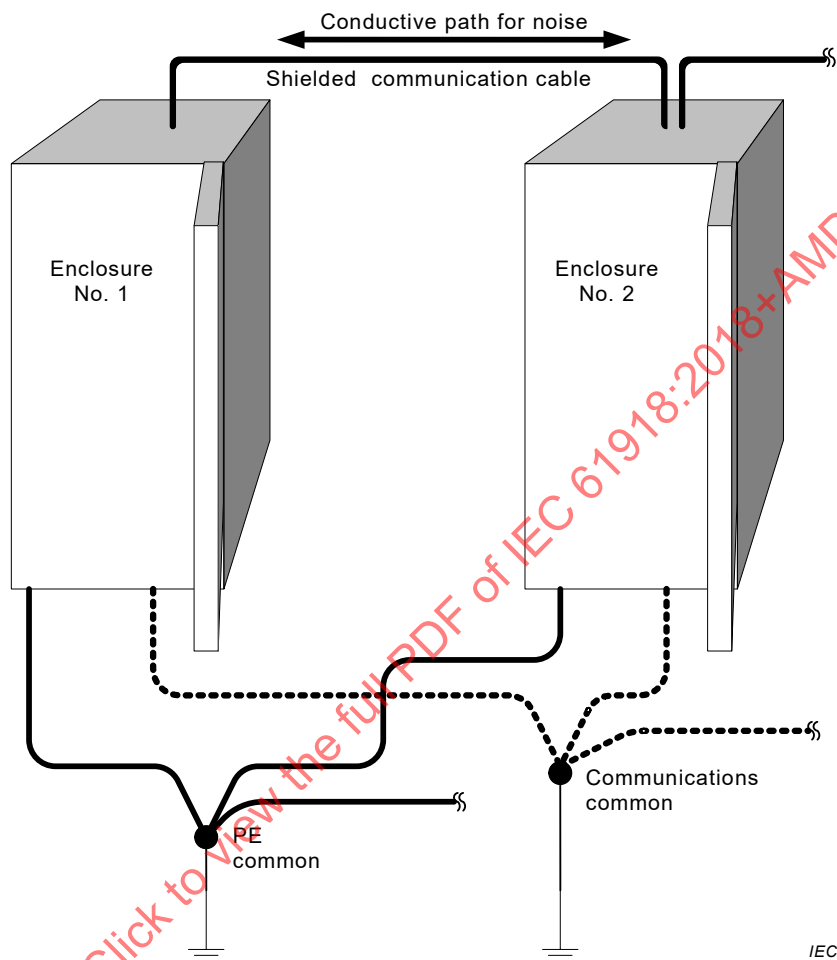
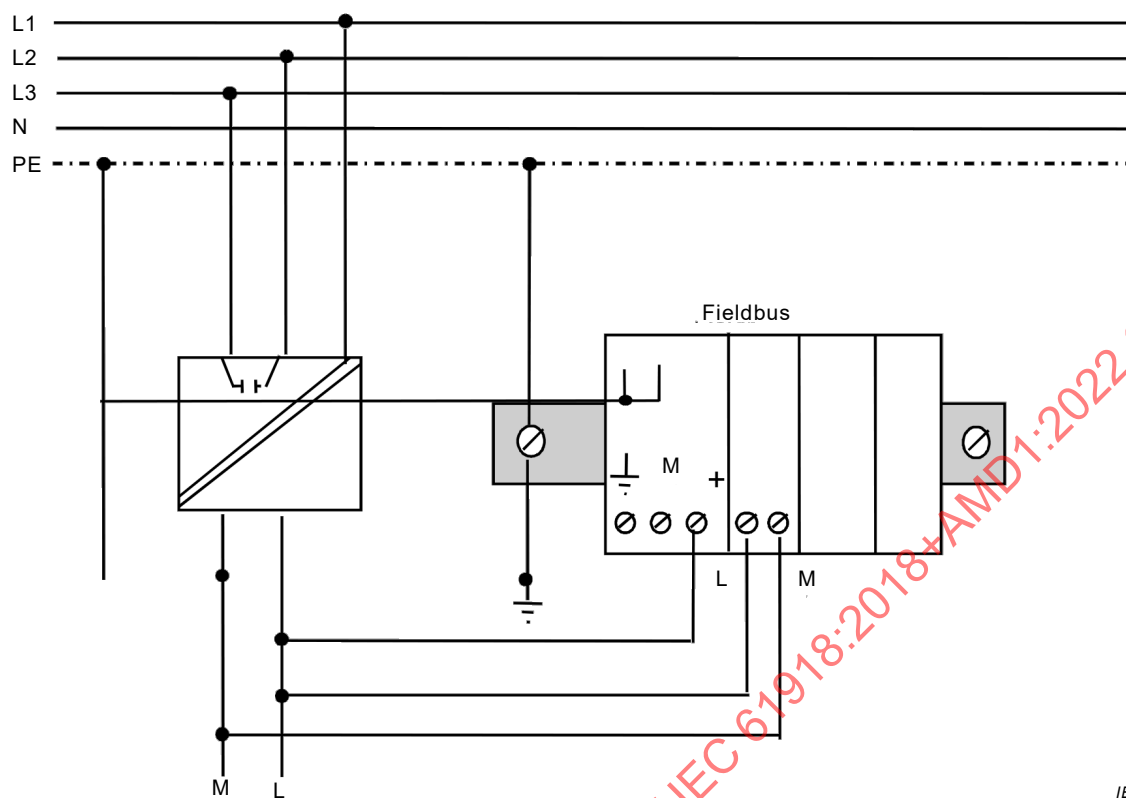


**Figure 18 – Wiring of the earths in a star earthing configuration**

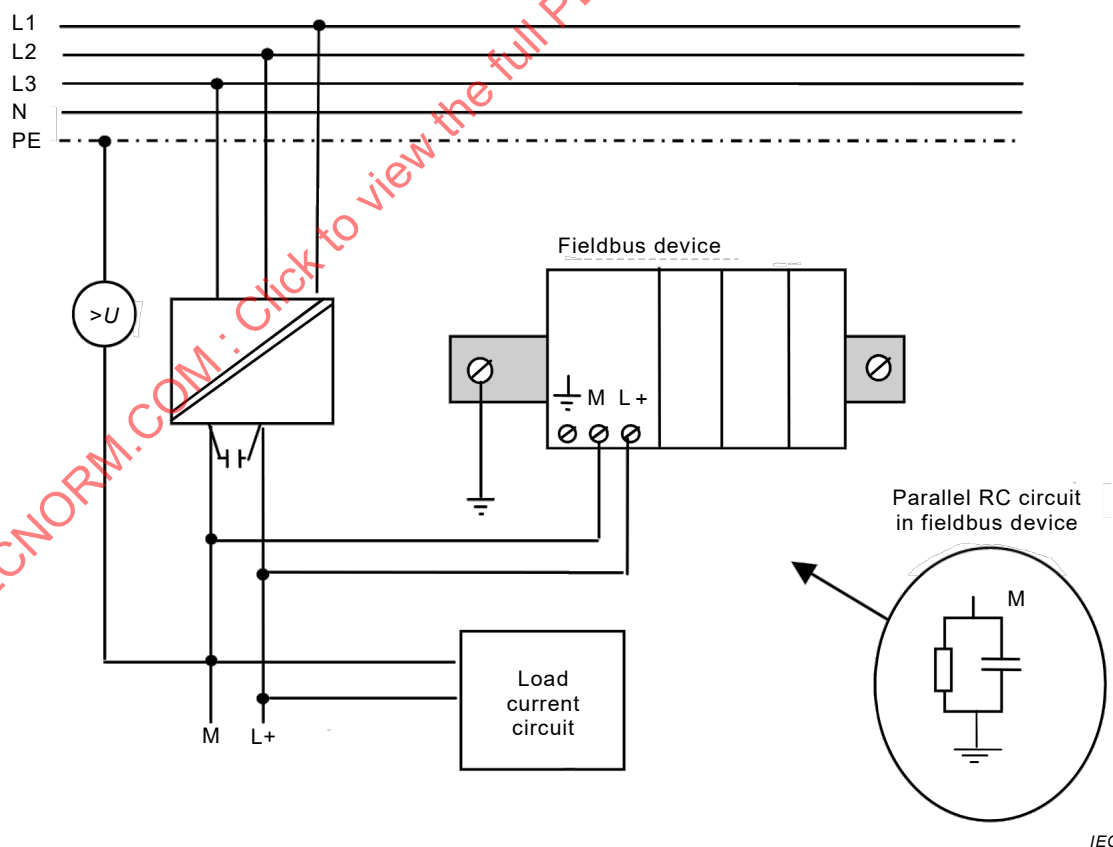
#### 4.4.7.3.3 Earthing of equipment (devices)

Equipment is normally earth connected, whereby the equipment's functional earth (M) is connected to the protective earth (PE) over a large area (see Figure 19). In exceptional circumstances, equipment can be arranged as a non-earthed system. This may be necessary if high short-circuit currents can occur (induction furnaces, etc.). In a non-earthed system, it is necessary to provide an insulation-monitoring device with a voltage limiter as shown in Figure 20. The term "non-earthed" is also used if a parallel RC circuit is fitted between the communication shield and earth. Many devices are fitted with a parallel RC circuit of this type to improve the interference immunity. This should be considered when choosing an earth-leakage monitor. In addition, the non-earthed arrangement ensures that uncontrolled equalisation currents do not damage or disrupt communication devices on the bus. The relevant safety regulations shall be observed.



IEC

Figure 19 – Schematic diagram of a field device with direct earthing



IEC

Figure 20 – Schematic diagram of a field device with parallel RC circuit earthing

#### 4.4.7.3.4 Copper bus bars

Bus bars shall be used for the interconnection of earthing conductors.

Bus bars shall be selected and interconnected in accordance with local, national and international regulations and standards.

Bus bars shall be constructed of copper or copper alloys having a minimum conductivity of  $5,52 \times 10^7$  S/m (95 % IACS) when annealed as specified by International Annealed Copper Standard and shall be finished with either tin coated surfaces or galvanically stabilized surfaces.

The bus bar shall be sized to carry noise currents and fault currents, which are anticipated in the installation environment, and to provide the mechanical capability for connection of the earthing conductors.

The bus bar impedance is seen in series to all earthing conductors connected to it. For fault current capability, the bus bar cross sectional area shall be at least five times the cross sectional area of the earthing conductor connected to the bus bar, considering the largest earthing conductor listed in Table 14 it shall be at least 125 mm<sup>2</sup>. A maximum useful thickness of 9,25 mm is determined by the skin effect at 60 Hz. The minimum thickness value shall be 5 mm for mechanical capability; in this case, the minimum width shall be 25 mm. The bus bar width shall provide full coverage of the connecting hardware.

The bus bar length shall be as needed to support the number of connection of all the earthing conductors, with the maximum length given by formula (2).

$$L_{\max} = Z_{\max} \times P \times \delta \times 10^{-6} / \rho \quad (2)$$

where

$L_{\max}$  is the maximum length in m;

$Z_{\max}$  is the maximum impedance in  $\Omega$ ;

$P$  is the perimeter of the cross section of the bus bar, in mm;

$\delta$  is the skin depth in mm at a given frequency; for copper, its value is  $65,4 \text{ mm}/\sqrt{\nu}$  where  $\nu$  is the unit less value of the frequency in Hz and for copper alloy annealed as specified above is  $67,6 \text{ mm}/\sqrt{\nu}$ ;

$\rho$  is the resistivity of the conductor. For copper, its value is  $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \times \text{m}$  (at 20 °C) and for copper alloy annealed as specified above is  $1,81 \cdot 10^{-8} \Omega \times \text{m}$  (at 20 °C).

EXAMPLE 1  $L_{\max} = 3,6 \text{ m}$ , with  $Z_{\max} = 0,1 \Omega$  at 50 MHz for a copper bus bar having a sectional perimeter of 60 mm.

EXAMPLE 2  $L_{\max} = 0,7 \text{ m}$ , with  $Z_{\max} = 0,1 \Omega$  at 1 GHz for a copper bus bar having a sectional perimeter of 60 mm.

Bus bars should be supplied with pre-punched holes for use with cable terminating lugs.

The bus bar shall be used in accordance with 5.7.2.3. When it is necessary to isolate a copper bus bar, the isolation to the local earth shall be  $> 2 \text{ M}\Omega$ .

#### 4.4.7.4 Shield earthing

##### 4.4.7.4.1 Non-earthing or parallel RC

The planner shall specify if the installer shall use shield termination earthed with a parallel RC circuit (see Figure 35). In addition, the planner shall make aware the installer of the fact that non-earthed shield termination could affect the integrity of the shield due to the dangerous noise currents caused by the earth offset.



When the communication shields are required to be earthed directly at both ends, then the bonding method shown in Figure 17 shall be used.

#### **4.4.7.4.2 Direct**

The planner shall specify if the installer shall use the direct shield earthing, as represented in 5.7.4.3.

If the voltage offset between two communicating devices, which are directly connected to earth, exceeds 1 V at 50/60 Hz, then an equalization conductor shall be added to mitigate the voltage offsets that might otherwise create current through communication shields (see Figure 38). The cross-sectional area shall be in accordance with 4.4.7.2.1, 4.4.7.2.4 and 5.7.2.1. The planner shall document the requirements for this conductor in the cabling planning documentation.

#### **4.4.7.4.3 Derivatives of direct and parallel RC**

The planner shall specify which derivatives of direct and of parallel RC shield earthing shall be used by the installer. Examples of derivatives are provided in 5.7.4.4.

#### **4.4.7.5 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding earthing and shielding requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **4.4.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

### **4.4.8 Storage and transportation of cables**

#### **4.4.8.1 Common description**

The planner shall require that manufacturer's handling and storage requirements be met during transportation, storage and installing in accordance with the specified local environmental conditions. To protect cable ends from corrosion, the cables should be kept sealed at both ends until installed and terminated.

#### **4.4.8.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding storage and transportation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **4.4.8.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

### **4.4.9 Routing of cables**

#### **4.4.9.1 Common description**

Subclause 4.4.9 describes the requirements for CPs cable routing inside buildings and enclosures and outside buildings and provides guidance on the routing of earthing conductors, communication cables and pathways.

NOTE 1 The requirements for routing of cables as they relate to generic cabling are provided in ISO/IEC 14673-2.

- Cable routes shall be selected to minimize noise coupling and crosstalk.
- Excess cables shall be dressed to minimise noise coupling from adjacent radiators, i.e. shaped like an 8 with a length of 0,3 m to 0,5 m and maintaining correct bending radius.

- Cables (optical fibre and balanced) shall be routed in such a way that they are protected from damage.
- Cables shall be grouped according to the circuit types as defined in Table 17.
- Cable routes for networks supporting functional safety systems should be implemented in accordance with the specified precautions. It could help using unique labelling and colouring to uniquely identify this cabling.

In addition the planner shall request not to bundle cables, because this may lead to heat build-up.

For the placement and protection of cables other than pre-manufactured assemblies (see 4.4.9.2) the planner shall require the use of cable pathways. Cable pathways shall be in accordance with ISO/IEC 14763-2:2012. The selection of the cable pathway system shall take into account the environmental conditions. The cable supplier's instructions shall be consulted to confirm that the selected pathway system is appropriate for the cable to be installed.

The planner shall request that the pathway systems used for EMC purposes are installed in accordance with the following rules (see Figure 31).

- A solid metallic wall construction shall be used. Meshed grating structures are only allowed if they provide the required level of EMC protection. Wire pathways and pathways with vents shall be avoided.
- Pathways shall be connected by using rigid metal straps with maximum coverage of the gap.
- The connection with braided straps is only allowed when the connected two parts of the pathway system are expected to move independently from each other.

The planner should request that a single braided strap between two parts of the pathway system is not used due to degraded electromagnetic performance caused by high local impedance.

NOTE 2 From frequencies of a few MHz upwards, a 10 cm braided strap between the two parts of the cable management system would degrade the impedance by more than a factor of 10.

Appropriate cable pathways and pathway systems shall be specified to ensure that cables are protected from damage and that suppliers' specifications for bending radius, tensile strength, crush resistance and temperature range are complied with during installation and operation.

Information technology cables containing flammable material (for example polyethylene sheaths) shall either be

- a) terminated inside the building, within 2 m (or an alternative distance if defined by national or local regulations) of the point of internal penetration of the fire barrier (for example, floor/ceiling/wall), or
- b) installed within trunking or conduit that is considered as fire barrier in accordance with local fire regulations.

#### **4.4.9.2 Cable routing of assemblies**

The planner shall not define cable routes that require installing cables near the following:

- lights,
- motors,
- drive controllers,
- arc welders,
- induction heaters,
- RF fields (transmitters),

- antennas.

The planner shall assure that pre-manufactured subassemblies of an automation system shall be designed in accordance with 4.4.10.

The appropriate high flex cable shall be used in a rolling "C" track application. Cables shall be rated appropriately for use in applications requiring constant movement of cables such as robotic applications where the cable is moved in a bending flex fashion (see 4.4.1.5).

#### **4.4.9.3 Requirements for cable routing inside enclosures**

The planner shall specify:

- a) the requirements for the pathways to be used (for example, continuous metallic, non-continuous metallic, non-metallic);
- b) that the cables shall be separated into individual bundles according to the circuit type as defined in Table 17 of 4.4.10;
- c) that the cable shield shall be continuous and terminated in accordance with the manufactures instructions and CP installation profile.

#### **4.4.9.4 Cable routing inside buildings**

In addition to the requirements specified in 4.4.9.1, the planner shall require the following.

- a) Communication cables routed inside buildings shall be separated from other cable circuits as specified in Table 17.
- b) When installed in metallic pathways, the pathways shall be earthed and bonded in accordance with Figure 16.
- c) If communication cables share the same pathway with other cable circuits, they may require isolation by means of metallic partitions. The metallic partition shall be selected in accordance with the behaviour needed from an EMC point of view (see Figure B.5).
- d) If only one metallic pathway is available for the several cable circuit types, communication cables and low-voltage power cables or the individual cable circuit types shall be isolated from each other by a metallic partition. The partition shall be directly connected to the pathway.

#### **4.4.9.5 Cable routing outside and between buildings**

The rules described in 4.4.9.4 also apply for installing cabling outside buildings. Cables installed between buildings shall be segregated for physical protection (e.g. by using a plastic pipe).

Copper cabling installed above earth shall be protected from lightning where appropriate.

The planner should consider the use of optical fibre cables for connections between buildings and between buildings and external facilities where lightning is a problem and/or where there is a large potential earth offset between the buildings and external facilities.

#### **4.4.9.6 Installing redundant communication cables**

Redundant cables should always be installed in separate cable routes in order to prevent simultaneous damage. Labels and distinctive cable/conduit colouring should be used as a means of distinguishing between redundant cables (see 4.4.6). The planner may require additional measures in accordance with IEC 62439.

#### **4.4.10 Separation of circuits**

Table 17 defines the minimum distances between circuit types inside and outside buildings.

Requirements in Table 17 apply to all cabling.

**Table 17 – Cable circuit types and minimum distances**

| Circuit type                                                                                                                                                                                                                                                          | Cables for                                                                                                                                                  | Distance for routing outside enclosure | Distance for routing inside enclosure or metallic pathway |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| AC power lines of greater than 100 kVA<br>High-power digital AC I/O<br>High-power digital DC I/O<br>Power connections (conductors) from motion drives to motors                                                                                                       | Motors<br>Motor drives<br>Secondary spark welders, power mains                                                                                              | 0,6 m (24 in)                          | 0,3 m (12 in)                                             |
| Analog I/O lines and analog circuits<br>Low-power digital AC/DC I/O lines<br>Communication cables for control<br>AC power lines of 20 A or more, but only up to 100 kVA                                                                                               | Switched I/O<br>Solenoid<br>Contactors                                                                                                                      | 0,3 m (12 in)                          | 0,15 m (6 in)                                             |
| Low-voltage DC power lines<br>Communication cables to connect between system components within the same enclosure<br>Process signals ( $\leq 25$ V)<br>Unscreened DC voltages ( $\leq 60$ V)<br>Unscreened AC voltages ( $\leq 25$ V)<br>Conductors of less than 20 A | DC power supplies<br>Low-voltage DC I/O                                                                                                                     | 0,15 m (6 in)                          | 0,08 m (3 in)                                             |
| Electric light and power                                                                                                                                                                                                                                              | Minimum distance: 8 cm (3 in):<br>0 V to 100 V: 8 cm (3 in)<br>101 V to 200 V: 11 cm (4 in)<br>201 V to 300 V: 13 cm (5 in)<br>301 V to 400 V: 16 cm (6 in) |                                        |                                                           |

#### 4.4.11 Mechanical protection of cabling components

##### 4.4.11.1 Common description

Install cabling components in areas that provide protection from damage from machine movement including tow motors.

Additional protection may be required to prevent damage from falling objects, liquid, heat and sparks.

The connectors specified in the installation profile shall be used in the bulkhead connection assemblies.

##### 4.4.11.2 Specific requirements for CPs

Additional information regarding mechanical protection of cabling components requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

##### 4.4.11.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

See ISO/IEC 14763-2.

#### **4.4.12 Installation in special areas**

##### **4.4.12.1 Common description**

Cable construction or protection shall be selected based on characteristics of the area or application. For example, weld-spatter applications require weld-spatter cabling or protective sheathes over the cabling.

Documents for installation implementation shall be provided.

##### **4.4.12.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding installation on special areas requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

##### **4.4.12.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

#### **4.5 Cabling planning documentation**

##### **4.5.1 Common description**

Cabling planning documentation shall be produced based upon the requirements of 4.1, 4.2, 4.3, and 4.4 and shall contain the elements listed in 4.5.2, 4.5.3, and 4.5.4 as appropriate, that shall be collected in documents organised and named in accordance with IEC 62708.

##### **4.5.2 Cabling planning documentation for CPs**

The cabling planning documentation should contain the following information:

- specified environment;
- location of each AO;
- location of interconnections;
- location of connection for device;
- topology;
- earthing, bonding and shielding requirements;
- cable type (shielded, unshielded, optical fibre, etc.);
- additional cable requirements to meet the specified environment (flex, liquid or dust ingress rating, temp, etc.);
- length of cable section;
- pathways type (cable tray, conduit, duct, metallic rack, etc.);
- placement instructions for the cables (routing);
- labelling instructions for AO and cables;
- type of connector, including sealing requirements, for the specified environment, and pin pair assignment;
- connector installation requirements;
- required mitigation;
- required channel/ permanent link performance;
- life cycle of cabling;
- designation of the areas containing optical fibre cabling in accordance with IEC 60825-2;
- list of tests required;

- a table for comparison of nominal and actual network performance values;
- list of spare parts;
- planner's compliance statement (see 4.1.3).

#### **4.5.3 Network certification documentation**

If electrical safety certification is required, then the planner shall define the required documents and the list of actions to be taken to obtain the certification and the required documents.

#### **4.5.4 Cabling planning documentation for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

#### **4.6 Verification of cabling planning specification**

The planner shall verify that the cabling planning work is fully and correctly documented as described in 4.1.3 and specifically shall verify the following:

- components for the design match the specified environment;
- adequate plant/building earthing system exists to support the required communication performance.

### **5 Installation implementation**

#### **5.1 General requirements**

##### **5.1.1 Common description**

The installation shall be performed in accordance with the cabling planning documentation (see 4.5). The installer shall consult with the planner before deviating from the installation specification. All agreed deviations shall be recorded in the cabling planning documentation.

The requirements specified in this Clause 5 for the CPs also apply for the installation implementation of balanced 1-pair networks specified in Annex Q.

Additional requirements are specified in Clause Q.3.

##### **5.1.2 Installation of CPs**

For cabling in support of CPs specified in IEC 61784 (all parts), the installation personnel (termed "the installer" in this document) shall be familiar with the appropriate installation profile of IEC 61784-5 (all parts).

##### **5.1.3 Installation of generic cabling in industrial premises**

For generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3, the requirements and recommendations for installation shall be in accordance with ISO/IEC 14763-2.

#### **5.2 Cable installation**

##### **5.2.1 General requirements for all cabling types**

###### **5.2.1.1 Storage and installation**

The cabling components shall be transported, stored, and installed in accordance with the manufacturer's guidelines and 4.4.8.

In addition, requirements in the cabling planning documentation (4.4.8) shall be applied.

### 5.2.1.2 Protecting communication cables against potential mechanical damage

Communication cables shall not be subject to mechanical loads that exceed the manufacturer's specifications and the values or range of values defined in the installation profile according to the templates given in Table 18, Table 19, Table 20, and Table 21. Cable pathways and pathway systems specified by the planner shall be installed in such a way to ensure that cables are protected from damage and that suppliers' specifications for bending radius, tensile strength, crush resistance and temperature range are complied with during installation.

NOTE Examples of values or of range of values are provided in the installation profiles of CPs.

**Table 18 – Parameters for balanced cables**

| Characteristic          |                                             | Value |
|-------------------------|---------------------------------------------|-------|
| <b>Mechanical force</b> | Minimum bending radius, single bending (mm) |       |
|                         | Bending radius, multiple bending (mm)       |       |
|                         | Pull forces (N)                             |       |
|                         | Permanent tensile forces (N)                |       |
|                         | Maximum lateral forces (N/cm)               |       |
|                         | Temperature range during installation (°C)  |       |

**Table 19 – Parameters for silica optical fibre cables**

| Characteristic          |                                             | Value |
|-------------------------|---------------------------------------------|-------|
| <b>Mechanical force</b> | Minimum bending radius, single bending (mm) |       |
|                         | Bending radius, multiple bending (mm)       |       |
|                         | Pull forces (N)                             |       |
|                         | Permanent tensile forces (N)                |       |
|                         | Maximum lateral forces (N/cm)               |       |
|                         | Temperature range during installation (°C)  |       |

**Table 20 – Parameters for POF optical fibre cables**

| Characteristic          |                                             | Value |
|-------------------------|---------------------------------------------|-------|
| <b>Mechanical force</b> | Minimum bending radius, single bending (mm) |       |
|                         | Bending radius, multiple bending (mm)       |       |
|                         | Pull forces (N)                             |       |
|                         | Permanent tensile forces (N)                |       |
|                         | Maximum lateral forces (N/cm)               |       |
|                         | Temperature range during installation (°C)  |       |

**Table 21 – Parameters for hard clad silica optical fibre cables**

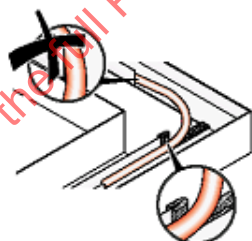
| Characteristic          |                                             | Value |
|-------------------------|---------------------------------------------|-------|
| <b>Mechanical force</b> | Minimum bending radius, single bending (mm) |       |
|                         | Bending radius, multiple bending (mm)       |       |
|                         | Pull forces (N)                             |       |
|                         | Permanent tensile forces (N)                |       |
|                         | Maximum lateral forces (N/cm)               |       |
|                         | Temperature range during installation (°C)  |       |

Communication cables should be protected by a continuous enclosed metallic conduit or by a steel cable tunnel in pathway areas of building and machine sections as well in the region of transport routes and throughways.

The cable supplier's instructions shall be consulted to confirm that the selected pathway system is appropriate for the cable to be installed.

Pathway systems shall be as specified by the planner and installed to eliminate the risk of damage from sharp edges or corners. Edge protection should be used as shown in Figure 21. Where required, the installer shall install pathways which provide protection from water or other contaminant liquids.

Pathways shall be kept clean and free from obstruction with all separators and bridging pieces in place before the installation of cabling. Access points shall not be obstructed.



IEC

**Figure 21 – Insert edge protector**

Where the cable is to be pulled within shared pathways, the installer shall take precautions to prevent damage to both new and existing cables or structures.

Redundant cables should always be installed in separate cable routes in order to prevent simultaneous damage through the occurrence of the same event (see 4.4.9.6).

### 5.2.1.3 Avoid forming loops

When pulling cables into pathways, the installer shall use a suitable cable spool management method to prevent damage caused by torsion and looping (see Figure 22).



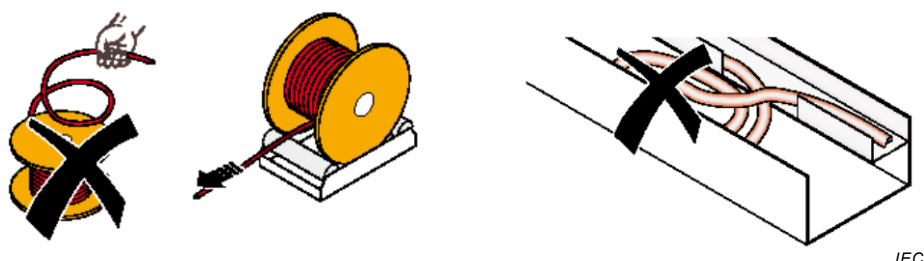


**Figure 22 – Use an uncoiling device and avoid forming loop**

#### **5.2.1.4 Torsion (twisting)**

Torsional stress can result in shifting individual cable construction elements and therefore may have a negative influence on the electrical properties of the cable. For this reason, communication cables shall not be twisted as shown in Figure 23, unless they are specially designed cables for torsional strain (for example in robotic applications).

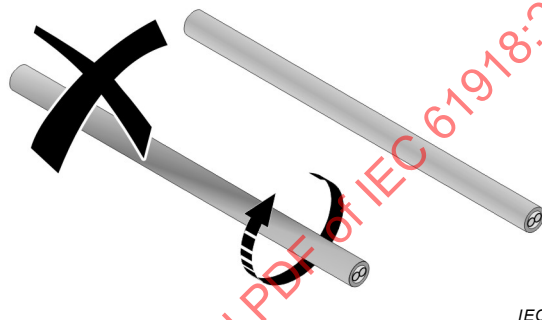


**Figure 23 – Avoid torsion**

#### **5.2.1.5 Tensile strength (on installed cables)**

When installing additional cables in pathways, the installer shall use installation methods that ensure that the tensile strength limits of the installed cables are not exceeded.

#### **5.2.1.6 Bending radius**

The minimum-bending radius of a cable is as specified in 5.2.1.2, in accordance with the manufacturer's data sheet. The bending radius shall not fall below the specification at any time.

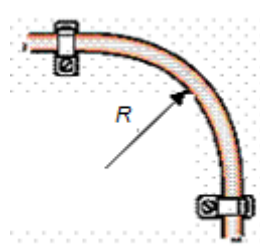
NOTE 1 Failure to observe this requirement could result in permanent degradation in the cable's electrical or optical performance.

NOTE 2 The bending radius of a cable is affected by the following.

- Bending radius is greater while pulling it under tensile load than in a resting, installed state.
- Bending radius only applies for the flat side when bending flattened cables. Bending over the rounded side requires much greater radii.

It is recommended to secure cables with cable clamps when installed at a right angle and with proper strain relief as shown in Figure 24.

NOTE 3 Over-tightening the clamps could crush the cable.



IEC

**Figure 24 – Maintain minimum bending radius**

#### 5.2.1.7 Pull force

The permitted pull force of a cable is as specified in 5.2.1.2, in accordance with the manufacturer's data sheet. The pull force acting on the cable shall not exceed the maximum tensile strength of the cable during handling (for example rewinding) or when installed. Cables shall not be pulled by the individual wires or optical fibres as shown in Figure 25.

Install a pulling grip to the end of the cable to be pulled. This helps to reduce the strain on the cable while pulling into pathways. Wire rollers should be used to reduce the strain on the cable while pulling into the pathway.



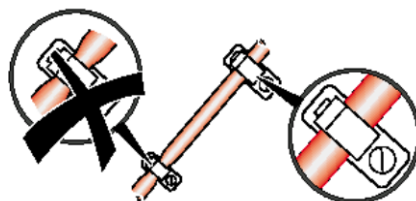
IEC

**Figure 25 – Do not pull by the individual wires**

#### 5.2.1.8 Fitting strain relief

A strain relief component shall be fitted at a distance of about 1 m from the connecting point of all cables subject to tensile forces (see Figure 26).

NOTE 1 Cable clamps attached to shielding sheaths are not sufficient as strain relief.



IEC

**Figure 26 – Use cable clamps with a large (wide) surface**

Cables shall be properly strain relieved when hanging from ceilings in pendant applications.

Cable clamps shall be used to secure cables in place within control cabinets.

NOTE 2 Over-tightening the clamps could crush the cable.

Cables shall be secured using fabric hook-and-loop or plastic fastening elements with a large surface to avoid deforming the cables. The fastening elements should have a width of at least 5 mm (0,197 in) and should be fastened without power tools.

#### 5.2.1.9 Installing cables in cabinet and enclosures

Cable wire glands with bending protection or other suitable methods shall be used to prevent cable damage due to exceeding the minimum bending radius of the cable (see Figure 27).

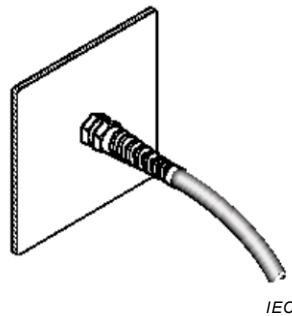


Figure 27 – Cable gland with bending protection

#### 5.2.1.10 Installation on moving parts

Where cables are installed on or between moving parts (for example doors in industrial enclosures/control cabinets), they shall be protected by appropriate fittings to prevent the specified bending radius being compromised (see Figure 28).

#### 5.2.1.11 Cable crush

Cables shall be protected from being crushed. Proper placement of cables or mechanical protection shall be used.

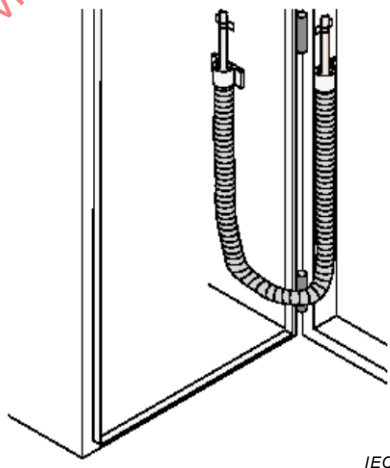


Figure 28 – Spiral tube

#### 5.2.1.12 Installation of continuous flexing cables

Where cables are installed on rolling “C tracks” they shall be laid straight and parallel to the movement of the track. In addition, the separation rules from other circuits shall be observed. The appropriate high flex cable shall be used in a rolling “C” track application. Continuous flexing cables shall be installed in accordance with 4.4.1.5.

### **5.2.1.13 Additional instructions for the installation of optical fibre cables**

#### **5.2.1.13.1 Use cable pulling tools**

Cable pulling tools shall only be used if

- specified in the cables suppliers instructions;
- it is applied to the constructional elements of the cables as specified in the cable supplier's instructions.

#### **5.2.1.13.2 Cautions for handling optical fibre cables**

The installation of optical fibre cabling shall be performed in accordance with the safety requirement of IEC 60825-2 or local regulations.

Open accessible optical fibre ends shall be kept away from skin and eyes.

It is good practice to follow the following recommendations:

- a) installers and maintenance personnel should never look directly into optical fibre ends with either non-protected eye or microscope;
- b) when viewing the optical fibre connector, the installer should be sure that the opposite optical fibre end is disconnected from the transceiver or light source.

#### **5.2.1.13.3 Keeping plugs clean**

Protective caps shall be applied to all exposed optical fibre plugs and adaptors to prevent contamination and damage to optical fibre end-faces.

#### **5.2.1.13.4 Attenuation change under load**

When mixing optical cables with other cable types, care should be taken as to the order of the cable installation to protect the cables from damage.

NOTE This is to protect optical fibre cables against increased bending and tensile loads as, for example, when balanced cables are replaced in the shared cable pathway.

#### **5.2.1.13.5 Strain relief**

Strain relief devices shall be used to reduce mechanical strain on the cable connector interface.

#### **5.2.1.13.6 EMC ruggedness**

Optical fibre cables, even if without metallic sheathing or armour, are resistant to electromagnetic influences. If permissible under local regulations, optical fibre cables may be directly mixed with other circuits (for example 230/400 V supply).

#### **5.2.1.13.7 Crush resistance**

Metallic sheathing or armour provides mechanical protection for fibre optic cables. When conductive protection is used on optical fibre cables, care shall be used in mixing with other circuits of high voltage.

### **5.2.2 Installation and routing**

#### **5.2.2.1 Common description**

The installer shall ensure that the cables are compatible with the environmental conditions of the proposed route. For help in classifying the environment, see 4.2.3 and Annex B.

Particular attention is drawn to the following:

- when routing cables in extreme temperature areas, the cables being installed shall be suitable for both the installation temperature and operational temperature of the local environments;
- when routing cables through wet areas, the cables installed shall be suitable for wet locations;
- when routing cables in aggressive chemicals or gaseous areas, the cables installed shall be suitable for the specific chemicals in the environment.

The routing of cables shall take into account the presence, or potential presence, of electromagnetic interference. Unless appropriate components are selected or mitigation techniques are applied:

- cables shall be routed away from high EMI sources such as motors, motor drives, arc welders, induction heaters, etc.;
- cables shall not be routed in parallel with other noise carrying conductors including mains power.

The installer shall take measures to prevent any flammable materials that are present within cables (for example petroleum gel) leaking in pathways, closures or at any point of termination.

Where cables contain liquid or gel filling materials it is advisable to use protective caps (or equivalent) over exposed ends of the cable. This is particularly important where there may be considerable delays between installation of the cable and final termination.

When cabling with remote powering is used, the effects of heat on the cabling shall be considered as specified in Annex P.

The installer shall make every attempt to place earthing and equalization conductors as close to the metallic pathway as possible. Copper communications conductors should be located above the earthing and equalization conductors.

As for the optical fibre cables, the installer shall observe the minimum cabling path loss requirements (cables and connectors) to insure proper functioning channel. In addition, the instructions of the cable, plug connector and device manufacturer shall be observed.

The installer should place fibre cables either in a separate pathway or in such a way that they will not be damaged by cable loading or during maintenance (e.g. as in Figure 29).

Labels shall be applied in accordance with the cabling planning documentation.

#### **5.2.2.2 Separation of circuits**

To avoid negative effects on communication due to EMI, minimum separation distances shall be observed between cables of different circuits as defined by the planner according to requirements given in 4.4.10.

Communication cables should be installed in a separate pathway away from other circuits to reduce the effects of EMI on the communication cables. In shared pathways, communication cables shall be isolated from other circuits by means of metallic barriers as specified by the planner (see Figure B.5).

Figure 29 provides an example of separation for optical fibre cables.

NOTE Separation provides a number of advantages:

- improvement of the EMC;

- protection of existing cables from damage caused by pulling additional cables in the pathway;
- easier localisation if troubleshooting becomes necessary.

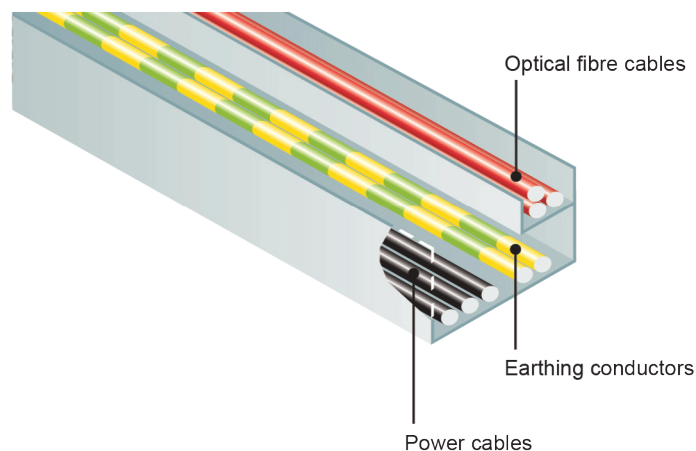


**Figure 29 – Separate cable pathways**

### 5.2.3 Specific requirements for CPs

Additional information regarding the cable installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

### 5.2.4 Specific requirements for wireless installation

None.

### 5.2.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

See ISO/IEC 14763-2.

## 5.3 Connector installation

### 5.3.1 Common description

Cables shall be terminated in accordance with the instructions provided by the manufacturer/supplier of the connecting hardware. If special tools are required for the termination, then only those recommended by the manufacturer shall be used.

Following termination, the cable elements shall be arranged in a manner that allows access to individual connectors, joints and cable elements with minimal disruption to neighbouring components during subsequent repair, expansion or extension of the installed cabling.

The connector pin-pair designation shall be in accordance with the cabling planning documentation.

When making cables or cord sets, the installer shall refer to Annex H for the appropriate connector and connector wiring.

The following common mistakes shall be avoided:

- cutting the insulation of the wire, when stripping the cable. If the installer damages the insulation, he/she shall cut off the end of the cable and start over;
- failure to put the connector shell or boot on in the correct order of the connector installation;

- c) un-twisting the pairs of symmetrical multi-core cables too far back. This is important for maintaining system performance in balanced cabling systems;
- d) incorrect placement of conductors into the connector.

In addition, for terminating unshielded and shielded twisted pairs cable ends, the following recommendations and the basic rules described in 5.3.2 and 5.3.3 should be applied.

Trim conductors before installing into the connector body as short as possible. The length of the jacket shall be long enough to fit inside the connector back end.

Labels shall be applied in accordance with the cabling planning documentation.

### **5.3.2 Shielded connectors**

The cable shield shall provide a 360 degree shield around the cable along its entire length (a shielding contact applied only through the drain wire has little effect at high frequencies). Cable shields shall be terminated at all termination points.

At each termination point:

- a) special attention shall be paid to the assembly of connection elements. The shield contact shall be applied over 360° according to the Faraday cage principle. The shield shall be terminated to provide a low impedance termination;
- b) the shielding shall continue through an appropriate shield connection; normal pin contacts alone shall not be used;
- c) discontinuities in the shielding shall be avoided, such as even small holes in the shield, pigtails, loops;
- d) shield connections shall be firmly fixed, for instance by strapping or clamping;
- e) shields shall not be used as a strain relief;
- f) shields shall be earthed in accordance with the cabling planning documentation and the relevant CPs requirements.

Shielded connectors shall be installed in accordance with connector and cordset termination procedures given in Annex H and Annex I.

### **5.3.3 Unshielded connectors**

Install connectors according to planner's recommendations and manufacturer's information.

Unshielded connectors shall be installed in accordance with connector and cordset termination procedures given in Annex H and Annex I.

### **5.3.4 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the connector installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

### **5.3.5 Specific requirements for wireless installation**

None.

### **5.3.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

## **5.4 Terminator installation**

### **5.4.1 Common description**

The installation of terminators shall be in accordance with the cabling planning documentation.

NOTE Improper termination of any balanced cable element or shield can degrade transmission performance, increase emissions and reduce immunity (taken from 10.1.6 of ISO/IEC 11801-1:2017).

### **5.4.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the terminator installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## **5.5 Device installation**

### **5.5.1 Common description**

The installer, once agreed with the planner, shall make a note on the as-implemented cabling documentation regarding placement of devices that deviates from the cabling planning documentation.

### **5.5.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the device installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## **5.6 Coding and labelling**

### **5.6.1 Common description**

Coding and labelling shall be applied in accordance with planner's requirements.

### **5.6.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the coding and labelling installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## **5.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shield cabling**

### **5.7.1 Common description**

The installer shall perform the earthing of the installation (including equipment, pathways, devices and cable shields) in accordance with the cabling planning documentation, as detailed in 5.7, and should apply the recommendations of IEC TR 61000-5-2.

Where required by the cabling planning documentation, the installer shall ensure that earthing conductors meet the following specifications.

- The resistive earth impedance should be less than  $0,6 \Omega$  and shall be less than  $1 \Omega$ . The resistive earth is measured between any two points at which communication devices or cable shields are earthed.

NOTE 1 Inductive factors of the earth conductors will raise the effective earth impedance during high frequency events (see Annex B).

NOTE 2 A low resistance is not a sufficient condition to guarantee functional performance with respect to communication errors.

The installer shall also ensure that connection resistance to the earth bus is  $< 0,005 \Omega$  (see 5.7.2.3).



Labels shall be applied in accordance with the cabling planning documentation.

## 5.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways

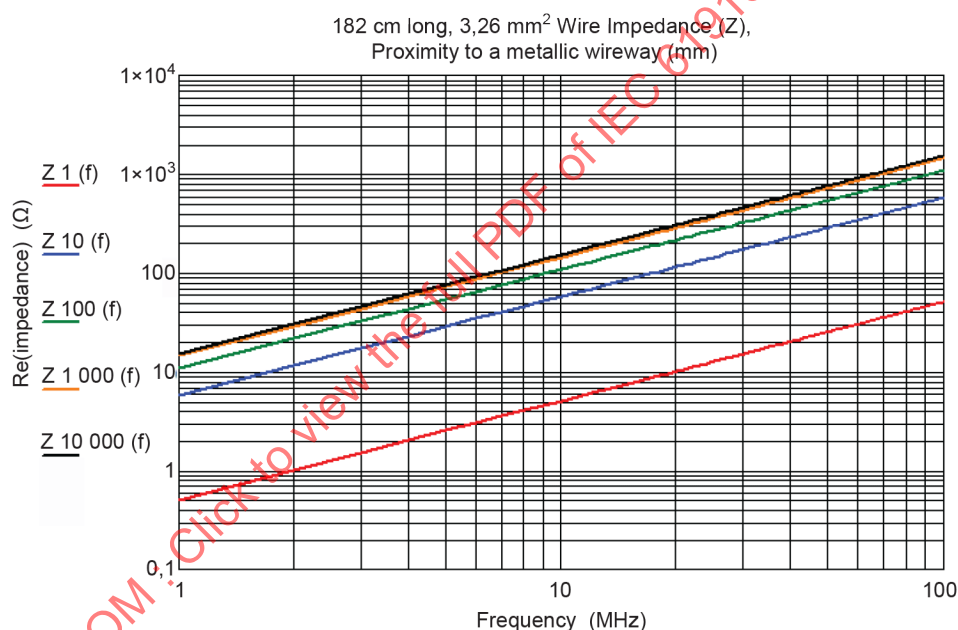
### 5.7.2.1 Equalisation and earthing conductor sizing and length

Placement of the grounding and equalization conductors shall be in accordance with the planner's instructions. If conductor-sizing requirements are not defined in the cabling planning documentation, then the installer shall use the cable cross-section values defined in 4.4.7.2.1.

The earthing conductor length shall be cut to minimum length to complete the connection.

Excess earthing and bonding conductors shall be cut and shall not be coiled. In fact coiling increases their inductance and impedance and decreases the effectiveness of the grounding circuit.

The graphs in Figure 30 show the consequences to the impedance as a result of increasing the spacing between the earthing conductor and the metallic pathway. The installer shall take into account the fact that the equalization and earthing circuit become less effective as the impedance raises with the spacing changing from 1 mm to 10 mm or to 100 mm, etc..



IEC

**Figure 30 – Impedance of the earthing circuit as a function of distance from the metallic pathway**

An earthing conductor shall not be placed into a metallic conduit unless the conductor is bonded at each end of the metallic conduit.

NOTE Omitting the bonding requirement increases the earthing conductor's impedance and defeats its effectiveness as a low impedance earth path for noise.

### 5.7.2.2 Bonding straps and sizing

If bonding straps requirements are not defined in the cabling planning documentation, then the installer shall use the bonding strap sizes defined in Figure 31.

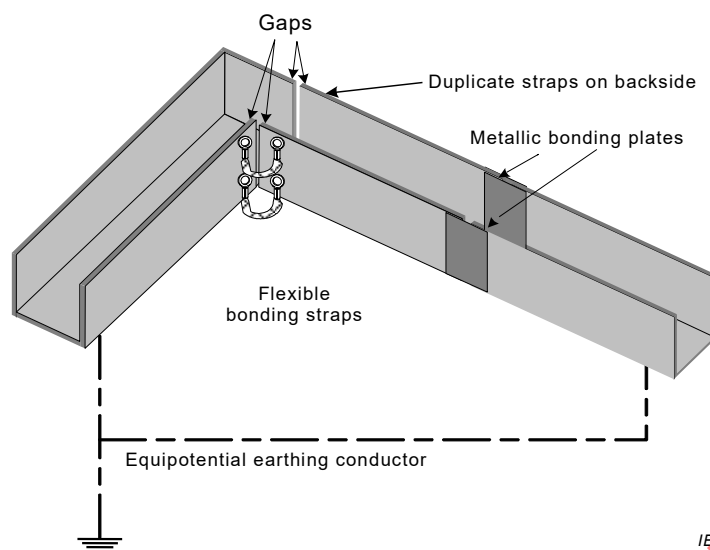


**Figure 31 – Use of flexible bonding straps at movable metallic pathways**

Figure 31 clarifies how the installer shall use the flexible bonding straps and the metallic bonding straps in accordance with the planner requirements specified in 4.4.7.2.4.

### 5.7.2.3 Surface preparation and methods

Figure 32 shows examples of proper mechanical implementation of earthing connections.

Figure 32 a) shows how to connect a sub plate to a back plate; Figure 32 b) shows how to connect an earthing conductor to a bus bar or to a sub plate; Figure 32 c) shows how to connect an earth bus bar to a back panel; Figure 32 d) shows how to connect an isolated earth bus bar to a back panel.

The installer shall perform the following, when installing earthing hardware:

- clean any paint and oxidation from all contacts and mating surfaces before affixing the earthing conductors;
- use either internal tooth star washers or flat washer as shown in Figure 32.

The connections to earth shall be protected against corrosion to ensure long-term stability.

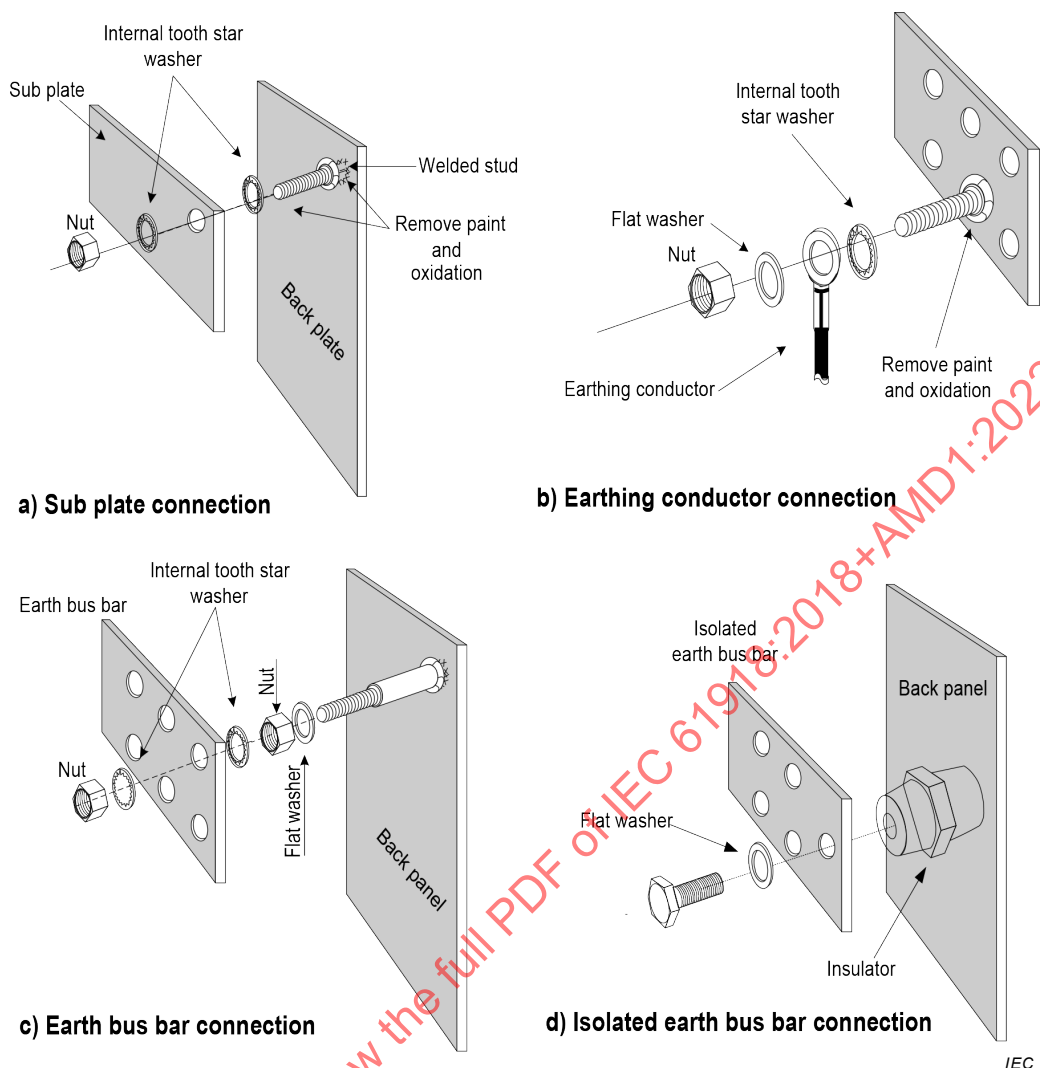


**Figure 32 – Surface preparation for earthing and bonding electromechanical connections**

### 5.7.3 Earthing methods

#### 5.7.3.1 Equipotential

When installing enclosures and communication devices, in addition to what is defined by the planner, the installer shall ensure the following as well as what is specified in 5.7.2.2.

- The potential equalization rail is earthed in each industrial enclosure/control cabinet and connected to the potential equalization rails of the other control cabinets.
- Each part of the installed network and devices shall be electrically connected to the potential equalization system/functional earth at as many places as possible, as defined by the planner. The earthing conductor, trays, parts of machines or supporting structures, and any additional equipotential bonding conductors should be integrated in the potential equalization system.

#### 5.7.3.2 Star

Where the cabling planning documentation specifies a star earthing system, and the devices are required to be connected to a functional earth system that is isolated from the protective earth system, the method specified by the planner shall be used with the addition of the following specifications: bus bars provide a convenient star earthing point for star earthing systems.

A method to reduce the length of the earthing conductors in a star earthing system requires connecting a work cell to a common star connection and then connecting this common star connection to the building earthing system, thus helping to eliminate earth offsets within a local work cell. If shielded communication cables travel from one work area to another, then the associated earths shall be part of the star earth system.

### 5.7.3.3 Earthing of equipment (devices)

#### 5.7.3.3.1 Non-earthing or parallel RC

When the cabling planning documentation requires that devices are isolated from earth, then the leakage current shall be in accordance with the relevant installation profile.

If a parallel RC circuit is used between earth and the device, it shall be installed in accordance with the cabling planning documentation and the relevant communication profile. The value of the RC shall be in accordance with the relevant communications profile. The installer shall confirm the presence of the parallel RC circuit to ensure that the device is properly isolated. The isolated standoff shown in Figure 33 may be required to prevent shorting of the RC circuit.

#### 5.7.3.3.2 Direct

The direct connection to earth shall be established in accordance with specifications provided in 5.7.1.

#### 5.7.3.3.3 Installing copper bus bars

Where the cabling planning documentation specifies the use of isolated bus bars, the requirements specified by the planner shall be used with the addition of the following specifications.

- Figure 33 shows an example of the connection points provided by isolated bus bars.
- If the communication components are DIN rail mounted, then insulators for the DIN rails shall be used (see the example in Figure 34).



Figure 33 – Example of isolated bus bar



**Figure 34 – Example of isolator for mounting DIN rails**

## **5.7.4 Shield earthing methods**

### **5.7.4.1 General**

When shielded cables are used, the housing of the device, and also the control cabinet in which the fieldbus device is mounted, shall have the same earth potential by providing a large-area metallic contact to earth (use, for example, copper to ensure a good connection).

It is important that communication cabling shields do not conduct noise currents due to earth offset and improper earthing of devices and enclosures. Noise currents in the cabling shield would cause disruptions in the communication network.

Subclauses 5.7.4.2 to 5.7.4.4 provide a description of earthing techniques that have been proved to help reduce communication faults due to earth offsets where shields might be terminated. The reader is encouraged to consider other standards such as IEC 60364 with regards to the proper termination of screened cables and exposed metallic structures.

### **5.7.4.2 Parallel RC**

Parallel RC earthing of a shield is done by using a combination of R and C as represented in Figure 35.

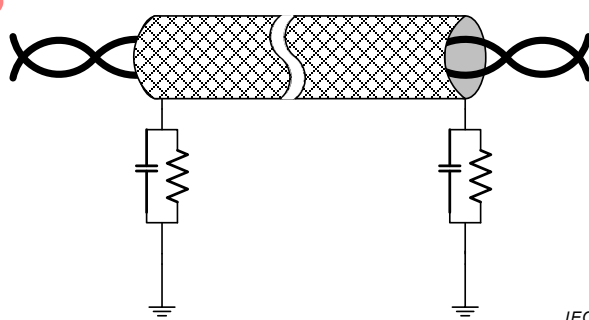


**Figure 35 – Parallel RC shield earthing**

### **5.7.4.3 Direct**

Direct earthing of shield is as represented in Figure 36.

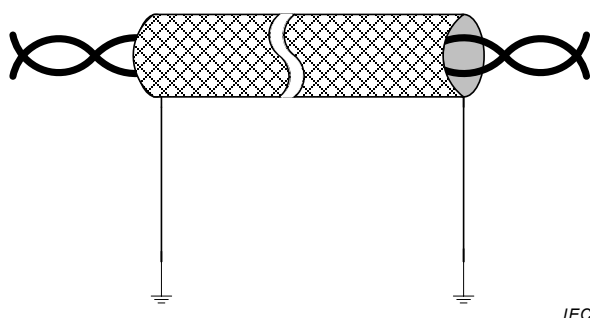


**Figure 36 – Direct shield earthing**

In addition, the installer shall observe the following points.

- a) Do not damage the cable shielding foils and braids while stripping the outer sheath of the cable.
- b) Cable contacts may only be established to the copper braided shielding sheaths, not to the aluminium foil-shielding sheaths, which are often also present. The foil-shielding sheath is usually fastened on one side to a plastic film to increase its tear resistance; therefore it is non-conductive.
- c) Metallic cable clips for fasten braided shielding shall be selected to match the dimension of the cable (see Figure 37). The installer shall be aware of the following:
  - 1) this connection, if it is too tight, permanently damages the cable by degrading the transmission performance; and,
  - 2) if it is too loose, introduces noise in the system.

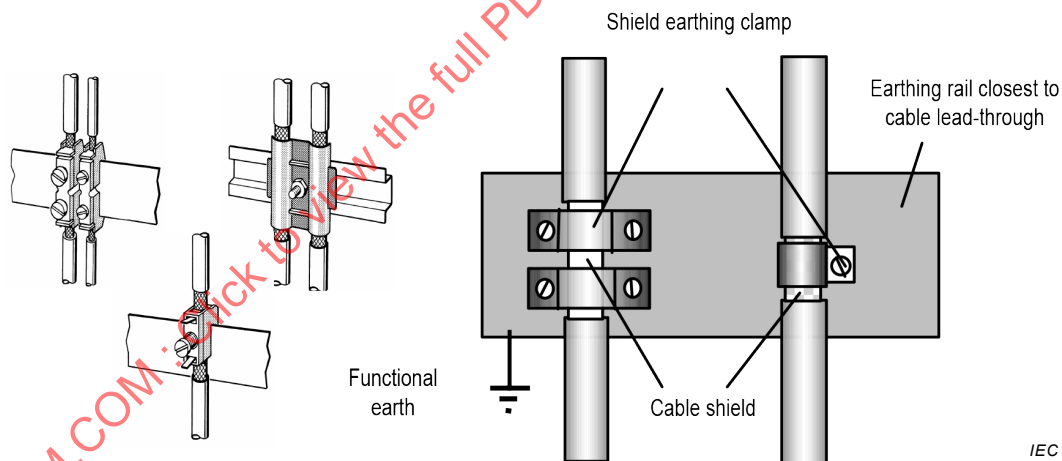


**Figure 37 – Examples for shielding application**

- d) Tin plated or galvanically stabilized surfaces are ideal for establishing a good contact. With galvanized surfaces, the necessary contact shall be established by using a suitable screw connection. Contact points with painted surfaces are not suitable.
- e) Shielding sheath clamps/contacts should not be used as strain relief, unless explicitly designed for such purpose. The contact could come loose or tear off.

Figure 38 shows how the installer shall use the equalization conductor to mitigate voltage offsets, as required by the planner (see 4.4.7.4.2).

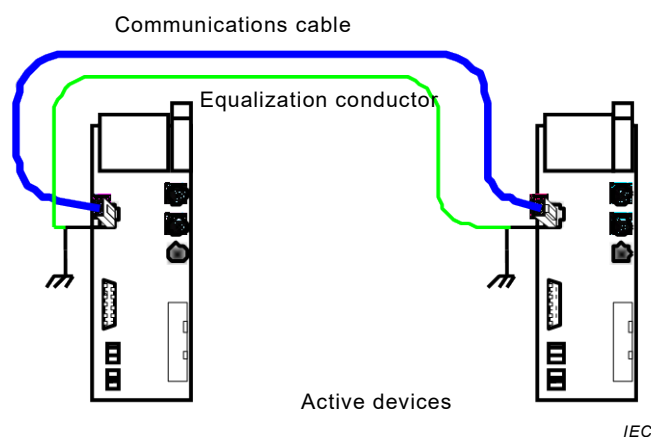


Figure 38 – Voltage offset mitigation

#### 5.7.4.4 Derivatives of direct and parallel RC

Examples of derivative of direct and parallel RC earthing of shield are provided in Figure 39 and Figure 40.

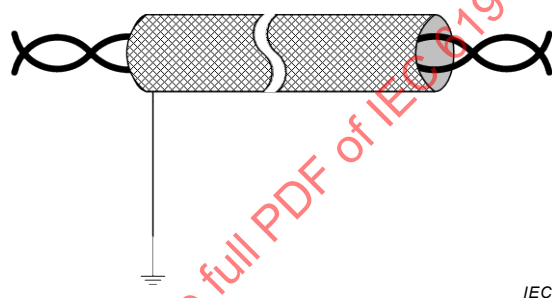


Figure 39 – First example of derivatives of shield earthing

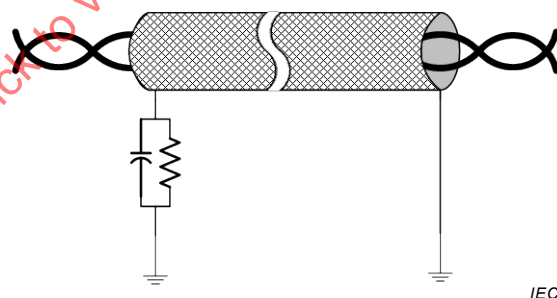


Figure 40 – Second example of derivatives of shield earthing

#### 5.7.5 Specific requirements for CPs

Additional information regarding the earthing and shielding installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### 5.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

See ISO/IEC 14763-2.

## 5.8 As-implemented cabling documentation

The installer shall document the result of the network installation. The as-implemented cabling documentation should include at least the following items, to be collected in documents organised and named in accordance with IEC 62708:

- a) inventory of installed components;
- b) cable routing;
- c) used labelling;
- d) location for the devices to connect to the network;
- e) implemented channels.

## 6 Installation verification and installation acceptance test

### 6.1 General

Clause 6 addresses the verification and installation acceptance test of an installed cabling infrastructure.

Installation verification comprises the inspection of the cabling infrastructure and the testing of related aspects such as earthing systems against the following verification requirements:

- a) the cabling planning documentation including deviations and additions as agreed by the planner;
- b) the appropriate installation profile of IEC 61784-5 (all parts) or ISO/IEC 11801-3 (in the case of generic cabling);
- c) the requirements of Clause 5.

Acceptance testing ensures that the installation is capable of supporting the required application and includes

- inspection of the installed cabling;
- cabling transmission performance tests against the cabling planning documentation and any recorded deviations.

For cabling in support of CPs within IEC 61784 (all parts), the personnel performing the testing shall be familiar with the appropriate CP installation profile or ISO/IEC 11801-3 (in the case of generic cabling).

The requirements specified in this Clause 6 for the CPs also apply for the installation implementation of balanced 1-pair networks specified in Annex Q.

Additional requirements for balanced 1-pair network are specified in Clause Q.4.

### 6.2 Installation verification

#### 6.2.1 General

The verifier shall check (with a visual inspection and some simple measurements) that the entire network is installed in full accordance with the cabling planning documentation and that the as-implemented cabling documentation is complete and correct as required.

Verification is also done after each additional connection is made or after adds, maintenance, changes and moves.

NOTE The work of the verifier is usually done by the installer himself at the end of the installation.



Items to be verified according to cabling planning documentation are listed in the subclauses of 6.2.

These verification action items are aimed to ensure the network is installed in accordance with the cabling planning documentation and supports future maintenance and/or troubleshooting activities.

The schematic in Figure 41 is provided to guide the installation verification process.

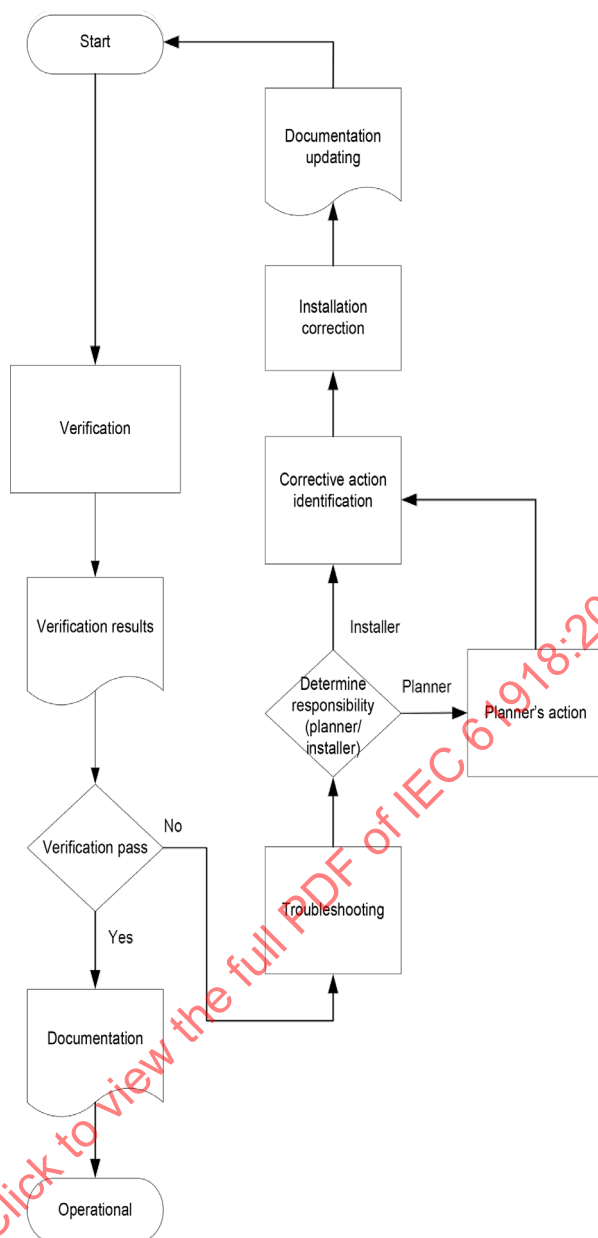
Test tools should be selected based on the needs and the requirements of the specific CP. Commercial test tools may be available.

### **6.2.2 Verification according to cabling planning documentation**

Each installed cabling should be verified, against the requirements provided in 6.2.3 and the checklists in Annex G, for proper installation.

Additional information regarding the installation verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV



IEC

**Figure 41 – Installation verification process**

### 6.2.3 Verification of earthing and bonding

#### 6.2.3.1 General

All earthing and bonding connections shall be in accordance with the cabling planning documentation and shall be verified to meet the minimum resistance requirements specified in 6.2.3.

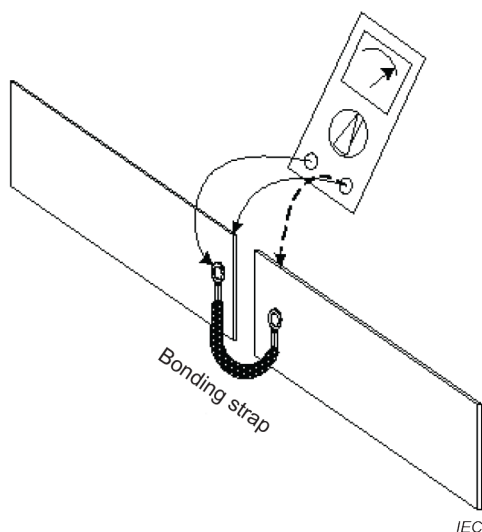


**Figure 42 – Test of earthing connections**

Test (see Figure 42), with the use of a suitable voltmeter (or oscilloscope), that the resistance or voltage offset between any installed earthing and bonding connection and one pre-existing earthing and bonding point is in accordance with requirements in 5.7.1 and 5.7.2 with communications cables connected or 1 V respectively without communications cables connected. The mechanical connection between a bonding or earthing conductor and any metal surface shall have a resistance less than  $0,005\ \Omega$ . If distance prohibits this test, then visual verification of earthing requirements should be used in conjunction with verification of resistance measurements at the connection points. Visual verification should include verification of proper conductor size of earth and bonding conductors in accordance with the cabling planning documentation. If the above conditions cannot be met, then the earthing system should be corrected or alternate media shall be considered (unshielded cables, optical fibre cables, or wireless).

The requirements specified in 6.2 apply to all equipment, equipment enclosures and telecommunications rooms.

Proper installation of copper bus bars shall be verified. If isolated from building steel at point of mounting, verify that isolation resistance is  $> 2\ \text{M}\Omega$  between the bus bar and the point of mounting. If directly mounted to building steel, verify that resistance is  $< 0,005\ \Omega$  between the bus bar and the building steel.

Verify that conductor connecting the bus bars together is in accordance with the planner's requirement defined in line with 4.4.7.3.4 in particular. Verify proper conductor size and that bonding resistance is  $\leq 0,005\ \Omega$  between wire and bus bar.

Verify correct implementation of the star configuration or the equipotential configuration.

Verify that excess earthing and bonding conductors have been removed and not coiled.

#### **6.2.3.2 Specific requirements for earthing and bonding**

Additional information regarding the earthing and bonding verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **6.2.4 Verification of shield earthing**

Subclause 6.2.4 applies when shielded cables or cables with shielded elements or units are used. Only basic guidance is provided.

The procedures necessary to provide adequate earthing for both electrical safety and EMC are subject to national and local regulations, are dependent on proper workmanship, and are at times only accomplished with installation-specific engineering.

Note that improper termination of shields may degrade safety and/or performance.

When shields shall be earthed they shall be verified according to the requirements of the appropriate CP installation profile. In the absence of specific guidance, the connection shall be verified to be  $\leq 0,005 \Omega$  between the shield and the point where it is bonded to earth.

## **6.2.5 Verification of cabling system**

### **6.2.5.1 Verification of cable routing**

Visual inspection should verify that the cable routing is in accordance with the planner's requirement and routing techniques.

NOTE Depending on the CP or network being installed there are specific topology limits (see Clause 4 and the respective CP installation profile for supported topologies). The cabling planning documentation defines the topology for the network to be installed.

Visual inspection of the network should include verification that

- the cabling has been installed with the proper isolation and separation from circuits as defined by this document and the local regulations (see 4.4.10), and
- excess communications cable is in accordance with 4.4.9.1.

### **6.2.5.2 Verification of cable protection and proper strain relief**

Verify that cables entering and exiting enclosures maintain seal, proper strain relief, and drip loops, where appropriate.

## **6.2.6 Cable selection verification**

### **6.2.6.1 Common description**

Verification should include verifying that the installed components are in accordance with the cabling planning documentation and as-implemented documentation.

### **6.2.6.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the cable selection verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

### **6.2.6.3 Specific requirements for wireless installation**

None.

## **6.2.7 Connector verification**

### **6.2.7.1 Common description**

Connector verification includes the following two requirements:

- the connectors are in accordance with the cabling planning documentation;
- the connector has been installed in accordance with the installation profile and the manufacturer's data sheet.

### 6.2.7.2 Specific requirements for CPs

Additional information regarding the connector verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

### 6.2.7.3 Specific requirements for wireless installation

None.

## 6.2.8 Connection verification

### 6.2.8.1 Common description

The verifier shall verify proper number of connections, connectors used and wire mapping.

### 6.2.8.2 Number of connections and connectors

Verify proper number of connections and connectors used, as specified in the cabling planning documentation, especially the number of permitted connections.

### 6.2.8.3 Wire mapping

The verifier shall verify that the wire mapping is in accordance with the cabling planning documentation. Test method is given in ~~5.3.2.2 of IEC 61935-1:2015~~ 5.3.3.2 of IEC 61935-1:2019.

Wire mapping is intended to verify pin-to-pin termination at each end and check for installation connectivity errors. For each of the conductors in the cable, the wire map indicates:

- continuity to the remote end;
- shorts between any two or more conductors;
- reverse pairs;
- split pairs;
- transposed pairs;
- any other incorrect wiring.

Figure 43 and Figure 44 provide examples of pin and pair grouping assignments. Incorrect pairings are represented in Figure 45.

A reverse pair occurs when the polarity of one wire pair is reversed at one end of the permanent link (also called a tip/ring reversal).

A transposed pair occurs when the two conductors in a wire pair are connected to the position for a different pair at the remote connection.

NOTE 1 Pair transpositions are sometimes referred to as crossed pairs.

Split pairs occur when pin-to-pin continuity is maintained, but physical pairs are separated.

NOTE 2 When testing 2 pair systems, a connector conversion for the cable tester can be needed to support the M12 connector. In addition, this hardware will need to support 2 pair cables with the correct wiring configuration.

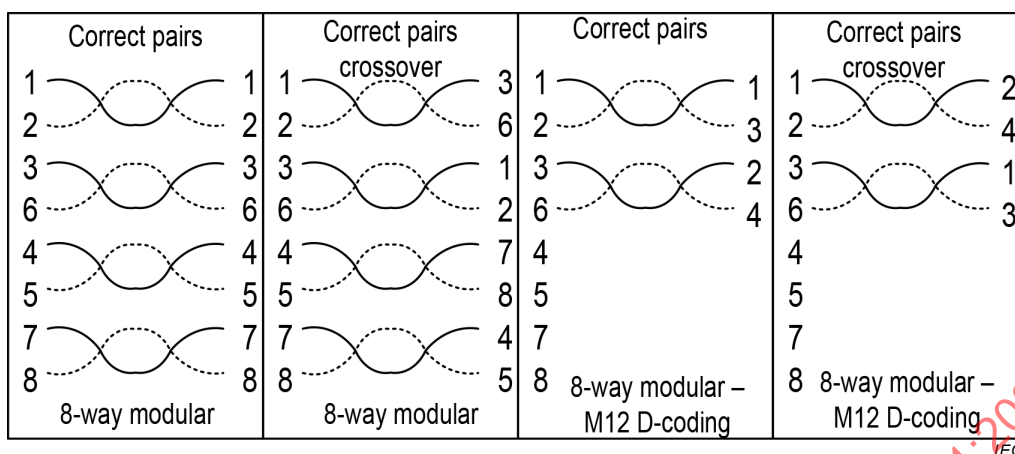


**Figure 43 – Pin and pair grouping assignments for two eight position IEC 60603-7 subparts and four position IEC 60603 series to IEC 61076-2-101 connectors**

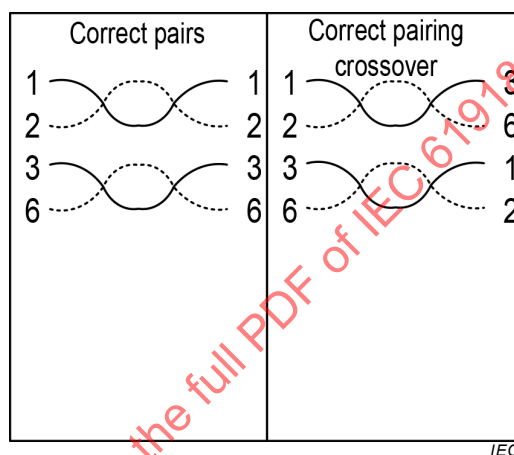


**Figure 44 – Two pair 8-way modular connector**

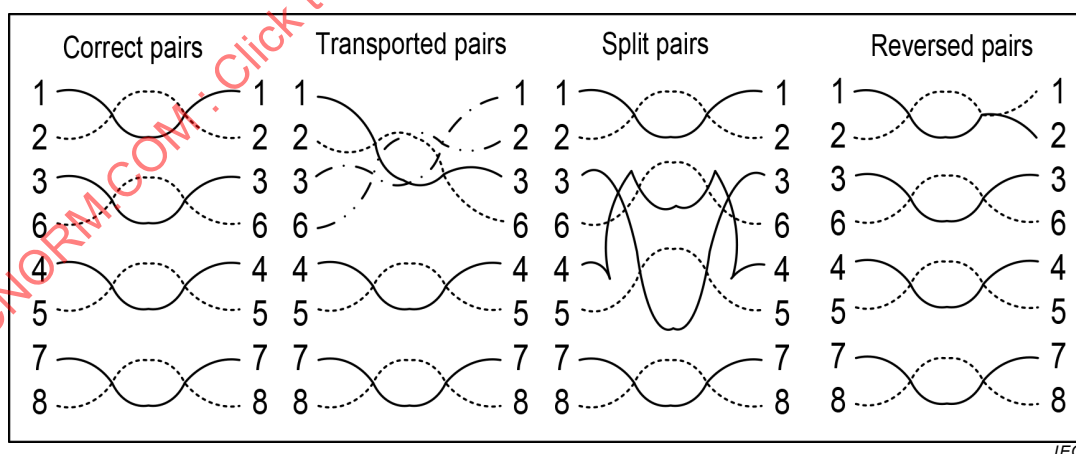


**Figure 45 – Transposed pairs, split pairs and reversed pair**

For balanced 1-pair applications, the requirements specified in Q.4.2 apply.

## **6.2.9 Terminator verification**

### **6.2.9.1 Common description**

The verification process shall include visual and electrical verification, (i.e. terminator values, placement and protection) in accordance with cabling planning documentation.

### **6.2.9.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the terminator verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## **6.2.10 Coding and labelling verification**

### **6.2.10.1 Common description**

The verifier shall verify the presence of the label and that the label contains the text required in the cabling planning documentation. Where required, the verifier shall verify that the label is constructed of durable material with permanent readable text.

### **6.2.10.2 Specific coding and labelling verification requirements**

Additional information regarding the coding and labelling verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

### **6.2.11 Verification report**

Successful completion of verification shall be documented in a final verification report. The report shall include copy of the checklists (see Annex G) filled in by the verifier.

## **6.3 Installation acceptance test**

### **6.3.1 General**

The organisation in charge of the acceptance testing shall assess the network ability to support the required applications. "Acceptance test" is a process meant to ensure that the implementation conforms to the standard as detailed in the cabling planning documentation (see 4.5).

The acceptance test personnel shall

- a) check that the cabling planning documentation, with recorded deviations and additions, is complete and correct as required;
- b) include a visual inspection of the network installation to ensure that the network is properly installed (see 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6, 6.2.6.3, 6.2.9, 6.2.10);
- c) perform the validation of the network through a defined list of measurements and provide the documentation of the results of the measurements.

NOTE 1 The record of positive test results is an important point of reference for the maintenance and troubleshooting work.

NOTE 2 The term "validation" in this document has the specific meaning described in 3.1.84.

There are many commercially available tools to help validate the performance of the cabling system. Test tools should be selected based on fieldbus, test coverage and precision desired.

The tester shall perform network testing in accordance with the acceptance test requirements as detailed in 6.3.2 (Ethernet-based cabling) and 6.3.3 (non-Ethernet-based cabling).

The resulting test records provide a documented network validation.

The flowchart in Figure 46 is provided to guide the validation process.

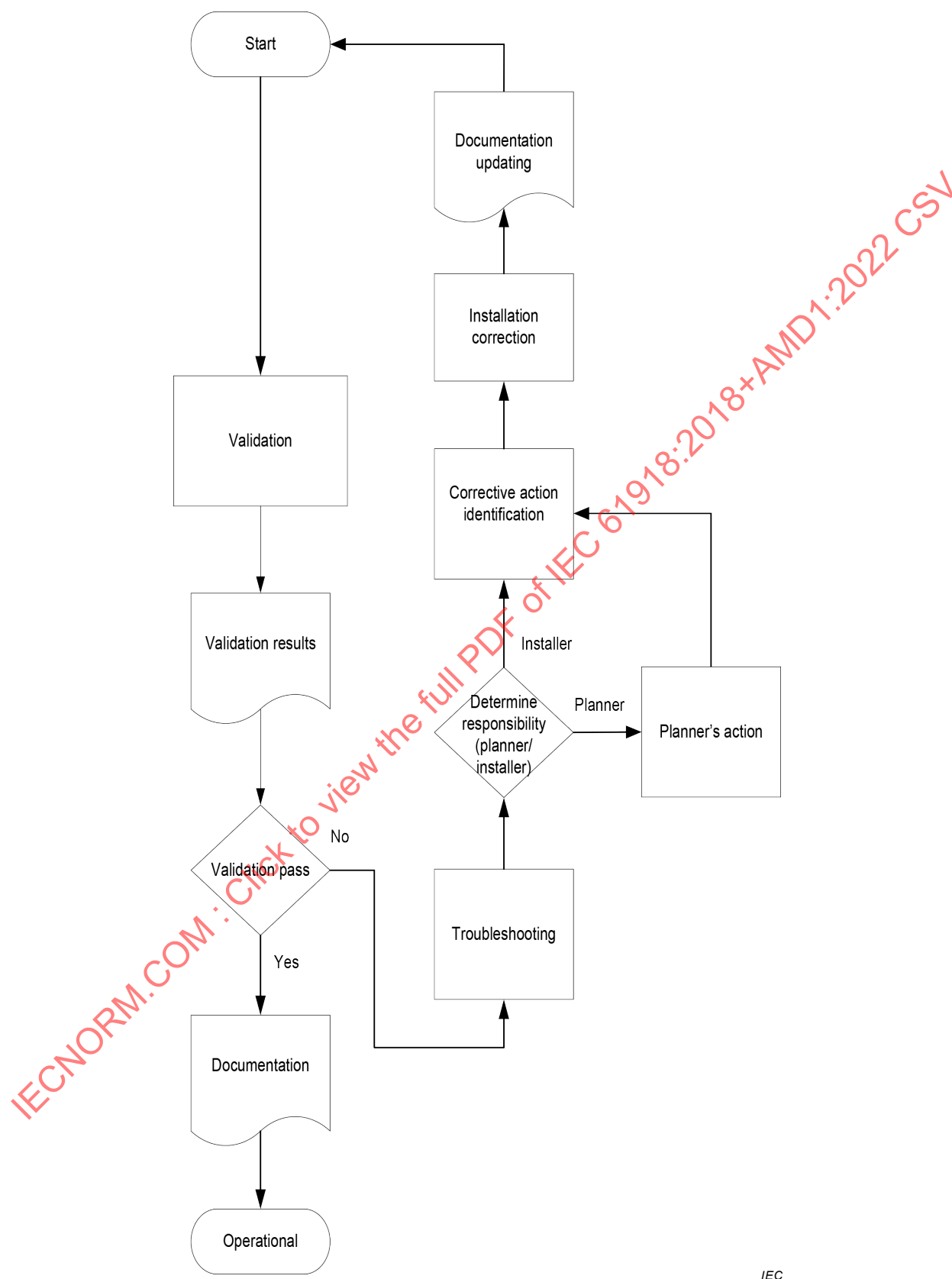


**Figure 46 – Validation process**



## 6.3.2 Acceptance test of Ethernet-based cabling

### 6.3.2.1 Validation of balanced cabling for CPs based on Ethernet

#### 6.3.2.1.1 Common description

The transmission performance of cabling channels (see Figure 47) as described in Clause 4 can only be determined if the cables or cords connecting the installed cabling to the devices are present. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test equipment.

The transmission performance of permanent links (see Figure 48) can only be determined using specific test cords. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test cords and equipment.

Where the CP is specified to be supported by a transmission performance class as defined in ISO/IEC 11801-3, the test methods of ISO/IEC 11801-3 may be applied to the channel.

A permanent link test, against the applicable requirements of the appropriate transmission class of ISO/IEC 11801-3, should only be applied where the cabling components subsequently attached to the permanent link to form the transmission channel have been proven to maintain the required channel performance class of ISO/IEC 11801-3.

The requirements for test equipment to perform testing in accordance with ISO/IEC 11801-3 are specified in IEC 61935-1 and ISO/IEC 14763-4 for End-to-end link (see Figure 49). This equipment is required to produce specific documentation covering both transmission performance and conductor mapping.

NOTE Test equipment in accordance with IEC 61935-1 may require modification to allow effective testing of 2-pair balanced cabling.

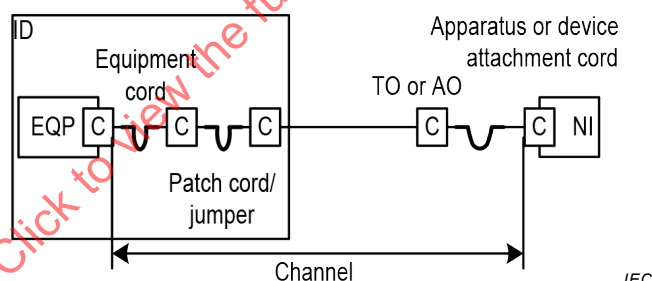


Figure 47 – Schematic representation of the channel

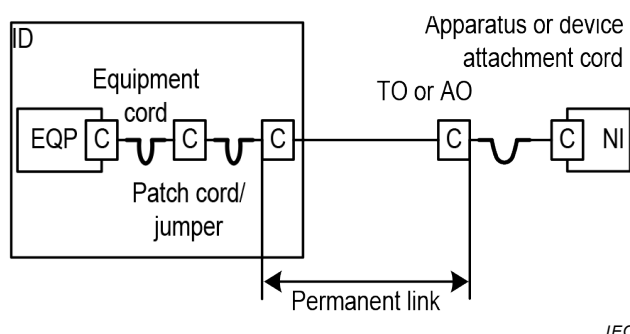


Figure 48 – Schematic representation of the permanent link

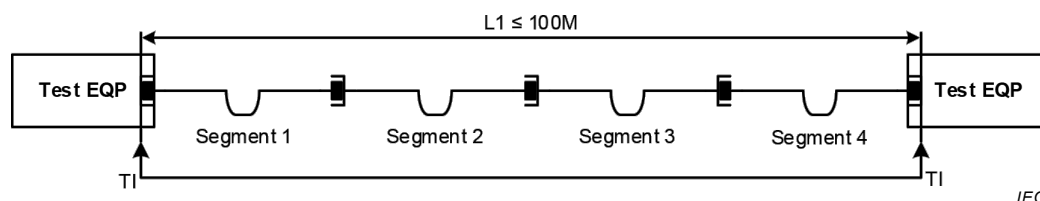


**Figure 49 – Schematic representation of an E2E link**

Equipment in accordance with IEC 61935-1 may be applicable for testing of channels and permanent links against other Ethernet performance criteria (such as those stipulated in other standards). However, also in these cases, a permanent link test against the applicable requirements should be applied, only where the cabling components subsequently attached to the permanent link to form the transmission channel have been proven to maintain the required channel performance.

Figure 49 shows the schematic representation of a four segments, five connections E2E link. The keys of this figure are described in Annex O where other configurations of E2E links are specified.

The test of E2E link shall be performed in accordance with ISO/IEC 14763-4. Annex O describes how to test E2E link.

Other channel or permanent link performance requirements shall be applied as detailed in the relevant CP installation profile.

Field test equipment for Ethernet-based networks including connection adapters shall meet the appropriate channel and accuracy level as defined in IEC 61935-1.

#### **6.3.2.1.2 Transmission performance test parameters**

The parameters for which field tests are specified in ISO/IEC 11801-3 and for which support exists in IEC 61935-1:2015, IEC 61935-1-1:2019 and IEC 61935-1-1:2019 are as follows:

- a) return loss;
- b) insertion loss;
- c) near-end crosstalk loss (NEXT);
- d) far-end crosstalk loss (FEXT);
- e) power sum near-end crosstalk loss (PSNEXT);
- f) attenuation crosstalk ratio (ACR);
- g) power sum attenuation crosstalk ratio (PSACR);
- h) equal-level far-end crosstalk loss (ELFEXT);
- i) power sum equal-level far-end crosstalk loss (PSELFEXT);
- j) DC loop resistance;
- k) propagation delay skew;
- l) delay skew;
- m) unbalance attenuation, near-end (TCL);
- n) unbalance attenuation, far-end (ELTCTL).

Items m) and n) above apply where requirements are given in the relevant CP.

NOTE 1 This list assumes that wire map and length have been successfully verified since:

- errors in pair-pin mapping would result in identified failures of transmission performance;

- channel/permanent link length is not a transmission performance test parameter (but may be important for maintaining accurate installation documentation).

NOTE 2 Continuity is not included since errors in pair-pin mapping would result in identified failures of transmission performance.

NOTE 3 This list can be amended in subsequent editions of the above standards.

The results of the tests shall be recorded into the acceptance test report.

#### **6.3.2.1.3 Specific requirements for CPs based on Ethernet**

Additional information regarding validation requirements for a specific CP may be found in the respective installation profile.

#### **6.3.2.2 Validation of optical fibre cabling for CPs based on Ethernet**

##### **6.3.2.2.1 Common description**

The transmission performance of cabling channels as described in Clause 4 can only be determined if the cables or cords connecting the installed cabling to the devices are present. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test cords and test equipment.

The transmission performance of permanent links can only be determined using specific test cords. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test cords and equipment.

Channel or permanent link performance requirements shall be applied as detailed, and at the wavelengths specified, in the relevant CP.

As a minimum, the following parameters shall be measured:

- optical fibre polarity;
- permanent link or channel insertion loss;
- length.

The test methods of ISO/IEC 14763-3 shall be applied. Cabling lengths may be determined using test equipment that operates in the time-domain or from cable markings.

Permanent link tests, against the applicable requirements should only be applied where the cabling components subsequently attached to the permanent link to form the transmission channel have been proven to maintain the required channel performance.

##### **6.3.2.2.2 Specific requirements for optical fibre cabling CPs**

Additional information regarding the optical fibre cabling validation requirements for a specific CP may be found in the respective installation profile.

#### **6.3.2.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

The installed generic cabling for industrial premises shall be tested in accordance with the methods specified in ISO/IEC 11801-3 against requirements of the relevant transmission performance class of ISO/IEC 11801-3.

### **6.3.3 Acceptance test of non-Ethernet-based cabling**

#### **6.3.3.1 Copper cabling for non-Ethernet-based CPs**

##### **6.3.3.1.1 Common description**

The measurements for cabling validation are required in the relevant CP installation profile. Hereafter is a list of measurements that may be required in the CP installation profiles:

- a) loop resistance (see cabling specifications);
- b) DCR of data line (see cabling specifications);
- c) DCR of shield (see cabling specifications);
- d) DCR between data lines (result shall be “open”);
- e) DCR between data lines and shield (result shall be “open”);
- f) cable length by a tester or inspection;
- g) DCR between shield and the bonding surface (result is dependent on shield earthing method implemented);
- h) terminator value (see the CP installation profile).

Annex N provides a procedure applicable for DCR measurements of the installed cabling to validate:

- loop resistance;
- DCR of data line;
- DCR of shield;
- absence of shorts between wires;
- absence of shorts between wire and shield.

##### **6.3.3.1.2 Specific requirements for copper cabling for non-Ethernet-based CPs**

Additional information regarding the non-Ethernet-based balanced cabling validation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **6.3.3.2 Optical fibre cabling for non-Ethernet-based CPs**

##### **6.3.3.2.1 Common description**

See 6.3.2.2.1.

##### **6.3.3.2.2 Specific requirements for non-Ethernet-based CPs**

Additional information regarding the non-Ethernet-based optical fibre cabling validation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **6.3.3.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

The installed generic cabling for industrial premises shall be tested in accordance with the methods specified in ISO/IEC 11801-3 against requirements of the relevant transmission performance class of ISO/IEC 11801-3.

#### **6.3.4 Specific requirements for wireless installation**

None.

### 6.3.5 Acceptance test report

Successful completion of acceptance test shall be documented in a final report.

The report shall include a copy of all the checklists filled in by the person in charge of the acceptance test.

## 7 Installation administration

### 7.1 General

The operability of a communication network infrastructure is based on an effective administration. Each network owner shall establish and maintain administration procedures either based on company requirements or based on available standards.

Clause 7 does not recommend specific rules for the administration of the network. Clause 7 provides basic principles and examples from which a suitable administration system shall be developed and maintained.

Administration of the cabling considers the cabling along its life cycle, which includes

- adding and removing bus segments;
- adding and removing connection points including attachment cords, AOs and TOs.

NOTE Additional information on administration of networks is available in EN 50174-1 and EIA/TIA 568.

The specific requirements for the installation administration shall be provided as follows.

- a) The specific requirements for the administration of generic cabling for industrial premises are specified in ISO/IEC 14763-2:2012.
- b) The specific requirements for the administration of a CP cabling are provided in the relevant installation profile.

### 7.2 Fields covered by the administration

The administration of a network is done along the life cycle of the network. In Clause 7, the term “fieldbus infrastructure” covers the information-technical cabling as well as the applications and equipment linked to it.

The administration covers the following fields:

- basic principles for the administration system;
- working procedures;
- installation location identification;
- labelling;
- documentation.

### 7.3 Basic principles for the administration system

The administration system of the cabling system is established in such a way:

- to be consistent with the administration system of the other systems of the plant;
- that labelling for the cabling systems is consistent with the labelling of the other systems in the plant (for example electrical cabling of a machine);
- that suitable information of other management systems can be integrated that clearly state the place of equipment or of the cabling. Its place descriptions are to be taken over into the system of cabling management;

- that recordings of the cabling management are linked with each other and with recordings of other building services, such as lighting, power supply, heating, and building plans.

#### 7.4 Working procedures

Working procedures are established in such a way as to guarantee that the following issues are fixed in detail.

- a) The extent and the format of the documentation, which is required after the planning, the implementation of installation, the verification and validation, the operation and the maintenance of the installation.
- b) The handing-over of this documentation from the contractor to the operating authority of the fieldbus infrastructure.
- c) The duration of the storage of this documentation.
- d) The updating of this documentation to reflect any changes or corrections of the cabling along its life cycle. Actions to be performed for the updating of the documentation are
  - invalid documentation is marked as such;
  - every time a change or correction is made, all concerned recordings are updated in such a way that multiple updates are understandable;
  - copies of these recordings are marked as “copy”;
  - copies of these recordings, or a warning notice, are included in the working procedures to update them;
  - the time of each change or correction is recorded in the documentation;
  - a defined method is applied for revision control (for example revision lettering is used in the documentation);
  - changes and corrections in the documentation of an interface are considered for possible changes and corrections of the equipment connected to the interface;
  - the labelling and marking are kept in accordance with the documentation, after each change or correction;
  - up-to-date documentation is made available to operation, maintenance and authorized personnel.
- e) Required inventory of spare parts and test equipment needed to support the network.
- f) The locations where support documentation can be found, if support documentation is collocated or duplicated in multiple locations.

#### 7.5 Device location labelling

The following is usually adopted.

- a) Every device location is identified with an appropriate labelling.
- b) The labelling material is selected in accordance with the environment.
- c) All device locations are marked at a suitable spot, for example area at the entrance.

#### 7.6 Component cabling labelling

A consistent approach to labelling is recommended. All major components of the cabling system are usually labelled. For example the cable ends should be labelled to uniquely identify each cable, including starting and ending locations.

The following list represents good practice.

- a) Labels are either, part of the component, attached to the component, or in the vicinity of the component.
- b) Where required, components have more than one label (for example, cables are usually labelled at each end).

- c) Labels are attached in such a manner that they are easily accessible, readable and changeable.
- d) Labels remain legible during the prospective life span of the cabling.
- e) The labelling materials are selected based on the environment.
- f) Labelling reflects the most current configuration.
- g) Documentation, labelling and network configuration are consistent.

The content and the format of the labelling are usually specified on the basis of technical and organizational criteria: the label print shall contain clear and legible information.

The labelling normally contains:

- a unique identifier (for example: sub elements of a multi-element component);
- a description of the type of the component;
- an installation location identification;
- additional information.

Information about the structure and content of the labelling is provided in the documentation.

The components to be labelled are as follows:

- 1) Cables
  - Every cable should have clear labelling.
  - Cables should be labelled at each of their ends.
  - All branch connections should be uniquely identified with a label.
  - For optical fibre cables with multiple optical fibres, the individual optical fibres are to be identified by either colour coding or by labelling.
- 2) Connection point
  - Each connection point should be labelled. For example, a terminal block should be clearly identified in the documentation and at the terminal block.
- 3) Earthing and potential equalization
  - Each connection of the earthing and potential equalization should have a label.
- 4) Active elements of a network
  - Every element should have a label.
- 5) Cable pathways
  - Every cable pathways should have a label.

## **7.7 Documentation**

The documentation of the cabling usually includes the following elements to be collected in documents organised and named in accordance with IEC 62708:

- a) System drawings.
- b) Site plans, building layouts and location drawings, which contain the identification and location of connection points, cable routing, cables, equipment and safety equipment.
- c) Schematic diagram and other information which show the electrical connections and summaries of cables, connection points, connections for equipment, earthing and potential equalization, the segment lengths, marking and location of all components.
- d) Provisions for recording the incoming inspection results, including the result of a comparison between the list of material ordered and the list of material received. In addition, provisions for recording discrepancies or damaged material.
- e) Installation verification and acceptance test report.

- f) Details regarding the installed earthing system already in use and measurements taken as documented in cabling planning documentation.
- g) Recordings about the cable routing as specified in the cabling planning documentation and in the as-implemented cabling documentation.
- h) A list of components used with the order number of the manufacturer, the type designation of the field bus organization or the standardised material designations with the respective quantity and the assigned labels.
- i) A list of the required spare parts, cables, cable sets, connectors, tools, measuring instruments, measuring cables, equipment, etc.
- j) Recordings about date of installation date of inspections, maintenance, servicing, updates, and exchange of each component.
- k) Documentation of the components provided by manufacture or supplier (such as installation manuals, etc.).

### 7.8 Specific requirements for administration

Additional information regarding the administration requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## 8 Installation maintenance and installation troubleshooting

### 8.1 General

Each network owner shall establish and maintain maintenance and troubleshooting procedures, over the full life cycle of the network, by selecting the appropriate procedures out of the options described in Clause 8 and represented in Figure 50.

Clause 8 is also applicable for high availability networks as specified in IEC 62439. Installation of high availability networks shall provide at least the following:

- maintenance documentation that explains the specific redundancy techniques used by the installed network to ensure continuity of operation during the failure and repair of any single component or cable element;
- maintenance procedures to ensure that diagnosis and restoration actions for a faulty part of a network do not affect performance of the non-faulty parts of the network which are continuing to support the user applications.

A proper maintenance procedure applied to fieldbus networks allows maximising MTBF. Proper troubleshooting procedure, repair methods, diagnostic tools and personal training allows minimising MTTR.

The owner of the network shall decide to which extent it is convenient for him to invest in diagnostic tools and the training of his maintenance and troubleshooting personnel to use these tools.

For further advice on network administration, see Clause 7. Clause 7 describes procedures for updating the documentation that supports the maintenance and troubleshooting work.

The requirements and the recommendations of Clause 8 may be applied for the generic cabling in addition to those of ISO/IEC 11801-3.

### 8.2 Maintenance

#### 8.2.1 Scheduled maintenance

The scheduled maintenance is a kind of preventive maintenance performed on each component in order to discover degradation of the component before a failure occurs and to



restore the component to a state in which it can perform the required function. The interval (defined in terms of time or number of actions) between the interventions is defined based on the characteristics of the component and information provided by the manufacturer. The key drawback of this method is that on each component the interventions are performed regularly, irrespective of the actual condition of the component. This results in some waste of time and money, because in many cases the component results confirm it to be working correctly.

Scheduled maintenance of the network will help in maximizing the MTBF.

There are the two following types of interventions to schedule.

a) Visual inspection and check-up.

Visual inspection and check-up are performed by comparing the result of the inspection and of the check-up with the reference information (baseline, resulted from the acceptance tests) and performance limits recorded in the maintenance documentation.

The documentation for the visual inspection and check-up lists includes:

- 1) components to be inspected/ checked-up (for example, the cabling in use, redundant cabling, cable routing, earthing system);
- 2) time interval or number of actions for the visual inspection and check-up of each component;
- 3) the baseline, performance limits and pass-fail criteria for each component;
- 4) tools.

If a corrective action is needed, the process described in 8.2.3 applies.

b) Component replacement/adjustment.

Intervention to replace/adjust the component to keep it in a defined acceptable condition (for example after the transmission of a defined number of data frames reset all active components). This maintenance intervention is specifically applicable to components that have critical behaviour (for example, limited life).

The documentation for this maintenance intervention lists:

- 1) the critical components;
- 2) time interval or number of actions (for example data frames transmitted) for replacement/ adjustment of each component;
- 3) procedure for replacement/adjustment of each component;
- 4) tools and spare parts.

If a corrective action is needed, the process described in 8.2.3 applies.

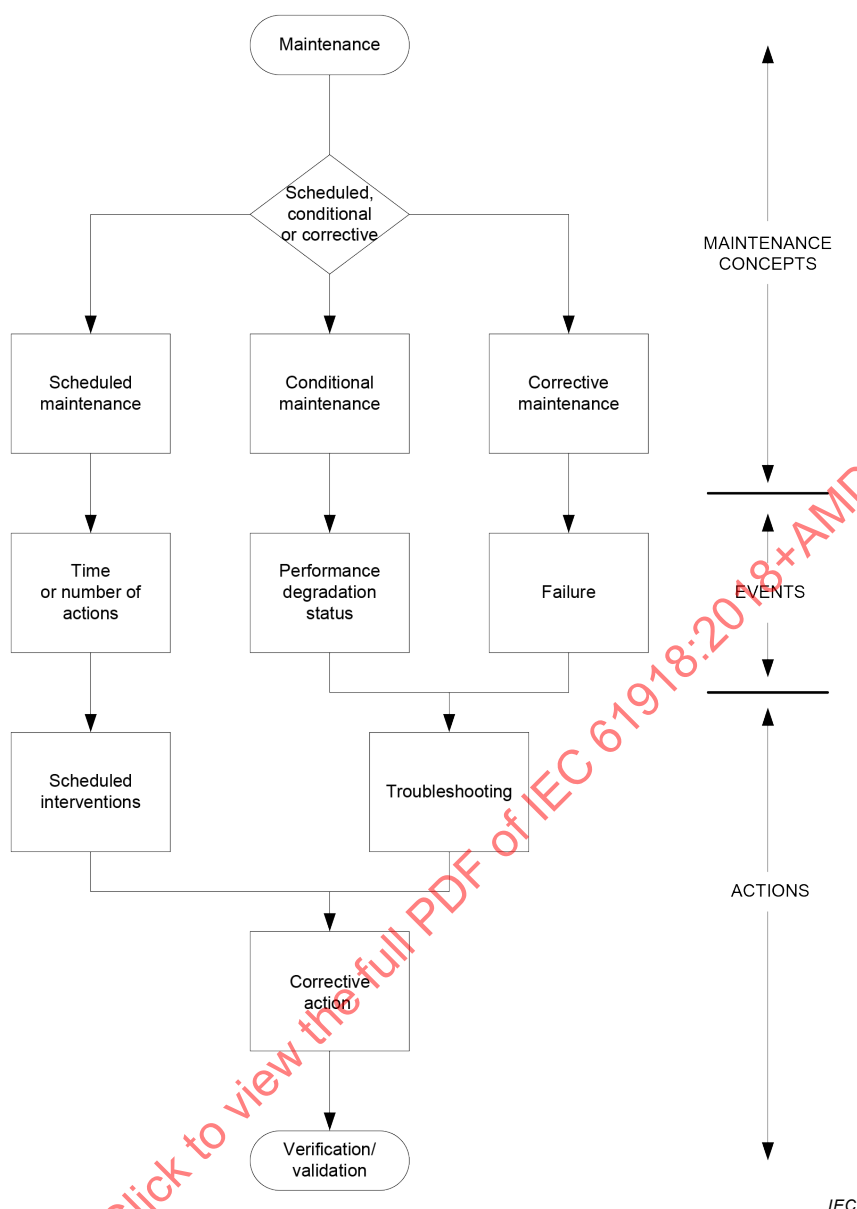


**Figure 50 – Communication network maintenance**

### 8.2.2 Condition-based maintenance

Condition-based maintenance is a kind of preventive maintenance performed on each component based on the known conditions of the components to maintain. The intervention is performed in a component only when a degradation is documented that could result in a fault of the network. If the conditions of the components are monitored on-line the degradation can be detected in real time and the intervention can be performed timely and before the degradation goes beyond the acceptable limit. Compared with scheduled maintenance, condition-based maintenance usually requires much less time and money for maintenance personnel support.

Condition-based maintenance of the network will help in maximizing the MTBF. Investment in suitable on-line diagnostic tools and training of the maintenance personnel will help to minimise the MTTR.

Examples of degradations are the following:

- the resistance to earth exceeds a defined value (for example 1  $\Omega$ );

b) the BER between two components exceeds a defined value (for example  $1 \times 10^{-9}$ ).

If a corrective action is needed, the process described in 8.2.3 applies.

### 8.2.3 Corrective maintenance

The corrective intervention on a component after a failure occurred is aimed to restore the component to a state in which it can perform the required function.

Once a failure occurs, the maintenance personnel:

- troubleshoots the network failure (see 8.3);
- performs the corrective actions described in the maintenance documentation.

The documentation for this maintenance intervention lists:

- a) procedures for repairing or replacing failed components, based on documentation provided by the supplier;
- b) spare parts;
- c) procedures for correcting network faults;
- d) procedures for the verification and validation of the network after the corrective intervention, in accordance with selected Clause 6 requirements.

The result of the intervention is usually considered for updating the maintenance specification, in accordance with Clause 7 requirements.

## 8.3 Troubleshooting

### 8.3.1 General description

Troubleshooting starts after a failure or performance degradation of a network occurs (see Figure 50).

The troubleshooting organisation begins their activity by establishing the needed documentation and by the training of the troubleshooting personnel.

The documentation for troubleshooting intervention lists:

- a) guidance for systematic network troubleshooting, such as with a checklist or a flow diagram, based on documentation provided by the supplier;
- b) guidance for troubleshooting components based on documentation provided by the supplier;
- c) test tools for the specific network.

### 8.3.2 Evaluation of the problem

The answers to the following questions usually help to create a clear understanding of the problem and allow efficient troubleshooting of the network.

- Is the complete network documentation available?
- Were there any recent changes in the network infrastructure?
- How was the problem identified?
- Since when is the problem identified?
- Was the concerned application already working failure free?
- Which users/devices are affected by the problem?
- Are there certain time frames when the problem occurs?

- Is the problem reproducible?
- Have there been previous attempts to correct the problem?

### 8.3.3 Typical problems

Problems usually encountered by the maintenance personnel are described in Table 22 and Table 23. When troubleshooting unshielded installations, EMC influence can be quantified through field-testing of TCL and ELTCTL transmission parameters. If needed, noise impact reduction may be achieved by identification of at-risk components and selection of replacement components with superior performance.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

**Table 22 – Typical problems in a network with balanced cabling**

| Problem                                                                                                                       | Most probable cause                                                                                                               | Corrective action                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Failed communications and/or high error rates                                                                                 | Loose termination or bad connector (or terminal) contacts                                                                         | Locate and correct intermittent connection                                                                                       |
|                                                                                                                               | EMC influence from other devices, poor grounding, improper separation from emitting devices or cables                             | Locate and correct grounding, identify improper separation or shielding, use optical fibre                                       |
|                                                                                                                               | Corrosion of shielding contacts                                                                                                   | Locate and replace the damaged components with either the proper protection or compatible components                             |
|                                                                                                                               | Mechanical stress in cables or connections                                                                                        | Install mechanical support and strain relief                                                                                     |
| Intermittent communications for a short time and/or burst error rates                                                         | EMC influence from other devices                                                                                                  | Correlate the communication problem with physical or environmental events. Locate and take corrective actions (mitigation, etc.) |
|                                                                                                                               | Loose termination or bad connector (or terminal) contacts, such as vibration or temperature influence                             | Locate and replace the damaged components with either the proper protection or compatible components                             |
|                                                                                                                               | Corrosion of shielding contacts                                                                                                   | Locate and replace the damaged components with either the proper protection or compatible components                             |
|                                                                                                                               | Mechanical stress in cables or connections                                                                                        | Install mechanical support and strain relief                                                                                     |
|                                                                                                                               | Condensing liquids between the electrical contacts                                                                                | Clean the connectors. Replace the damaged components with either the proper protection or compatible components                  |
| Fault report from the balanced cabling diagnostic equipment: return loss too large                                            | One is using cables or cords with incorrect impedance, for example different from 100 $\Omega$ for Ethernet systems               | Use the proper components                                                                                                        |
| Fault report from the balanced cabling diagnostic equipment: Cable length too large, attenuation or loop resistance too large | One is using cables or cords with a smaller wire size or longer length as allowed for the application. An injury is also possible | Use the proper components and cable length or replace the components                                                             |
| Fault report from the balanced cabling diagnostic equipment: NEXT, PSNEXT, ACR, PSACR, ELFEXT, PSELFEXT                       | One is using connectors, cables or cords without the expected quality. An injury is also possible                                 | Use the proper components and cable length or replace the components                                                             |

**Table 23 – Typical problems in a network with optical fibre cabling**

| Problem                                       | Most probable cause                                                                                 | Corrective action                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Failed communications and/or high error rates | Loose termination or bad connector (or splice) contacts, such as vibration or temperature influence | Locate and correct intermittent connection                                                                                                                     |
|                                               | Optical fibre attenuation increases (aging or dust)                                                 | Clean the end of the optical fibre using proper cleaning procedures. Replace the damaged components with either the proper protection or compatible components |
|                                               | Transmitter power degradation (aging)                                                               | Replace the module                                                                                                                                             |

| Problem                                                                                                          | Most probable cause                                                                                                                                                                                                                  | Corrective action                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                  | Liquids or condensing liquids between the optical fibre ends                                                                                                                                                                         | Clean and protect the optical fibre ends using proper cleaning procedures. Replace the damaged components with either the proper protection or compatible components |
|                                                                                                                  | Mechanical stress in cables or connections                                                                                                                                                                                           | Install mechanical support and strain relief                                                                                                                         |
| No power is measured at an optical source                                                                        | The optical source is defective                                                                                                                                                                                                      | Replace the module                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                  | The module is without electrical power                                                                                                                                                                                               | Power up the module                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                  | A cord is defective                                                                                                                                                                                                                  | Replace the cord                                                                                                                                                     |
| Fault report from the optical fibre diagnostic equipment: power loss is more than expected                       | The optical fibres are connected to the wrong ports on the testing unit                                                                                                                                                              | Refer to labelling and documentation for the correct wiring scheme and correct if necessary                                                                          |
|                                                                                                                  | The optical fibres are swapped at one end of the link                                                                                                                                                                                | Refer to labelling and documentation for the correct wiring scheme and correct if necessary                                                                          |
|                                                                                                                  | A cord is broken                                                                                                                                                                                                                     | Retest using a different set of cords                                                                                                                                |
|                                                                                                                  | There is one or more dirty connections in the link                                                                                                                                                                                   | Clean all optical fibre connector ends and retest                                                                                                                    |
|                                                                                                                  | The number of connectors, adapters or splices set in tester SETUP is too low                                                                                                                                                         | Correct according to the documentation of the network                                                                                                                |
|                                                                                                                  | The reference power level is incorrect                                                                                                                                                                                               | Set the reference again using the same patch cords to be used for testing                                                                                            |
|                                                                                                                  | A cord or optical fibre segment has the wrong core size. For example one is using 62,5 µm patch cords to connect to a 50 µm optical fibre. Or one is using multimode patch cords or adapters to connect to single mode optical fibre | Use the proper components in the channel for the described wavelength and optical fibre size                                                                         |
| Fault report from the optical fibre diagnostic equipment: a known length of cable measures too long or too short | The index of refraction is not set correctly for the optical fibre under test                                                                                                                                                        | Set the index of refraction to give the correct length for a known length of optical fibre                                                                           |

#### 8.3.4 Troubleshooting procedure

The procedure in Figure 51 is an example of a generic troubleshooting procedure that could be adapted to most common networks.

The troubleshooting procedure shown in Figure 51 applies if a procedure is not available.

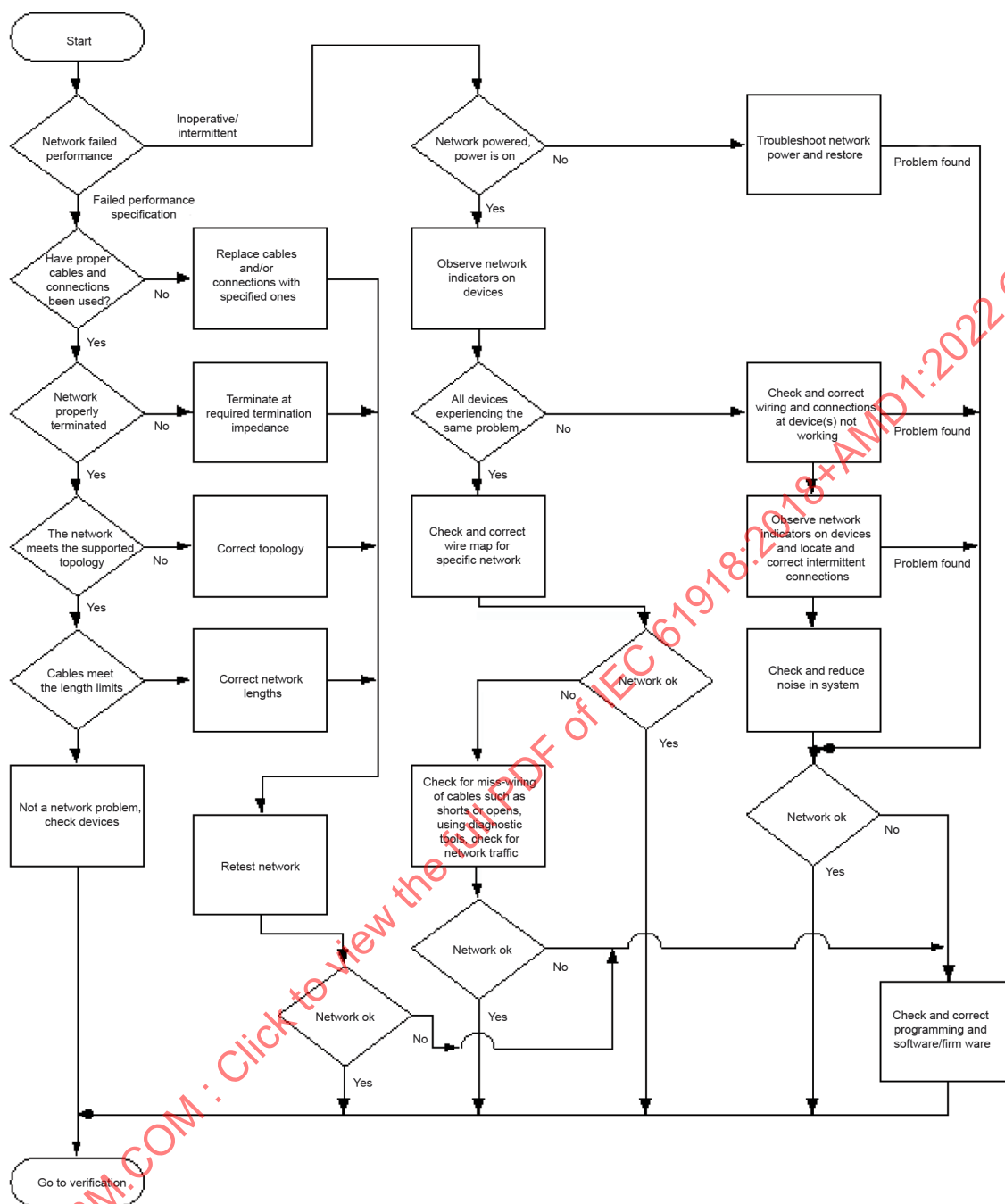
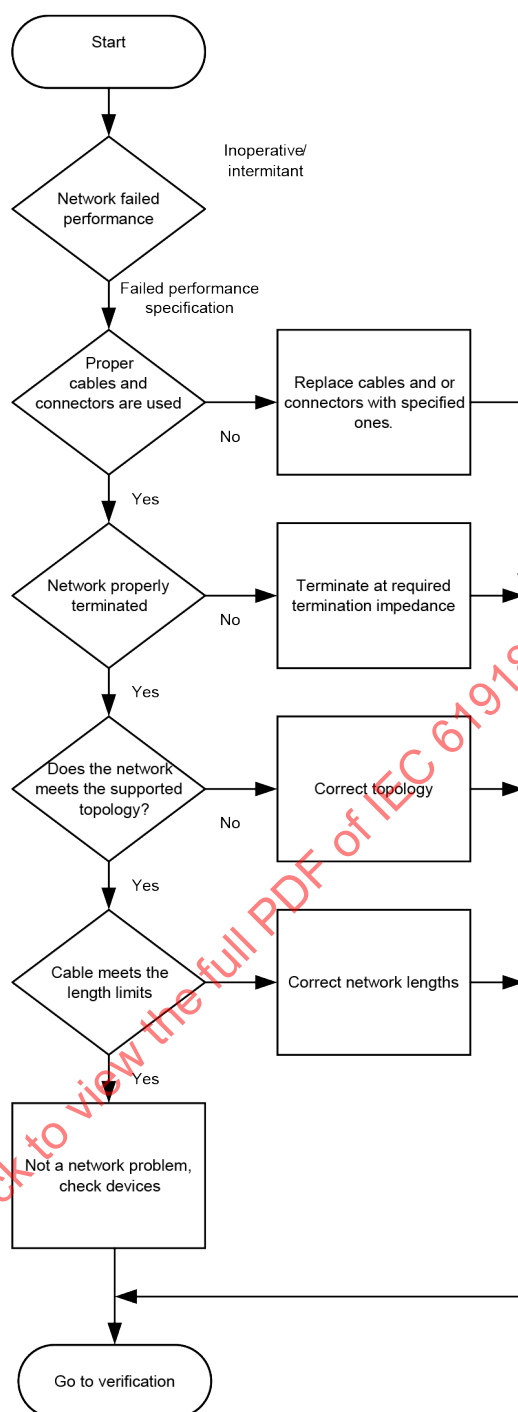


Figure 51 – Troubleshooting procedure

### 8.3.5 Simplified troubleshooting procedure

The procedure in Figure 52 is an example of simplified troubleshooting procedure that is sufficient in many cases. This procedure does not require the use of specific tools. It applies if a specific procedure is not established.



IEC

**Figure 52 – Fault detection without special tools**

If a corrective action is needed at the end of the troubleshooting, the process described in 8.2.3 applies.

#### 8.4 Specific requirements for maintenance and troubleshooting

Additional information regarding the troubleshooting requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.



## **Annex A** (informative)

### **Overview of generic cabling for industrial premises**

Within industrial premises, generic cabling enables a fixed cabling infrastructure to be installed to support a wide range of information technology and monitoring applications. The design of this cabling is specified in ISO/IEC 11801-3.

The generic nature of the cabling is delivered by:

- the specification of a flexible cabling structure comprising a series of cabling subsystems that can be connected together either passively, using cords, or actively using transmission equipment;
- a minimum level of transmission performance within each of the series of cabling subsystems used to distribute the applications.

The termination points of generic cabling that are distributed throughout the premises, called the TO, enables the connection of a variety of applications to the cabling. The applications supported are detailed in ISO/IEC 11801-3 and include telephony and local area networks. Where the TO is installed in locations associated with AIs, the type of applications detailed in this document may also be supported.

As generic cabling is intended to support a wide range of applications, the specification of the TO in ISO/IEC 11801-3 is restricted to specific interfaces for balanced cabling and optical fibre cabling. This restriction is intended to optimise the interoperability of cords and portable terminal equipment that may be connected to the TO.

Where a designated connection from generic cabling to specific communication cabling within an AI is desired, an AO specified within this document may replace the TO and the cabling is considered non-generic.

NOTE ISO/IEC 11801-3 also contains information in support of non-generic cabling structures that may support the implementations of specific CPF.

## Annex B (informative)

### MICE description methodology

#### B.1 General

The MICE environmental classification is specified in ISO/IEC 11801-1:2017.

The background to the development of the approach is given in ISO/IEC TR 29106:2007/AMD1:2012.

A recommendation for the wider application of this approach by the installation planner and installer is given in Clause 4. Information provided with Annex B is intended just as a first guidance on the use of the MICE system. For the application of the MICE system, the specifications provided with the most recent versions of the above standard and technical report take precedence.

#### B.2 Overview of MICE

The MICE concept is a concept in which an environment within an installation can be classified in terms of environmental and EMI levels. The MICE table (see Table B.5) defines 3 levels for each component of the MICE classification: Mechanical, Ingress, Climatic and Electromagnetic (thus the name MICE). The three classifications are graphically shown in Figure B.1. These classifications begin at generally the lowest ( $M_1I_1C_1E_1$ ) which best describes most office spaces and extends to a highest level that best describes a typical industrial space ( $M_3I_3C_3E_3$ ).

| Office | Light industrial | Industrial |
|--------|------------------|------------|
| M1     | M2               | M3         |
| I1     | I2               | I3         |
| C1     | C2               | C3         |
| E1     | E2               | E3         |

IEC

**Figure B.1 – MICE classifications**

Figure B.2 is an example of typical industrial areas. Further, the AI may expand to include the entire factory floor. Figure B.2 indicates typical MICE classifications for the three primary areas within a factory. Not all areas fall exclusively into one classification, for example, an AI may have mechanical shock at  $>150 \text{ ms}^{-2}$  whereby it may be classified as a  $M_3$ . The environment may only have light dust consistent with the levels in  $I_2$ . The temperature where the cables and equipment are routed/installed may be  $65^\circ\text{C}$  with the Climatic classification  $C_2$  as defined by the MICE table. The machinery in the AI may consist of welding robots, in which the EMI is most likely in the  $E_3$  classification. The MICE environment can then be summarised as  $M_3, I_2, C_2$  and  $E_2$ .

NOTE The terms used in Figure B.2 are specific to Annex B.

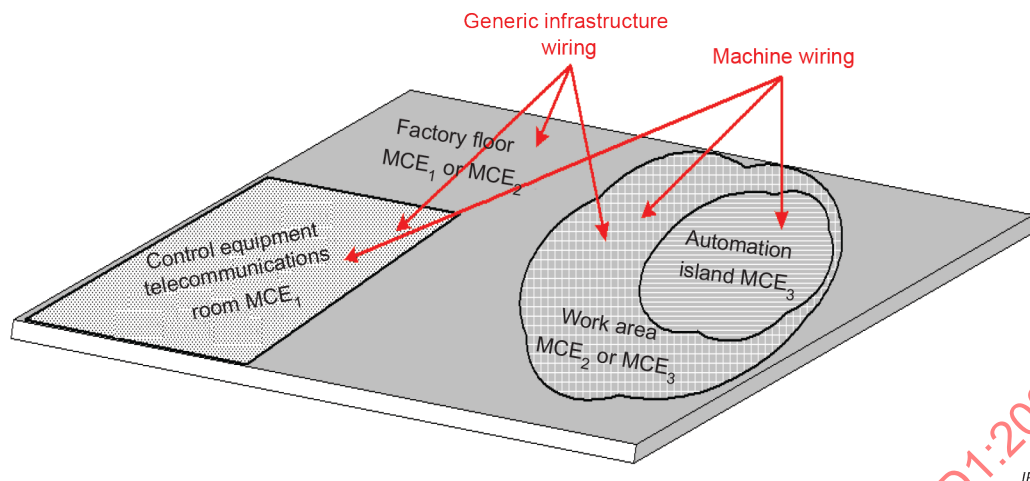


**Figure B.2 – Example MICE classifications within a facility**

### B.3 Examples of use of the MICE concept

#### B.3.1 Common description

The planner should be aware of the environment and EMC levels in the areas in which the cabling and equipment will be installed. By systematically classifying the installation coverage area, decisions can be made on component selections and additional mitigation needs. Cabling systems can be designed using all enhanced components in which no mitigation is required or a combination of enhancements and mitigation may be chosen. In some cases, this may restrict flexibility or may create a cost and/or availability issue. This concept allows the designer to balance component cost (and availability) with mitigation costs thereby designing the most robust cost-effective cabling system, as shown in Figure B.3. Mitigation can be broken down into two forms, separation and isolation. The following examples will help to solidify the importance of mitigation. Mitigation simply converts one MICE area into another that is compatible with the cabling components and equipment to be installed.

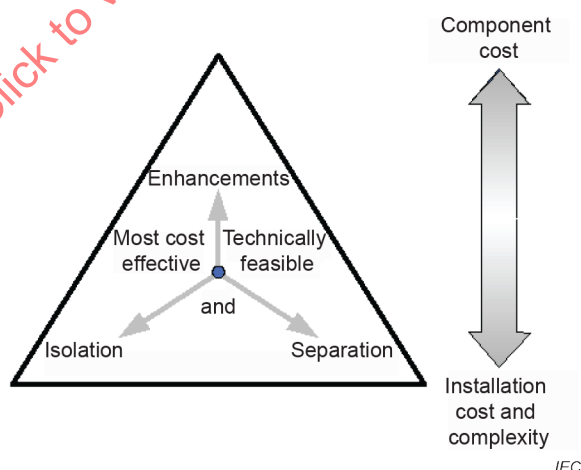


**Figure B.3 – Enhancement, isolation and separation**

#### B.3.2 Examples of mitigation

##### B.3.2.1 Example 1

The targeted MICE area is specified in Table B.1. The desired component has been determined to be compatible with a MICE environment as described in the left column of

Table B.1. The environment to which the component should be installed in is described in the second column of Table B.1. By inspection of the component and environment parameters “M” and “E” do not match, requiring mitigation. Parameters “I” and “C” exceed the environmental condition and therefore need action.

**Table B.1 – Example 1 of targeted MICE area**

| Component      | Environment    |
|----------------|----------------|
| M <sub>1</sub> | M <sub>3</sub> |
| I <sub>3</sub> | I <sub>1</sub> |
| C <sub>3</sub> | C <sub>2</sub> |
| E <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> |

Since the component does not map directly in to the environment, the environment should be mitigated. The harsh M<sub>3</sub> environment can be converted to an M<sub>1</sub> local to the component by shock mounting the equipment in an enclosure. The high EMI can be reduced by using a metallic EMI, shock mounted, enclosure as indicated in Figure B.4. Both M<sub>3</sub> and E<sub>3</sub> problems are solved.

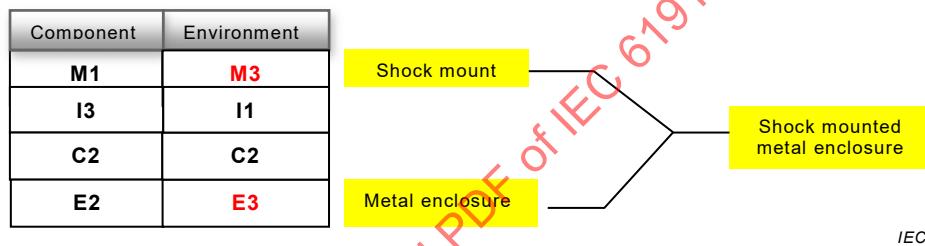


**Figure B.4 – Example 1 of mitigation**

### B.3.2.2 Example 2

This is an example of a cable installation where the environment is described as in Table B.2. By inspection, it can be seen that the cable does not match the environmental conditions for EMI (E). Therefore, some form of mitigation is required.

**Table B.2 – Example 2 of targeted MICE area**

| Component      | Environment    |
|----------------|----------------|
| M <sub>1</sub> | M <sub>1</sub> |
| I <sub>3</sub> | I <sub>1</sub> |
| C <sub>2</sub> | C <sub>2</sub> |
| E <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> |

Since the cable selected does not meet the EMI requirements, then some mitigation is required. Mitigation can be solved two ways, separation and/or isolation. The drawing in Figure B.5 shows how this can be done in a pathway.

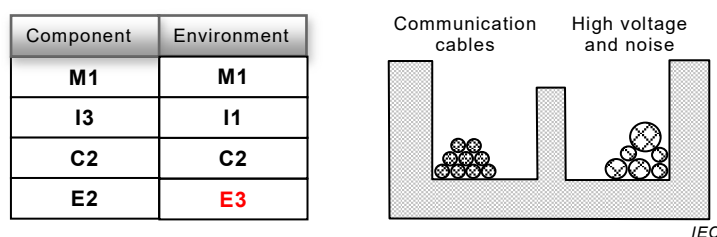


Figure B.5 – Example 2 of mitigation

By providing physical separation between the high EMI conductors and the communication cabling, the noise coupling will be reduced. An additional reduction in noise coupling can be achieved by adding a metallic wall between the conductors thus providing isolation. Either or both of these two methods may be independently sufficient to reduce the noise coupling or may be required together.

## B.4 Determining E classification

In a factory environment the electromagnetic disturbances present wide range of frequencies. In addition, there is a range of electromagnetic disturbance coupling mechanisms. Figure B.6 is provided as guidance in determining the frequency range of common electromagnetic disturbance generating devices found in an AI. Devices not only generate harmful fundamental frequencies, they also generate harmonics that can be just as disruptive to communication networks. The grey part of the bars indicates the additional range caused by the third harmonic.

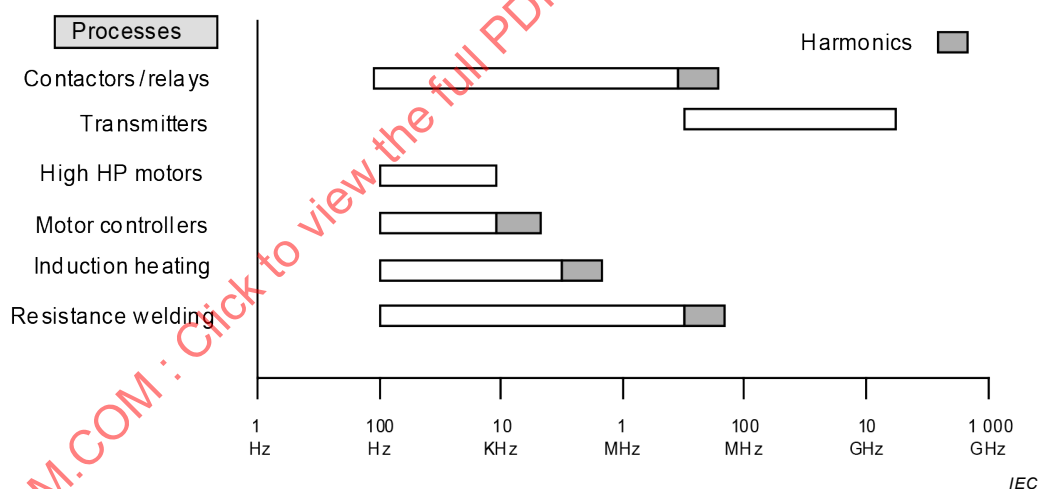


Figure B.6 – Frequency range of electromagnetic disturbance from common industrial devices

Table B.3 provides general guidance as to the electromagnetic level ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ) for many common electromagnetic disturbance-generating devices. The level of the interfering electromagnetic disturbance is dependent on two factors: 1) distance from and 2) magnitude of the interfering device. Table B.3 is provided as a rough guide for determining the possible electromagnetic classification ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ) based on separation.

**Table B.3 – Relationship between electromagnetic disturbance-generating devices and “E” classification**

| Electromagnetic disturbance-generating device  | Distance from cabling | “E” classification               |
|------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Contactor relay                                | < 0,5 m               | E <sub>2</sub>                   |
|                                                | > 0,5 m               | E <sub>1</sub>                   |
| Transmitters (< 1 W)                           | < 0,5 m               | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | > 0,5 m               | E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> |
| Transmitters (1 W to 3 W)                      | < 1,0 m               | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | ≥ 1,0 m               | E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> |
| Transmitters (TV, radio, mobile, base station) | < 3 km                | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | ≥ 3 km                | E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> |
| High- <del>HP</del> power motors               | < 3 m                 | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | > 3 m                 | E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> |
| Motor controllers                              | < 0,5 m               | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | 0,5 m to 3 m          | E <sub>2</sub>                   |
|                                                | > 3 m                 | E <sub>1</sub>                   |
| Induction heating < 8 MW                       | < 0,5 m               | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | 0,5 m to 3 m          | E <sub>2</sub>                   |
|                                                | > 3 m                 | E <sub>1</sub>                   |
| Resistance heating                             | < 0,5 m               | E <sub>2</sub>                   |
|                                                | > 0,5 m               | E <sub>1</sub>                   |
| Fluorescent lights                             | < 0,15 m              | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | > 0,15 m              | E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> |
| Thermostatic switches 110 V to 230 V           | < 0,5 m               | E <sub>2</sub> or E <sub>3</sub> |
|                                                | > 0,5 m               | E <sub>1</sub>                   |

As examples of particularly critical magnetic fields that may be encountered, the following cases are worth mentioning.

- Fixed magnetic fields in the food processing applications designed to remove magnetic material from food. These magnets have the potential to saturate the cores of both Ethernet transformers and switching power supplies causing temporary disruption in performance. Levels as high as  $38,5 \times 10^{-3}$  T is significant to saturate the core of a Ethernet isolation transformer.
- High magnetic fields in 4 kHz to 8 kHz used in induction heating processes. These machines consume 4 MW to 12 MW for induction heating of magnetic materials. The machines are used in steel forging processes.
- Magnetic fields generated by direct currents used in aluminium processes. The currents are in the thousands ampere range. Due to ripple currents, there is a significant AC magnetic field that is imposed on the fixed magnetic field. Both can be disruptive to transformer cores when exposed to the magnetic fields.

A solution to these high magnetic fields is proper mitigation either by separation or isolation (magnetic shielding).

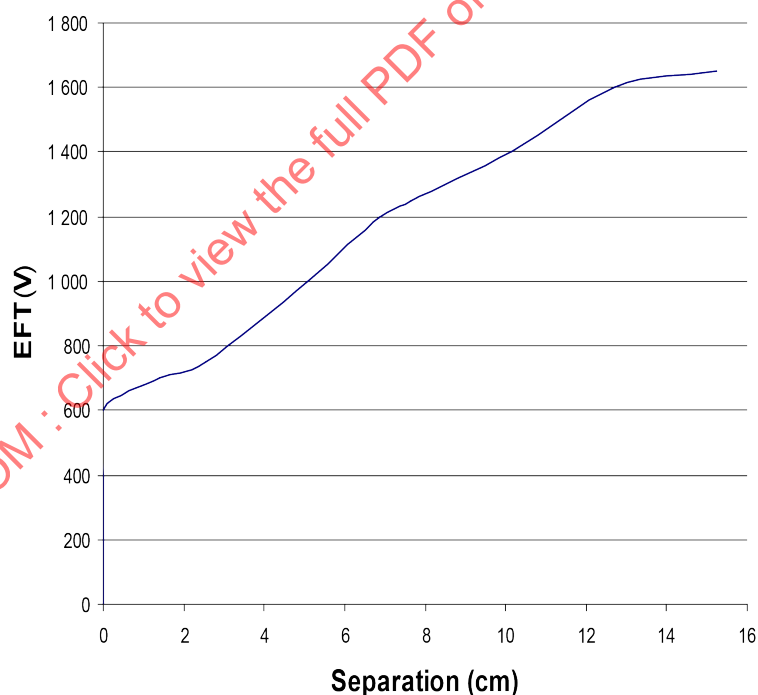
Table B.4 provides information regarding the coupling mechanism for some interfering devices. Table B.4 will help to guide the designer, installer and troubleshooting personnel in mitigating or correcting for noise interference. For example, in an environment where a relay

contactor is found to cause interference, the mechanism for noise ingress is coupling through adjacent lines (EFT) caused by the high  $dU/dt$ . To correct this situation, additional separation may be provided to reduce the magnitude of coupling.

**Table B.4 – Coupling mechanism for some interfering devices**

| Type                            | Electromagnetic disturbance | Coupling mechanism               |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Electric motors                 | Surge and EFT               | Local earth, conducted           |
| Drive controllers               | Conducted and surge         | Local earth, conducted           |
| Relays and contactors           | EFT                         | Radiated, conducted              |
| Welding                         | EFT, induction              | Radiated magnetic                |
| RF induction welding            | Radio frequency             | Radiated, conducted              |
| Material handling paper/textile | ESD                         | Radiated                         |
| Heating                         | EFT                         | Local earth, conducted, radiated |
| Induction heating               | EFT, magnetic               | Local earth, conducted, radiated |
| Radio communications            | Radio frequency             | Radiated                         |

The graph given in Figure B.7 provides separation versus EFT value guidance. Alternatively, isolation through shields can be used to reduce the effects of electromagnetic transients by providing additional shielding attenuation.



IEC

**Figure B.7 – Example of a general guidance for separation versus EFT value**

The graph in Figure B.7 represents the recommended separation of communication cables from conductors carrying electromagnetic transients. The separation assumes that cables meet the minimum requirements in ISO/IEC 11801 for balance and crosstalk.

NOTE ISO/IEC 11801-3 also contains information in support of non-generic cabling structures that can support the implementations of specific CPF.

## B.5 The MICE table

Table B.5 is copied from ISO/IEC 11801-1. It is copied here to provide understanding of the informative description provided in this Annex B. Of course, for the specification of the MICE classifications of an industrial premises, the values specified in the most recent version of ISO/IEC 11801-1 apply.

**Table B.5 – MICE definition**

| <b>Mechanical</b>                                                   | <b>M<sub>1</sub></b>                             | <b>M<sub>2</sub></b>                                                        | <b>M<sub>3</sub></b>                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Shock/bump (see <sup>a</sup> )                                      |                                                  |                                                                             |                                                                                                                    |
| Peak acceleration                                                   | 40 ms <sup>-2</sup>                              | 100 ms <sup>-2</sup>                                                        | 250 ms <sup>-2</sup>                                                                                               |
| Vibration                                                           |                                                  |                                                                             |                                                                                                                    |
| Displacement amplitude<br>(2 Hz to 9 Hz)                            | 1,5 mm                                           | 7,0 mm                                                                      | 15,0 mm                                                                                                            |
| Acceleration amplitude<br>(9 Hz to 500 Hz)                          | 5 ms <sup>-2</sup>                               | 20 ms <sup>-2</sup>                                                         | 50 ms <sup>-2</sup>                                                                                                |
| Tensile force                                                       | See <sup>b</sup>                                 | See <sup>b</sup>                                                            | See <sup>b</sup>                                                                                                   |
| Crush                                                               | 45 N<br>over 25 mm (linear)<br>min.              | 1 100 N<br>over 150 mm (linear)<br>min.                                     | 2 200 N<br>over 150 mm (linear)<br>min.                                                                            |
| Impact                                                              | 1 J                                              | 10 J                                                                        | 30 J                                                                                                               |
| Bending, flexing and torsion                                        | See <sup>b</sup>                                 | See <sup>b</sup>                                                            | See <sup>b</sup>                                                                                                   |
| <b>Ingress</b>                                                      | <b>I<sub>1</sub></b>                             | <b>I<sub>2</sub></b>                                                        | <b>I<sub>3</sub></b>                                                                                               |
| Particulate ingress (diameter<br>max.)                              | 12,5 mm                                          | 50 µm                                                                       | 50 µm                                                                                                              |
| Immersion                                                           | None                                             | Intermittent liquid jet<br>≤ 12,5 l/min<br>≥ 6,3 mm jet<br>> 2,5 m distance | Intermittent liquid jet<br>≤ 12,5 l/min<br>≥ 6,3 mm jet<br>> 2,5 m distance<br>and immersion<br>(≤1 m for ≤30 min) |
| <b>Climatic and chemical</b>                                        | <b>C<sub>1</sub></b>                             | <b>C<sub>2</sub></b>                                                        | <b>C<sub>3</sub></b>                                                                                               |
| Ambient temperature                                                 | –10 °C to +60 °C                                 | –25 °C to +70 °C                                                            | –40 °C to +70 °C                                                                                                   |
| Rate of change of temperature                                       | 0,1 °C per minute                                | 1,0 °C per minute                                                           | 3,0 °C per minute                                                                                                  |
| Humidity                                                            | 5 % to 85 %<br>(non-condensing)                  | 5 % to 95 %<br>(condensing)                                                 | 5 % to 95 %<br>(condensing)                                                                                        |
| Solar radiation                                                     | 700 W m <sup>-2</sup>                            | 1 120 W m <sup>-2</sup>                                                     | 1 120 W m <sup>-2</sup>                                                                                            |
| Liquid pollution (see <sup>c</sup> )<br>Contaminants                | Concentration × 10 <sup>-6</sup>                 | Concentration × 10 <sup>-6</sup>                                            | Concentration × 10 <sup>-6</sup>                                                                                   |
| Sodium chloride (salt/sea<br>water)                                 | 0                                                | <0,3                                                                        | <0,3                                                                                                               |
| Oil (dry-air concentration)<br>(for oil types, (see <sup>b</sup> )) | 0                                                | <0,005                                                                      | <0,5                                                                                                               |
| Sodium stearate (soap)                                              | None                                             | >5 × 10 <sup>4</sup> aqueous non-<br>gelling                                | >5 × 10 <sup>4</sup> aqueous<br>gelling                                                                            |
| Detergent                                                           | None                                             | ffs                                                                         | ffs                                                                                                                |
| Conductive materials                                                | None                                             | Temporary                                                                   | Present                                                                                                            |
| Gaseous pollution (see <sup>c</sup> )<br>Contaminants               | Mean/Peak<br>(Concentration × 10 <sup>-6</sup> ) | Mean/Peak<br>(Concentration × 10 <sup>-6</sup> )                            | Mean/Peak<br>(Concentration × 10 <sup>-6</sup> )                                                                   |
| Hydrogen sulphide                                                   | <0,003 / <0,01                                   | <0,05 / <0,5                                                                | <10 / <50                                                                                                          |
| Sulphur dioxide                                                     | <0,01 / <0,03                                    | <0,1 / <0,3                                                                 | <5 / <15                                                                                                           |



| <b>Mechanical</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>M<sub>1</sub></b>                                                                                     | <b>M<sub>2</sub></b>                                                                                     | <b>M<sub>3</sub></b>                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sulphur trioxide (ffs)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <0,01 / <0,03                                                                                            | <0,1 / <0,3                                                                                              | <5 / <15                                                                                                  |
| Chlorine wet (>50 % humidity)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <0,000 5 / <0,001                                                                                        | <0,005 / <0,03                                                                                           | <0,05 / <0,3                                                                                              |
| Chlorine dry (<50 % humidity)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <0,002 / <0,01                                                                                           | <0,02 / <0,1                                                                                             | <0,2 / <1,0                                                                                               |
| Hydrogen chloride                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | - / < 0,06                                                                                               | <0,06 / <0,3                                                                                             | <0,6 / 3,0                                                                                                |
| Hydrogen fluoride                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <0,001 / <0,005                                                                                          | <0,01 / <0,05                                                                                            | <0,1 / <1,0                                                                                               |
| Ammonia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <1 / <5                                                                                                  | <10 / <50                                                                                                | <50 / <250                                                                                                |
| Oxides of Nitrogen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <0,05 / <0,1                                                                                             | <0,5 / <1                                                                                                | <5 / <10                                                                                                  |
| Ozone                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <0,002 / <0,005                                                                                          | <0,025 / <0,05                                                                                           | <0,1 / <1                                                                                                 |
| <b>Electromagnetic</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>E<sub>1</sub></b>                                                                                     | <b>E<sub>2</sub></b>                                                                                     | <b>E<sub>3</sub></b>                                                                                      |
| Electrostatic discharge – Contact (0,667 µC)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4 kV                                                                                                     | 4 kV                                                                                                     | 4 kV                                                                                                      |
| Electrostatic discharge – Air (0,132 µC)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8 kV                                                                                                     | 8 kV                                                                                                     | 8 kV                                                                                                      |
| Radiated RF – AM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz)<br>3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz)<br>1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz) | 3 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz)<br>3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz)<br>1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz) | 10 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz)<br>3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz)<br>1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz) |
| Conducted RF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3 V at (150 kHz to 80 MHz)                                                                               | 3 V at (150 kHz to 80 MHz)                                                                               | 10 V at (150 kHz to 80 MHz)                                                                               |
| EFT/B (comms)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 500 V                                                                                                    | 500 V                                                                                                    | 1 000 V                                                                                                   |
| Surge (transient ground potential difference) – signal, line to earth                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 500 V                                                                                                    | 1 000 V                                                                                                  | 1 000 V                                                                                                   |
| Magnetic field (50/60 Hz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1 Am <sup>-1</sup>                                                                                       | 3 Am <sup>-1</sup>                                                                                       | 30 Am <sup>-1</sup>                                                                                       |
| Magnetic field (60 Hz to 20 000 Hz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ffs                                                                                                      | ffs                                                                                                      | ffs                                                                                                       |
| <p><sup>a</sup> Bump: the repetitive nature of the shock experienced by the channel shall be taken into account.</p> <p><sup>b</sup> This aspect of environmental classification is installation-specific and should be considered in association with IEC 61918 and the appropriate component specification.</p> <p><sup>c</sup> A single dimensional characteristic, i.e. Concentration × 10<sup>-6</sup>, was chosen to unify limits from different standards.</p> |                                                                                                          |                                                                                                          |                                                                                                           |

## B.6 Communication devices and cabling considerations

### B.6.1 General

The planner should consult the device and cabling manufacturer regarding correct selection of the device and cabling for the application under consideration.

The impact of industrial environment EMI on the communication network could result in incorrect reconstruction of the signal at the receiver.

The requirements specified in Clause 4, Clause 5 and Clause 6 fully clarify the mitigation measures to be used for the cabling. In this Annex B, some additional clarifications are provided in regard to the selection of the proper communication devices and cabling.

Communication devices are available with different constructions in order to serve a large range of different applications. The most critical impact of the industrial environment EMI on the devices is the saturation of the device physical layer interface with the cabling, which

happens when the common mode (CM) voltage tolerance of the devices is less than the impact of the conducted disturbances.

Typically, the level of the CM voltage tolerance of a device depends on the performance of the device interface with the cabling.

### B.6.2 Device types

From the point of view of the enhanced device interface immunity, the communication devices may be grouped in two types.

#### a) Devices type 1

Figure B.8 and Figure B.9 show the structures of the device type 1 interfaces.

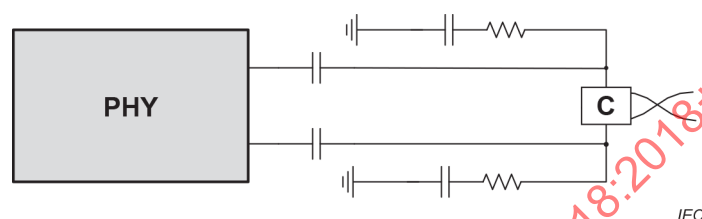


**Figure B.8 – Communication device interface with limited EMI immunity**

All the devices having type 1 interface, if associated with shielded cabling whose CA is at least 60 dB, can provide a compatibility with electromagnetic interferences up to the E3.

The use of unshielded cabling is not recommended in combination with devices type 1 for environments E2 and E3. In fact, these resulting combinations would require the use of costly and complex additional mitigation measures (see Clause 4 and Clause 5).

NOTE 1 All communication device interface figures only show the interface of the master device. The same interface is used at the field device, to prevent the saturation effect also on this side.

NOTE 2 It is possible to assess coupling attenuation by laboratory measurements of representative samples of channels assembled using their component and connector practices.

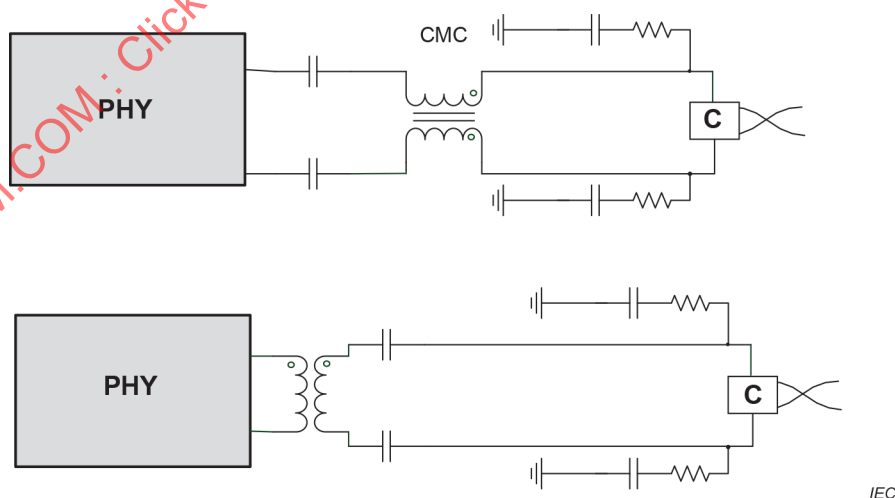


**Figure B.9 – Communication device interfaces with medium EMI immunity**

Figure B.9 shows the structure of two equivalent interfaces of the device type 1, with improved CM voltage tolerance at their interface. The interface that includes CM chokes may serve for intrinsic safety applications, where transformers cannot be used.

## b) Device type 2

Figure B.10 shows the structure of the device type 2 interfaces, where a more complete set of mitigation elements is added at the device interface, as CM chokes and isolation transformers.

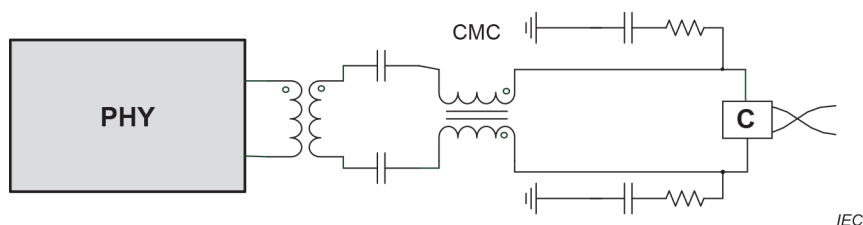


**Figure B.10 – Communication device interface with the highest EMI immunity (type 2)**

Type 2 interfaces, if combined with shielded cabling whose CA is at least 60 dB, can provide an improved CM voltage tolerance, which makes them suitable for the most aggressive interferences (even more than E3). This also means that type 2 devices could be used irrespective of the level of the electromagnetic interference, with the advantages for both the manufacturer and the user, which derive from managing just one type.

Devices type 2 may also be used with unshielded cabling, provided that the cabling has TCL and ELTCL =  $80 - 20\log(f)$ , 46 dB maximum.

### B.6.3 EMI resistance needed for E3 industrial applications

Table B.6 shows device and cabling requirements when E3 resistance is required.

**Table B.6 – EMI resistance of industrial applications**

| Test procedure |                                               | Value (kV) |
|----------------|-----------------------------------------------|------------|
| IEC 61000-4-4  | Electrical fast transient/burst immunity test | 2          |
| IEC 61000-4-5  | Surge immunity test                           | 2          |

## **Annex C** (informative)

### **Network topologies**

#### **C.1 Common description**

Each network topology provides a different set of features and benefits. This Annex C covers items for consideration by network designers and planners.

#### **C.2 Total cable demand**

The total amount of cable required for an installation will depend on the site geographical placing of devices and the topological layout used to connect them. In most cases, star and ring structures need more cable than other structures.

#### **C.3 Maximum cable segment length**

The maximum cable length for a segment between two nodes is set by the fieldbus type category for that part of the network. So this constraint should be checked.

#### **C.4 Maximum network length**

Repeaters can usually extend the network length over greater geographical distances because the communication signals are regenerated by each repeater. However, in some cases the regeneration process may introduce unacceptable transmission delays.

#### **C.5 Fault tolerance**

##### **C.5.1 General**

Consideration of all network designs should include an evaluation of potential failures and their impact on performance.

Failure of cabling, nodes and power supplies should be evaluated for the effect on the network performance. In a passive topology, this type of fault normally results in loss of communication with one node. In an active topology, this type of fault normally results in loss of communication for multiple nodes.

NOTE The central location of a star topology represents a single point for failures which can stop all communications as a result of faults in a non-redundant repeater/switch or environmental problems in and around the central location.

##### **C.5.2 Use of redundancy**

Network fault tolerance may be improved by using combinations of redundancy at active propagation points and/or by providing alternative/backup communication paths.

Ring-based technologies normally provide fault detection and automatic reconfiguration to work around at least one fault.

##### **C.5.3 Failure analysis for networks with redundancy**

The effects of failure on networks including redundancy should be considered in three stages including an evaluation of the time required for the following actions.

a) Initial fault detection and any needed reconfiguration to restore communication.

NOTE 1 After fault detection and reconfiguration, the network is operating normally, but in a 'backup mode' using some of the redundancy elements, so it has reduced fault resilience, and could not be able to recover from a second fault.

NOTE 2 Some network topologies and design approaches can support detection and reconfiguration without loss of time or communications. In ring-based networks, fault detection and reconfiguration can take from 0,3 s to several minutes.

b) Repair/replacement of the faulty function.

NOTE 3 This phase considers the communication impact of repair activities; for example, a network outage can be required to replace a multi-port switch with several good ports and one faulty port.

NOTE 4 During and after repair, the network can operate in its backup mode of operation.

c) Reinstatement of the network to its original operational state.

Any operational impact of the re-instatement process should be evaluated.

NOTE 5 As part of the reconfiguration and backup process, the active 'network manager' and active 'source of network time' can be transferred to other nodes on the network; however for normal operation these entities can need to be re-instated to their original design location such as a protected node in the main control room.

The number of fault impact elements will vary for different technologies, topologies, and fault cases. The above analysis should include an evaluation of the time required and the number of lost and delayed messages for various faults, including failure of an active network manager function and failure of an active source of network time, followed by repair and reinstatement.

## C.6 Network access for diagnosis convenience

The central point of a star structure is a convenient single location for network diagnosis, network re-configuration and administration.

## C.7 Maintainability and on-line additions

Many fieldbus technologies provide facilities for adding and removing devices in an operational fieldbus network.

If an application requires device changes during normal operation, then the supplier recommended procedures for on-line connection and disconnection should be evaluated with respect to

- time taken and communication impact of making/unmaking a device physical and logical connection;
- time taken and communication impact of including/excluding a device for the running application.

Typically, when devices are connected to a spur or a tap on a bus or to a switch port, they may be added and removed without loss of traffic among other devices.

Typically, when devices are part of a ring structure or a linear trunk structure, the addition and removal of devices will involve re-configuration and loss of traffic among other devices.

## Annex D (informative)

### Connector tables

The connector tables provided in Annex D show the connectors used for copper cabling in the CPs. These tables are intended for use by installers and trouble-shooters of communication networks in industrial sites.

Table D.1 provides conventions for colours, as specified in IEC 60757. These conventions are used in the connector tables. Combinations of colour codes are written according to the following example: colour code 1/colour code 2. Dominating colour is written first.

**Table D.1 – Conventions for colour code used  
in the connector table**

| Colours   | Code |
|-----------|------|
| Black     | BK   |
| Blue      | BU   |
| Brown     | BN   |
| Green     | GN   |
| Grey      | GY   |
| Orange    | OG   |
| Pink      | PK   |
| Red       | RD   |
| Turquoise | TQ   |
| Violet    | VT   |
| White     | WH   |
| Yellow    | YE   |

Table D.3 to Table D.13 provide the pin and wire colour code assignment for a number of connectors as defined by the consortia for their CPs.

Additional conventions are:

- not used pins are identified with symbol “ – ”;
- drain wire or shield is represented as “Drain”.

In most cases of construction for balanced cables, the wires are arranged in 2 or 4 pairs. When arranged in pairs, the two conductors of each pair are twisted together. The pairs are then twisted together to form a finished cable. It is noted that a quad is constructed without pairing by twisting the 4 wires in a specific order. When the pairs are twisted, they are usually numbered for identification purposes. The pair numbers are then assigned a colour scheme. For example, Table D.2 relates the pair number to the colour scheme.

With respect to the cables with 2 and 4 pairs, there are two common wiring methods that are recognized. These two wiring methods are identified by T568A and T568B. The different wiring designations were created to distinguish the two different wiring systems and for compatibility purposes. Figure H.1 and Figure H.2 show the relationship between the pair positions within a connector, for four pair systems and two pair systems respectively. In most cases, the pair transmission and electrical characteristics of the pairs are identical and therefore pin placement is not important. The two wiring systems reverse the positions of

pairs 2 and 3 within the connector. The wiring method for a particular cord is typically identified by T568A or T568B marked on the cable jacket.

For the purposes of this document, these designations are adopted in the following tables. These designations only apply to straight through cables.

The CPs treated in the connector tables are listed hereafter, complete with their trade names (see Annex M for the complete list).

- **CPF 1** (FOUNDATION fieldbus): CP 1/1 (FOUNDATION H1) and CP 1/2 (FOUNDATION HSE).
- **CPF 2** (CIP™): CP 2/1 (ControlNet™), CP 2/2 (EtherNet/IP™) and CP 2/3 (DeviceNet™).
- **CPF 3** (PROFIBUS & PROFINET): CP 3/1 and CP 3/2 (PROFIBUS), CP 3/3, CP3/4, CP3/5, and CP3/6 (PROFINET).
- **CPF 4** (P-NET®): CP 4/1 (P-NET with physical layer according to RS 485) and CP 4/3 (P-NET on IP).
- **CPF 6** (INTERBUS®): one common installation profile for CPF 6 Type 8 networks (CP 6/1 etc.) and CP 6/2 over Ethernet.
- **CPF 8** (CC-Link & CC-Link IE): CP 8/1 and CP 8/2 (CC-Link/V1 and CC-Link/V2), CP 8/3 (CC-Link/LT), CP 8/4 (CC-Link IE Controller Network) and CP 8/5 (CC-Link IE Field Network).
- **CPF 10** (Vnet/IP): CP 10/1(Vnet/IP).
- **CPF 11**(TCnet): CP 11/1 (TCnet-star), CP 11/2 (TCnet-loop 100) and CP 11/3 (TCnet-loop 1G).
- **CPF 12** (EtherCAT™): CP 12/1 and CP 12/2 (EtherCAT).
- **CPF 13** (Ethernet POWERLINK): CP 13/1 (Ethernet POWERLINK).
- **CPF 14** (EPA™): CP 14/1 (EPA-NRT), CP 14/2 (EPA-RT) and CP 14/3 (EPA-FRT).
- **CPF 15** (MODBUS®-RTPS): CP 15/1 (MODBUS) and CP 15/2 (RTPS).
- **CPF 16** (SERCOS): CP 16/1 (SERCOS I), CP 16/2 (SERCOS II) and CP 16/3 (SERCOS III).
- **CPF 17** (RAPIEnet): CP 17/1 (RAPIEnet)
- **CPF 18** (SafetyNET p): CP 18/1 (SafetyNET p RTFL) and CP 18/2 (SafetyNET p RTFN).
- **CPF 19** (MECHATROLINK): CP 19/1 (MECHATROLINK-II) and CP 19/2 (MECHATROLINK-III).
- **CPF 20** (ADS-net): CP 20/1 (ADS-net/μzNETWORK-1000) and CP 20/2 (ADS-net/NX).
- **CPF 21** (FL-net): CP 21/1 (FL-net).

### Table D.2 – Pin/pair assignment and colour scheme

| T568A |     |        | T568B |     |        |
|-------|-----|--------|-------|-----|--------|
| Pair  | Pin | Colour | Pair  | Pin | Colour |
| 3     | 1   | WH/GN  | 2     | 1   | WH/OG  |
|       | 2   | GN     |       | 2   | OG     |
| 2     | 3   | WH/OG  | 3     | 3   | WH/GN  |
|       | 6   | OG     |       | 6   | GN     |
| 1     | 5   | WH/BU  | 1     | 5   | WH/BU  |
|       | 4   | BU     |       | 4   | BU     |
| 4     | 7   | WH/BN  | 4     | 7   | WH/BN  |
|       | 8   | BN     |       | 8   | BN     |

### Table D.3 – 8-way modular connector

| CP                  | Pin            |    |    |   |   |    |   |   | Housing |
|---------------------|----------------|----|----|---|---|----|---|---|---------|
|                     | 1              | 2  | 3  | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 |         |
| CP 1/1              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 1/2              | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 2/1              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 2/2              | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 2/3              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 3/1              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 3/2              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 3/3 <sup>a</sup> | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 3/4 <sup>a</sup> |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 3/5 <sup>a</sup> |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 3/6 <sup>a</sup> |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 4/1              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 4/3              | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 6/1              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 6/3              |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 6/2              | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 8/1              | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 8/2              |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 8/3              | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 8/4              | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 8/5              | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 10/1             | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 11/1             | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 11/2             |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 11/3             | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 12/1             | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 12/2             | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 13/1             | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 14/1             | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 14/2             | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 14/3             | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 15/1             | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |



| CP      | Pin            |    |    |   |   |    |   |   | Housing |
|---------|----------------|----|----|---|---|----|---|---|---------|
|         | 1              | 2  | 3  | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 |         |
| CP 15/2 | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 16/1 | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 16/2 | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 16/3 | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 17/1 | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 18/1 | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 18/2 |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 19/1 | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 19/2 | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 20/1 | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 20/2 | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 21/1 | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |

<sup>a</sup> With 4 pair cabling, use T568A or T568B.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

**Table D.4 – M12-4 A-coding connector**

| CP      | Pin   |    |    |    |       |
|---------|-------|----|----|----|-------|
|         | 1     | 2  | 1  | 4  | 1     |
| CP 1/1  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 1/2  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 2/1  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 2/2  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 2/3  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 3/1  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 3/2  | GN    | -  | RD | -  | Drain |
| CP 3/3  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 3/4  |       |    |    |    |       |
| CP 3/5  |       |    |    |    |       |
| CP 3/6  |       |    |    |    |       |
| CP 4/1  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 4/3  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 6/1  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 6/3  |       |    |    |    |       |
| CP 6/2  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 8/1  | Drain | WH | YE | BU | -     |
| CP 8/2  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 8/3  |       |    |    |    |       |
| CP 8/4  |       |    |    |    |       |
| CP 8/5  |       |    |    |    |       |
| CP 10/1 |       |    |    |    |       |
| CP 11/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 11/2 |       |    |    |    |       |
| CP 11/3 |       |    |    |    |       |
| CP 12/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 12/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 13/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 14/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 14/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 14/3 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 15/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 15/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 16/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 16/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 16/3 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 17/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 18/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 18/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 19/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 19/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 20/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 20/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 21/1 | -     | -  | -  | -  | -     |

**Table D.5 – M12-4 D-coding connector**

| CP      | Pin   |    |       |    |         |
|---------|-------|----|-------|----|---------|
|         | 1     | 2  | 3     | 4  | Housing |
| CP 1/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 1/2  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 2/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 2/2  | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 2/3  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 3/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 3/2  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 3/3  | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 3/4  |       |    |       |    |         |
| CP 3/5  |       |    |       |    |         |
| CP 3/6  |       |    |       |    |         |
| CP 4/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 4/3  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 6/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 6/3  |       |    |       |    |         |
| CP 6/2  | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 8/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 8/2  |       |    |       |    |         |
| CP 8/3  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 8/4  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 8/5  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 10/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 11/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 11/2 |       |    |       |    |         |
| CP 11/3 |       |    |       |    |         |
| CP 12/1 | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 12/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 13/1 |       |    |       |    |         |
| CP 14/1 | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 14/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 14/3 |       |    |       |    |         |
| CP 15/1 | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 15/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 16/1 |       |    |       |    |         |
| CP 16/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 16/3 | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 17/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 18/1 | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 18/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 19/1 |       |    |       |    |         |
| CP 19/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 20/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 20/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 21/1 | -     | -  | -     | -  | -       |

**Table D.6 – M12-5 A-coding connector**

| CP      | Pin   |    |       |    |    |         |
|---------|-------|----|-------|----|----|---------|
|         | 1     | 2  | 3     | 4  | 5  | Housing |
| CP 1/1  | a     | b  | Drain | -  | -  | -       |
| CP 1/2  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 2/1  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 2/2  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 2/3  | Drain | RD | BK    | WH | BU | Drain   |
| CP 3/1  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 3/2  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 3/3  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 3/4  |       |    |       |    |    |         |
| CP 3/5  |       |    |       |    |    |         |
| CP 3/6  |       |    |       |    |    |         |
| CP 4/1  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 4/3  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 6/1  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 6/3  |       |    |       |    |    |         |
| CP 6/2  |       |    |       |    |    |         |
| CP 8/1  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 8/2  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 8/3  |       |    |       |    |    |         |
| CP 8/4  |       |    |       |    |    |         |
| CP 8/5  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 10/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 11/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 11/2 |       |    |       |    |    |         |
| CP 11/3 |       |    |       |    |    |         |
| CP 12/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 12/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 13/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 14/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 14/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 14/3 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 15/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 15/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 16/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 16/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 16/3 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 17/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 18/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 18/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 19/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 19/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 20/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 20/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 21/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |

<sup>a</sup> This wire is for “+ Data” with no colour specified.  
<sup>b</sup> This wire is for “- Data” with no colour specified.

**Table D.7 – M12-5 B-coding connector**

| CP      | Pin |    |    |    |    |         |
|---------|-----|----|----|----|----|---------|
|         | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | Housing |
| CP 1/1  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 1/2  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 2/1  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 2/2  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 2/3  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 3/1  | -   | GN | -  | RD | -  | Drain   |
| CP 3/2  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 3/3  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 3/4  |     |    |    |    |    |         |
| CP 3/5  |     |    |    |    |    |         |
| CP 3/6  |     |    |    |    |    |         |
| CP 4/1  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 4/3  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 6/1  | YE  | GN | GY | PK | BN | Drain   |
| CP 6/3  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 6/2  |     |    |    |    |    |         |
| CP 8/1  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 8/2  |     |    |    |    |    |         |
| CP 8/3  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 8/4  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 8/5  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 10/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 11/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 11/2 |     |    |    |    |    |         |
| CP 11/3 |     |    |    |    |    |         |
| CP 12/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 12/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 13/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 14/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 14/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 14/3 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 15/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 15/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 16/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 16/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 16/3 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 17/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 18/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 18/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 19/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 19/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 20/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 20/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 21/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |

**Table D.8 – SubD connector**

| CP      | Pin   |    |       |    |       |       |    |    |   |         |
|---------|-------|----|-------|----|-------|-------|----|----|---|---------|
|         | 1     | 2  | 3     | 4  | 5     | 6     | 7  | 8  | 9 | Housing |
| CP 1/1  | -     | -  | -     | -  | -     | a     | b  | -  | - | -       |
| CP 1/2  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 2/1  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 2/2  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 2/3  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/1  | -     | -  | RD    | -  | -     | -     | -  | GN | - | Drain   |
| CP 3/2  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/3  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/4  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/5  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/6  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 4/1  | WH    | -  | Drain | -  | BN    | -     | -  | -  | - | Drain   |
| CP 4/3  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 6/1  | YE    | GY | BN    | -  | -     | GN    | PK | -  | - | Drain   |
| CP 6/3  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 6/2  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/1  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/2  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/3  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/4  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/5  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 10/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 11/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 11/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 11/3 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 12/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 12/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 13/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 14/1 | WH/OG | OG | WH/GN | BU | WH/BU | WH/BN | GN | BN | - | Drain   |
| CP 14/2 | WH/OG | OG | WH/GN | BU | WH/BU | WH/BN | GN | BN | - | Drain   |
| CP 14/3 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 15/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 15/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 16/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 16/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 16/3 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 17/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 18/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 18/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 19/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 19/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 20/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 20/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 21/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |

<sup>a</sup> This wire is for “+ Data” with no colour specified.

<sup>b</sup> This wire is for “- Data” with no colour specified.

**Table D.9 – 7/8-16 UN-2B THD / M18 connector**

| CP      | Pin   |    |    |    |    |
|---------|-------|----|----|----|----|
|         | 1     | 2  | 3  | 4  | 5  |
| CP 1/1  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 1/2  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 2/1  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 2/2  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 2/3  | Drain | RD | BK | WH | BU |
| CP 3/1  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 3/2  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 3/3  |       |    |    |    |    |
| CP 3/4  |       |    |    |    |    |
| CP 3/5  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 3/6  |       |    |    |    |    |
| CP 4/1  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 4/3  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 6/1  |       |    |    |    |    |
| CP 6/3  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 6/2  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/1  |       |    |    |    |    |
| CP 8/2  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/3  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/4  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/5  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 10/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 11/1 |       |    |    |    |    |
| CP 11/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 11/3 |       |    |    |    |    |
| CP 12/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 12/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 13/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 14/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 14/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 14/3 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 15/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 15/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 16/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 16/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 16/3 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 17/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 18/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 18/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 19/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 19/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 20/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 20/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 21/1 | -     | -  | -  | -  | -  |

**Table D.10 – Open style connector**

| CP                   | Pin   |    |       |    |       |    |       |    | Device housing |
|----------------------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|----------------|
|                      | 1     | 2  | 3     | 4  | 5     | 6  | 7     | 8  |                |
| CP 1/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 1/2               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 2/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 2/2               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 2/3               | BK    | BU | Drain | WH | RD    | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/2               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/3               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/4               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/5               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/6               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 4/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 4/3               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 6/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 6/3               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 6/2               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 8/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 8/2               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 8/3               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 8/4               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 8/5               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 10/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 11/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 11/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 11/3              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 12/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 12/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 13/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 14/1 <sup>a</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | GN | -     | -  | -     | -  | Drain          |
| CP 14/2 <sup>a</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | GN | -     | -  | -     | -  | Drain          |
| CP 14/1 <sup>b</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | GN | BU    | BN | -     | -  | Drain          |
| CP 14/2 <sup>b</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | GN | BU    | BN | -     | -  | Drain          |
| CP 14/1 <sup>c</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | BU | WH/BU | GN | WH/BN | BN | Drain          |
| CP 14/2 <sup>c</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | BU | WH/BU | GN | WH/BN | BN | Drain          |
| CP 14/3              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 15/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 15/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 16/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 16/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 16/3              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 17/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 18/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 18/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 19/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 19/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 20/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 20/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 21/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |

<sup>a</sup> Using open style 4 pins.

<sup>b</sup> Using open style 6 pins.

<sup>c</sup> Using open style 8 pins.



### Table D.11 – M12-8 X-coding connector

[illegible]

**Table D.12 – BNC connector**

| CP      | Connections |            |
|---------|-------------|------------|
|         | Centre      | Outer part |
| CP 1/1  | -           | -          |
| CP 1/2  | -           | -          |
| CP 2/1  | wire        | shield     |
| CP 2/2  | -           | -          |
| CP 2/3  | -           | -          |
| CP 3/1  | -           | -          |
| CP 3/2  | -           | -          |
| CP 3/3  | -           | -          |
| CP 3/4  |             |            |
| CP 3/5  |             |            |
| CP 3/6  |             |            |
| CP 4/1  | -           | -          |
| CP 4/3  | -           | -          |
| CP 6/1  | -           | -          |
| CP 6/3  |             |            |
| CP 6/2  |             |            |
| CP 8/1  | -           | -          |
| CP 8/2  |             |            |
| CP 8/3  | -           | -          |
| CP 8/4  | -           | -          |
| CP 8/5  | -           | -          |
| CP 10/1 | -           | -          |
| CP 11/1 | -           | -          |
| CP 11/2 |             |            |
| CP 11/3 |             |            |
| CP 12/1 | -           | -          |
| CP 12/2 | -           | -          |
| CP 13/1 | -           | -          |
| CP 14/1 | -           | -          |
| CP 14/2 | -           | -          |
| CP 14/3 | -           | -          |
| CP 15/1 | -           | -          |
| CP 15/2 | -           | -          |
| CP 16/1 | -           | -          |
| CP 16/2 | -           | -          |
| CP 16/3 | -           | -          |
| CP 17/1 | -           | -          |
| CP 18/1 | -           | -          |
| CP 18/2 | -           | -          |
| CP 19/1 | -           | -          |
| CP 19/2 | -           | -          |
| CP 20/1 | -           | -          |
| CP 20/2 | -           | -          |
| CP 21/1 | -           | -          |

**Table D.13 – TNC connector**

| CP      | Connections |            |
|---------|-------------|------------|
|         | Centre      | Outer part |
| CP 1/1  |             |            |
| CP 1/2  | -           | -          |
| CP 2/1  | wire        | shield     |
| CP 2/2  | -           | -          |
| CP 2/3  | -           | -          |
| CP 3/1  | -           | -          |
| CP 3/2  | -           | -          |
| CP 3/3  |             |            |
| CP 3/4  |             |            |
| CP 3/5  | -           | -          |
| CP 3/6  |             |            |
| CP 4/1  | -           | -          |
| CP 4/3  | -           | -          |
| CP 6/1  |             |            |
| CP 6/3  | -           | -          |
| CP 6/2  | -           | -          |
| CP 8/1  |             |            |
| CP 8/2  | -           | -          |
| CP 8/3  | -           | -          |
| CP 8/4  | -           | -          |
| CP 8/5  | -           | -          |
| CP 10/1 |             |            |
| CP 11/1 |             |            |
| CP 11/2 | -           | -          |
| CP 11/3 |             |            |
| CP 12/1 | -           | -          |
| CP 12/2 | -           | -          |
| CP 13/1 | -           | -          |
| CP 14/1 | -           | -          |
| CP 14/2 | -           | -          |
| CP 14/3 | -           | -          |
| CP 15/1 | -           | -          |
| CP 15/2 | -           | -          |
| CP 16/1 | -           | -          |
| CP 16/2 | -           | -          |
| CP 16/3 | -           | -          |
| CP 17/1 | -           | -          |
| CP 18/1 | -           | -          |
| CP 18/2 | -           | -          |
| CP 19/1 | -           | -          |
| CP 19/2 | -           | -          |
| CP 20/1 | -           | -          |
| CP 20/2 | -           | -          |
| CP 21/1 | -           | -          |

## Annex E (informative)

### Power networks with respect to electromagnetic interference – TN-C and TN-S approaches

A major source of electromagnetic interference is based on the wiring of power lines between decentralized automation systems communicating via fieldbus. So far it was common practice and permitted by standards to use a combined PE (protective earth) and N (neutral lead) wire between main racks and sub-racks. This kind of wiring is also called a TN-C power network. This method is acceptable if no extended fieldbus networks are involved and the currents within the power lines L1, L2, L3 are balanced out (Figure E.1).

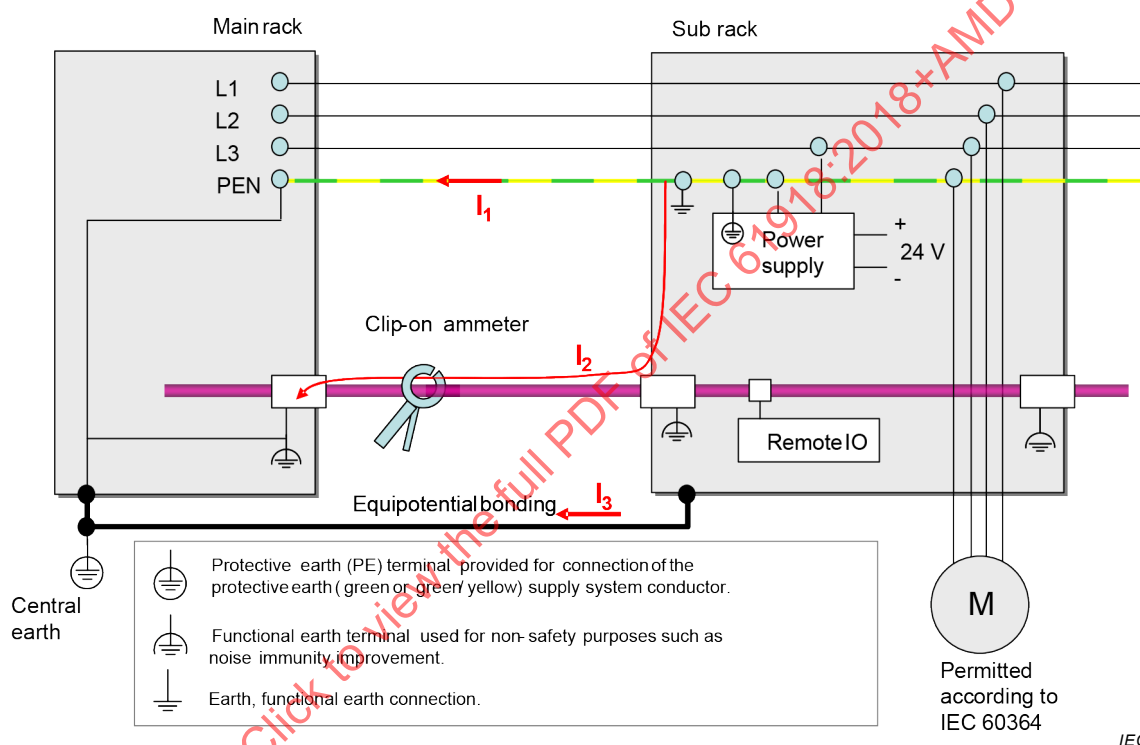


**Figure E.1 – Four-wire power network (TN-C)**

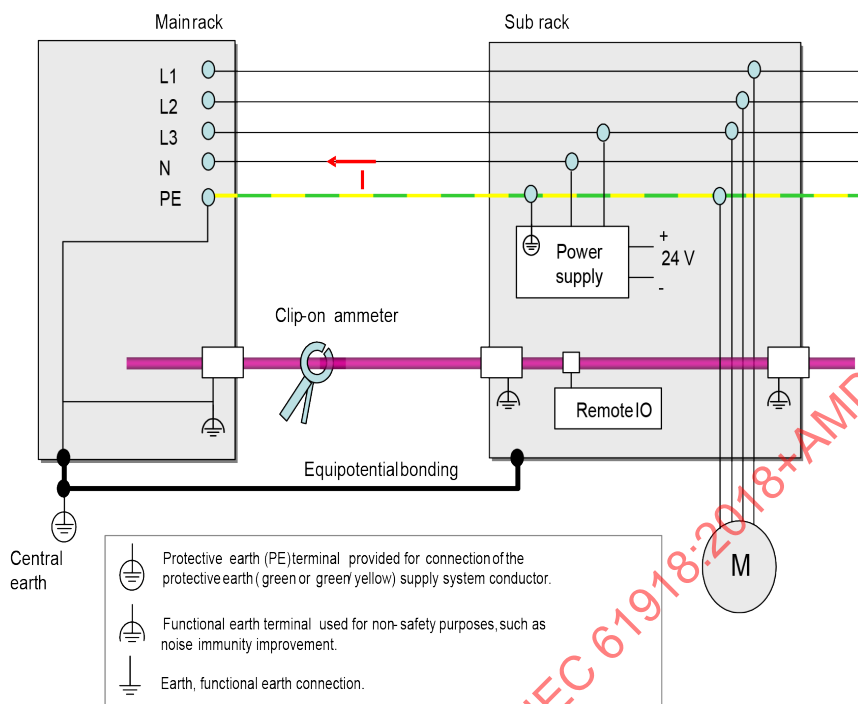
The functional earth of fieldbus devices is connected to the functional earth bus bar that is bonded to protective earth at the source of supply in accordance with national/local electrical regulation requirements.

Modern drive electronics and power supplies are using high frequency switching technology, which causes unbalanced (high frequency) currents flowing through the combined PEN wire of the system. The low impedance shielding of a fieldbus cable in parallel to the PEN wire will take over these high frequency currents and thus perturb the transmission of messages.

It is highly recommended to use separate PE and N wires ("5 wires") in accordance with IEC 60364-4-44 in order to avoid fieldbus communication errors and possible retries, which will affect the efficiency and probably the availability of the whole system (see Figure E.2). The corresponding types of power networks are called TN-S.

More complete information about the design of power networks in respect to electromagnetic interference can be retrieved from IEC 60364-4-44.

More complete information about the design of power networks in respect to safety can be retrieved from 312.2.1 of IEC 60364-1:2005, TN Systems.



IEC

**Figure E.2 – Five wire power network (TN-S)**

Also in this case, the functional earth terminals and the functional earth connections are bonded as described above.

## Annex F (informative)

### Conductor sizes in electrical cables

International standard manufacturing sizes for conductors in electrical cables are defined in IEC 60228. Conductors described in IEC 60228 are specified in metric sizes. North America (USA and CANADA) at present uses conductor sizes and characteristics according to the American Wire Gauge (AWG) system and kcmil for larger sizes. IEC cable product standards do not prescribe cables with AWG/kcmil conductors. Table F.1 gives data of nominal cross-sectional area (mm<sup>2</sup>) corresponding to the conductor size expressed in AWG and kcmil.

Conductor sizes listed in IEC 60228 for both solid conductors for single-core and multicore cables and stranded conductors for single-core and multi-core cables have the following nominal cross-sectional areas (mm<sup>2</sup>):

0,5 – 0,75 – 1 – 1,5 – 2,5 – 4 – 6 – 10 – 16 – 25 – 35 – 50 – 70 – 95 – 120 – 150 – 185 – 240 – 300.

These areas are different from those of the AWG system and there is not a direct correspondence between the two systems.

**Table F.1 – American wire gauge system and kcmil**

| AWG            |                                              |                |                                              | kcmil          |                                              |                |                                              |
|----------------|----------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|
| Conductor size | Nominal cross-sectional area mm <sup>2</sup> | Conductor size | Nominal cross-sectional area mm <sup>2</sup> | Conductor size | Nominal cross-sectional area mm <sup>2</sup> | Conductor size | Nominal cross-sectional area mm <sup>2</sup> |
| 30             | 0,0509                                       | 13             | 2,62                                         | 250            | 127                                          | 750            | 380                                          |
| 29             | 0,0642                                       | 12             | 3,31                                         | 300            | 152                                          | 800            | 405                                          |
| 28             | 0,081                                        | 11             | 4,17                                         | 350            | 177                                          | 900            | 456                                          |
| 27             | 0,102                                        | 10             | 5,26                                         | 400            | 203                                          | 1 000          | 507                                          |
| 26             | 0,129                                        | 9              | 6,63                                         | 450            | 228                                          | 1 200          | 608                                          |
| 25             | 0,162                                        | 8              | 8,36                                         | 500            | 253                                          | 1 250          | 633                                          |
| 24             | 0,205                                        | 7              | 10,5                                         | 550            | 279                                          | 1 500          | 760                                          |
| 23             | 0,258                                        | 6              | 13,3                                         | 600            | 304                                          | 1 750          | 887                                          |
| 22             | 0,326                                        | 5              | 16,8                                         | 650            | 329                                          | 2 000          | 1 010                                        |
| 21             | 0,41                                         | 4              | 21,1                                         | 700            | 355                                          |                |                                              |
| 20             | 0,518                                        | 3              | 26,7                                         |                |                                              |                |                                              |
| 19             | 0,653                                        | 2              | 33,6                                         |                |                                              |                |                                              |
| 18             | 0,823                                        | 1              | 42,4                                         |                |                                              |                |                                              |
| 17             | 1,04                                         | 1/0            | 53,5                                         |                |                                              |                |                                              |
| 16             | 1,31                                         | 2/0            | 67,4                                         |                |                                              |                |                                              |
| 15             | 1,65                                         | 3/0            | 85                                           |                |                                              |                |                                              |
| 14             | 2,08                                         | 4/0            | 107                                          |                |                                              |                |                                              |

To convert to AWG a conductor size specified in mm<sup>2</sup>, obtain from Table F.1 the AWG conductor size expressed in mm<sup>2</sup> and specify the next larger size as the equivalent mm<sup>2</sup> size.

EXAMPLE The AWG value for a conductor size 1 mm<sup>2</sup> is AWG 17 because the corresponding nominal cross-sectional area is 1,04 mm<sup>2</sup> that is the next larger size than 1 mm<sup>2</sup>.

## **Annex G** (informative)

### **Installed cabling verification checklists**

#### **G.1 General**

Annex G provides the checklists for installed cabling verification.

The verifier should confirm that all the items listed in the checklists are in accordance with the cabling planning documentation completed with recorded deviations and additions and the appropriate installation profile of IEC 61784-5 (all parts).

#### **G.2 Copper cabling verification checklist**

Table G.1 provides the copper cabling verification checklist.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

**Table G.1 – Copper cabling verification checklist**

|                                                                 |               |                 |                                                                                                                                |              |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| System                                                          |               |                 | Segment name                                                                                                                   |              |
|                                                                 |               |                 | Transmission speed                                                                                                             |              |
| Assembly acceptance performed by                                |               |                 |                                                                                                                                |              |
| Comments                                                        |               |                 |                                                                                                                                |              |
| <b>Installed copper cabling visual inspection, verification</b> |               |                 |                                                                                                                                |              |
| <b>OK</b>                                                       | <b>Not OK</b> | <b>A.I. No.</b> | <b>Action item</b>                                                                                                             | <b>Notes</b> |
| <b>General checks for all CPs</b>                               |               |                 |                                                                                                                                |              |
|                                                                 |               | 1               | Use of proper cable(s) and connectors; no damaged cable jacket                                                                 |              |
|                                                                 |               | 2               | Placement of cabling components                                                                                                |              |
|                                                                 |               | 3               | Pathways                                                                                                                       |              |
|                                                                 |               | 4               | Routing of cabling for EMC purposes                                                                                            |              |
|                                                                 |               | 5               | Separation from other circuits. Minimum spacing between cabling has been complied with, or metal partitions have been inserted |              |
|                                                                 |               | 6               | Cable crossings executed at right angles                                                                                       |              |
|                                                                 |               | 7               | Protection from damage. Safeguards against mechanical damage present at hazard points                                          |              |
|                                                                 |               | 8               | Sharp edges have been covered or removed                                                                                       |              |
|                                                                 |               | 9               | No kinks in the cable                                                                                                          |              |
|                                                                 |               | 10              | Bending radii specification observed                                                                                           |              |
|                                                                 |               | 11              | Max. length of segment/branch lines not exceeded                                                                               |              |
|                                                                 |               | 12              | Max. number of connections within a channel not exceeded                                                                       |              |
|                                                                 |               | 13              | Proper cable lead-in into cabinets and/or buildings                                                                            |              |
|                                                                 |               | 14              | Wire glands in place and properly installed; strain relief fixtures attached                                                   |              |
|                                                                 |               | 15              | Wire map                                                                                                                       |              |
|                                                                 |               | 16              | Miswiring, correct pairing and pinning and no shorts or opens                                                                  |              |
|                                                                 |               | 17              | Protective caps for connectors                                                                                                 |              |
|                                                                 |               | 18              | Earthing                                                                                                                       |              |
|                                                                 |               | 19              | Cable shield earthing                                                                                                          |              |
|                                                                 |               | 20              | Cable trays earthed                                                                                                            |              |
|                                                                 |               | 21              | All equipotential bonding points available                                                                                     |              |
|                                                                 |               | 22              | Shielding on the cabinet entrance is connected with the equipotential bonding                                                  |              |
|                                                                 |               | 23              | Shielding is applied to the devices and connected to the equipotential bonding                                                 |              |
|                                                                 |               | 24              | Channels not required are switched according to manufacturer's description                                                     |              |
|                                                                 |               | 25              | Physical topology                                                                                                              |              |
|                                                                 |               | 26              | Labelling and marking                                                                                                          |              |
|                                                                 |               | 27              | At least one plug/jack is reserved for programming/maintenance device connection                                               |              |



|                                                                 |               |                    |                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| System                                                          |               | Segment name       |                                                                                                  |
|                                                                 |               | Transmission speed |                                                                                                  |
| Assembly acceptance performed by                                |               |                    |                                                                                                  |
| Comments                                                        |               |                    |                                                                                                  |
| <b>Installed copper cabling visual inspection, verification</b> |               |                    |                                                                                                  |
| <b>OK</b>                                                       | <b>Not OK</b> | <b>A.I. No.</b>    | <b>Action item</b>                                                                               |
| <b>Notes</b>                                                    |               |                    |                                                                                                  |
| <b>General checks for all CPs</b>                               |               |                    |                                                                                                  |
|                                                                 |               | 28                 | Subassemblies used in accordance with the structure plan (24 V/230 V subassemblies not reversed) |

Table G.2 provides the earthing and bonding measurements checklist.

**Table G.2 – Earthing and bonding measurements checklist**

| Measurements on earthing and bonding |        |     |                                  |                |  | Max. allowed values |   |
|--------------------------------------|--------|-----|----------------------------------|----------------|--|---------------------|---|
| OK                                   | Not OK | No. | Measurement                      | Measured value |  |                     |   |
|                                      |        | 1   | Resistance to earth <sup>a</sup> | mΩ             |  | 0,005               | Ω |
|                                      |        | 2   | Resistance offset <sup>b</sup>   | Ω              |  | 0,6                 | Ω |
|                                      |        | 3   | Voltage offset <sup>c</sup>      | V              |  | 1                   | V |

<sup>a</sup> Measured between connections and surfaces bonded to earth and dedicated earthing points.

<sup>b</sup> Measured between any newly installed earthing and bonding connection and one pre-existing earthing and bonding point.

<sup>c</sup> Measured between any newly installed earthing and bonding connection and one pre-existing earthing and bonding point. This measurement should be repeated when the system is fully operational.

Table G.3 provides place for the installer's and commissioning personnel's signature.

**Table G.3 – Signatures for Table G.1 and Table G.2 checklists**

| Date | Installer's signature | Commissioning personnel's signature |
|------|-----------------------|-------------------------------------|
|      |                       |                                     |

Table G.4 provides the checklist for special checks for non-Ethernet base CPs.

**Table G.4 – Checklist for special checks for non-Ethernet base CPs**

| Special checks for non-Ethernet base CPs                    |        |          |                                                                                                                                 |       |
|-------------------------------------------------------------|--------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| OK                                                          | Not OK | A.I. No. | Action item                                                                                                                     | Notes |
|                                                             |        | 1        | Transmission speed and fieldbus dependant device-address                                                                        |       |
|                                                             |        | 2        | Correct number of terminators present, with correct values in the correct positions                                             |       |
|                                                             |        | 3        | Guaranteed power supply for terminating resistors (even in case of emergency stop)                                              |       |
|                                                             |        | 4        | Cable ends for unterminated cables                                                                                              |       |
| Additional checks in case of IS-segments (Ex i environment) |        |          |                                                                                                                                 |       |
|                                                             |        | IS 1     | Fieldbus-isolating repeaters are used to isolate the Ex i Trunk from the NON Ex i Trunk                                         |       |
|                                                             |        | IS 2     | Limited transmission rate ensured                                                                                               |       |
|                                                             |        | IS 3     | Only connectors according to RS 485-IS specification are used, such as no discrete inductor, special terminator resistor        |       |
|                                                             |        | IS 4     | All devices in use are Ex i certified                                                                                           |       |
|                                                             |        | IS 5     | The max. safety values of all bus participants (field devices, fieldbus isolating repeaters, etc.) are within the specification |       |
|                                                             |        | IS 6     | Check if the interconnection of all bus participants (field devices, fieldbus isolating repeaters, etc.) is intrinsically safe  |       |
|                                                             |        | IS 7     | Check if the national rules for installation in the hazardous area are observed and followed, such as IEC 60079-14              |       |

Table G.5 provides place for the installer's and commissioning personnel's signature.

**Table G.5 – Signatures for Table G.4 checklist**

| Date | Installer's signature | Commissioning personnel's signature |
|------|-----------------------|-------------------------------------|
|      |                       |                                     |

### G.3 Optical fibre cabling verification checklist

Table G.6 provides the optical fibre cabling verification checklist.

**Table G.6 – Optical fibre cabling verification checklist**

| System                                                       |        |           | Segment name                                                                          |       |
|--------------------------------------------------------------|--------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                              |        |           | Transmission speed                                                                    |       |
| Assembly acceptance performed by                             |        |           |                                                                                       |       |
| Comments                                                     |        |           |                                                                                       |       |
| <b>Optical fibre cabling visual inspection, verification</b> |        |           |                                                                                       |       |
| OK                                                           | Not OK | A.I. Nos. | Action item                                                                           | Notes |
|                                                              |        | 1         | Use of proper cable(s) and connectors; no damaged cable jacket                        |       |
|                                                              |        | 2         | Placement of cabling components                                                       |       |
|                                                              |        | 3         | Pathways                                                                              |       |
|                                                              |        | 4         | Separation from other circuits. Optical fibre cables on top in a tray                 |       |
|                                                              |        | 5         | Protection from damage. Safeguards against mechanical damage present at hazard points |       |
|                                                              |        | 6         | Sharp edges have been covered or removed                                              |       |
|                                                              |        | 7         | No kinks in the cable                                                                 |       |
|                                                              |        | 8         | Bending radii specification observed                                                  |       |
|                                                              |        | 9         | Min./max. length of segment/branch lines not exceeded                                 |       |
|                                                              |        | 10        | Proper cable lead-in into cabinets and/or buildings                                   |       |
|                                                              |        | 11        | Tensile strength not exceeded                                                         |       |
|                                                              |        | 12        | Wire glands in place and properly installed; strain relief fixtures attached          |       |
|                                                              |        | 13        | Wire map                                                                              |       |
|                                                              |        | 14        | Proper optical fibre polarity                                                         |       |
|                                                              |        | 15        | Protective caps for connectors                                                        |       |
|                                                              |        | 16        | Connectors protected against contamination                                            |       |
|                                                              |        | 17        | Range of temperature for operation and storage                                        |       |
|                                                              |        | 18        | Physical topology                                                                     |       |
|                                                              |        | 19        | Labelling and marking                                                                 |       |

Table G.7 provides place for the installer's and commissioning personnel's signature.

**Table G.7 – Signatures for Table G.6 checklist**

| Date | Installer signature | Commissioning personnel signature |
|------|---------------------|-----------------------------------|
|      |                     |                                   |

## Annex H (normative)

### Cord sets

#### H.1 General

For the purposes of this document, the term cord includes cords constructed of two plugs or one plug and one jack connected by cable. Annex H is intended for shielded and unshielded cord sets for Ethernet-based networks. Annex H provides tables with connector pin outs to help in the construction and verification of cord sets. Cord sets can either be factory-assembled or field-assembled. Cord sets shall conform to the channel de-rating based on the cable type and environmental conditions. Cord sets shall be fitted with a plug at each end of the cable. Extension cord sets may be fitted with a plug and jack to minimize the number of connections in the channel. Due to crossover cable function and the optional T568A and T568B wiring, the pairs and colours may be swapped at one or more ends of the cord set. For the T568A and T568B wiring and the associations between pair numbers and colours, read Annex D.

#### H.2 Constructing cord sets

##### H.2.1 Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors

Straight through M12-4 D-coding cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-constructed, there are several connector assembling methods. Among the most popular solutions that do not require tools to assemble there is the insulation displacement connection IDC type connector and the method for assembling a cable thereto that require no tools to assemble. Others may provide cage cramps, screw terminals or solder cups for wire attachment. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The used cable shall be in accordance with the specific requirements defined in the specific installation profile. The cord set shall be wired as shown in Table H.1. See Figure H.1 for connector pin out.

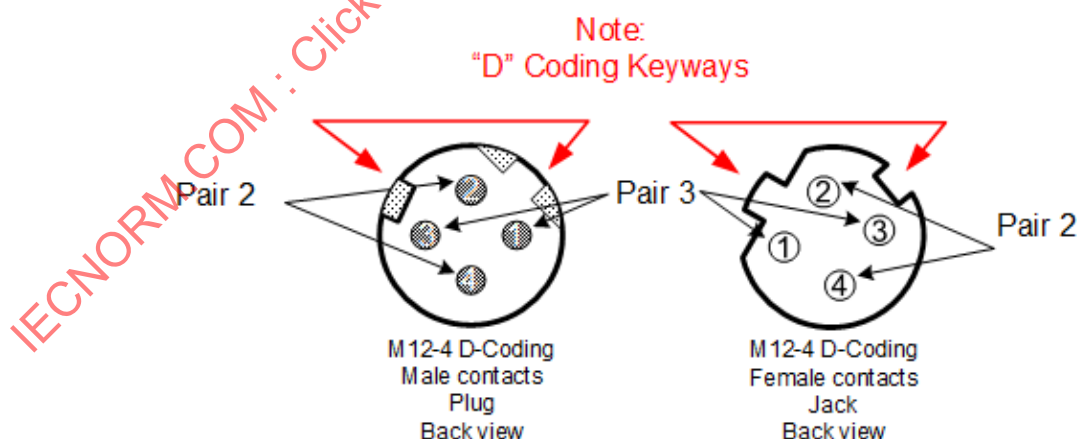


Figure H.1 – Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors

**Table H.1 – M12-4 D-coding pin/pair assignment**

| Pin     | Pair | Wire colour   | Name            | Signal |
|---------|------|---------------|-----------------|--------|
| 1       | 2    | See Table D.5 | Transmit data + | TXD+   |
| 3       |      |               | Transmit data - | TXD-   |
| 2       | 3    |               | Receive data +  | RXD+   |
| 4       |      |               | Receive data -  | RXD-   |
| Housing |      |               |                 | Shield |

## H.2.2 Crossover cord sets with M12-4 D-coding connectors

Crossover M12-4 D-coding cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The cord set shall be wired as shown in Table H.2. See Figure H.1 for connector pin out.

**Table H.2 – M12-4 D-coding to M12-4 D-coding crossover pin/pair assignment**

| M12-4 pin | M12-4 pin | Wire colour   | Name            | Signal |
|-----------|-----------|---------------|-----------------|--------|
| 2         | 1         | See Table D.5 | Transmit data + | TXD+   |
| 1         | 2         |               | Receive data +  | RXD+   |
| 4         | 3         |               | Transmit data - | TXD-   |
| 3         | 4         |               | Receive data -  | RXD-   |
| Housing   | Housing   |               | Shield          | Shield |

## H.2.3 Straight through cord sets with 8-way modular connectors

8-way modular cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.3. See Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

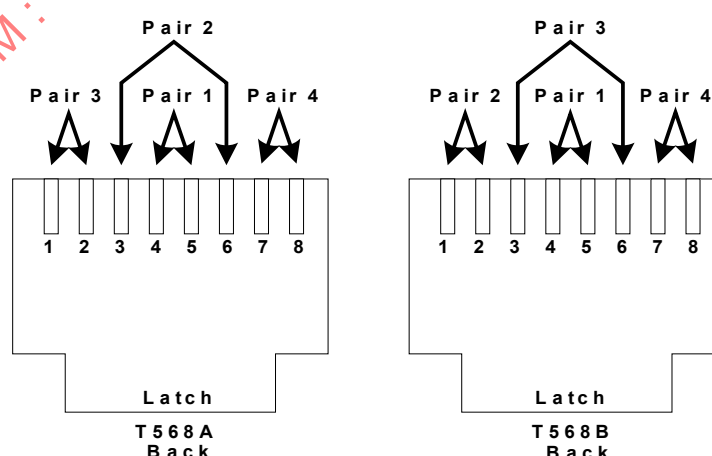


**Figure H.2 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 8 poles**

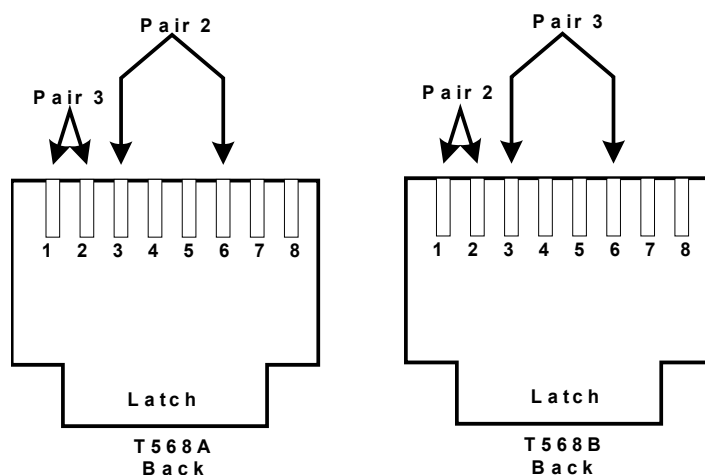


Figure H.3 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 4 poles

Table H.3 – 8-way modular pin/pair assignment

| Pin             | Signal | T568A         |        | T568B         |        | CP            |
|-----------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|
|                 |        | Wire colour   | Pair   | Wire colour   | Pair   | Wire colour   |
| 1               | TXD+   | See Table D.2 | Pair 3 | See Table D.2 | Pair 2 | See Table D.3 |
| 2               | TXD-   |               | Pair 2 |               | Pair 3 |               |
| 3               | RXD+   |               | Pair 1 |               | Pair 1 |               |
| 4               | -      |               | Pair 2 |               | Pair 3 |               |
| 5               | -      |               | Pair 4 |               | Pair 4 |               |
| 6               | RXD-   |               | -      |               | -      |               |
| 7               | -      |               |        |               |        |               |
| 8               | -      |               |        |               |        |               |
| SH <sup>a</sup> | Shield |               |        |               |        |               |

NOTE 1 Pairs 1 and 4 are not used for 10Base-TX and for 100Base-TX.

NOTE 2 CPs that do not use star quad do not assign pairs.

<sup>a</sup> SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing.

#### H.2.4 Crossover cord sets with 8-way modular connectors

8-way modular crossover cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.4. See Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

**Table H.4 – 8-way modular crossover pin/pair assignment**

| Pin                                                                                            | Signal | CP wire colour | Pair   | Route to pin    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------|--------|-----------------|
| 1                                                                                              | TXD+   | See Table D.3  | Pair 3 | 3               |
| 2                                                                                              | TXD-   |                |        | 6               |
| 3                                                                                              | RXD+   |                | Pair 2 | 1               |
| 4                                                                                              | -      |                | Pair 1 | 7               |
| 5                                                                                              | -      |                |        | 8               |
| 6                                                                                              | RXD-   |                | Pair 2 | 2               |
| 7                                                                                              | -      |                | Pair 4 | 4               |
| 8                                                                                              | -      |                |        | 5               |
| SH <sup>a</sup>                                                                                | Shield |                | Shield | SH <sup>a</sup> |
| NOTE 1 Pairs 1 and 4 are not used for 10Base-TX and for 100Base-TX.                            |        |                |        |                 |
| NOTE 2 CPs that do not use star quad do not assign pairs.                                      |        |                |        |                 |
| <sup>a</sup> SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing. |        |                |        |                 |

## H.2.5 Straight conversion from one connector family to another

The following is the pin out information for a cord set (plug to plug) providing connectivity between an 8-way modular connector and a 4-pole M12 D-coding connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.5. See Figure H.1 and Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

**Table H.5 – Connectivity pin assignment**

| 8-way modular pin                                                                              | M12-4 pin | Wire colour   | Name            | Signal |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|-----------------|--------|
| 1                                                                                              | 1         | See Table D.5 | Transmit data + | TXD+   |
| 3                                                                                              | 2         |               | Receive data +  | RXD+   |
| 2                                                                                              | 3         |               | Transmit data - | TXD-   |
| 6                                                                                              | 4         |               | Receive data -  | RXD-   |
| SH <sup>a</sup>                                                                                | Housing   |               | Shield          | Shield |
| <sup>a</sup> SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing. |           |               |                 |        |

## H.2.6 Crossover conversion from one connector family to another

The following is the wiring schematic for a crossover conversion cable using an M12-4 D-coding connector to an 8-way modular connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.6. See Figure H.1 and Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

**Table H.6 – M12-4 to 8-way modular crossover pin pair assignment**

| 8-way modular connector | M12-4 pin | CP Wire colour | Name            | Signal |
|-------------------------|-----------|----------------|-----------------|--------|
| 3                       | 1         | See Table D.5  | Transmit data + | TXD+   |
| 1                       | 2         |                | Receive data +  | RXD+   |
| 6                       | 3         |                | Transmit data - | TXD-   |
| 2                       | 4         |                | Receive data -  | RXD-   |
| SH <sup>a</sup>         | Housing   |                | Shield          | Shield |

<sup>a</sup> SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing.

### H.2.7 Assignment of PMA signal to MDI and MDI-X in outs

According to IEEE 802.3, the medium dependent interface (MDI), both physical and electrical, in a computer network is the interface from a physical layer implementation to the physical medium used to carry the transmission. IEEE 802.3 also defines a medium dependent crossover interface (MDI-X). Table H.7 is a copy of the Table 40-12 of IEEE 802.3:2015 that illustrates the assignment of the physical medium attachment (PMA) signal to MDI and MDI-X pin outs.

**Table H.7 – Assignment of PMA signal to MDI and MDI-X pin outs**

| Pin | MDI    | MDIX   |
|-----|--------|--------|
| 1   | BI_DA+ | BI_DB+ |
| 2   | BI_DA- | BI_DB- |
| 3   | BI_DB+ | BI_DA+ |
| 6   | BI_DB- | BI_DA- |
| 5   | BI_DC- | BI_DD- |
| 4   | BI_DC+ | BI_DD+ |
| 7   | BI_DD+ | BI_DC+ |
| 8   | BI_DD- | BI_DC- |

Table H.8 shows the signal and pin/pair assignment for 8-way modular connector and an M12-8 X-coding connector (see Figure H.4) when used as an MDI in a T568B style wiring.

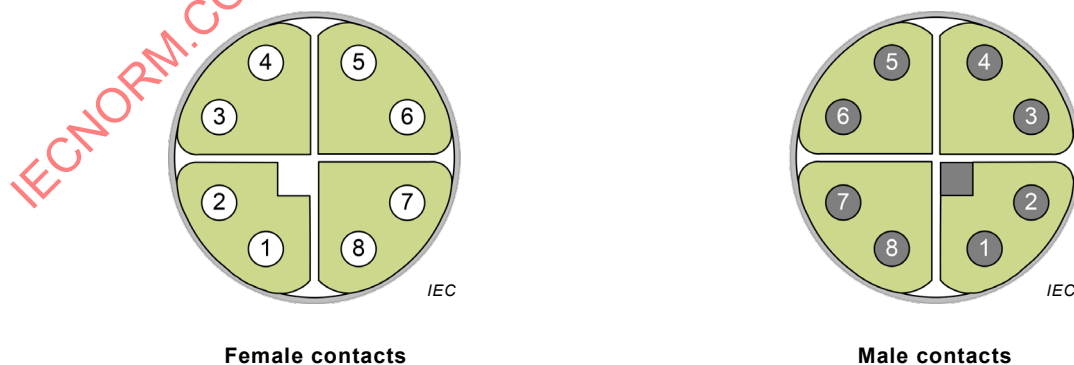
**Figure H.4 –M12-8 X-coding connector**



**Table H.8 – Signal and pin/pair assignment for MDI and TIA 568B**

| IEEE 802.3 (MDI) | 8-way IEC 60603-7 (T568B) |      |               | M12-8 X-Coding IEC 61076 |            |
|------------------|---------------------------|------|---------------|--------------------------|------------|
| PMA signal       | pin                       | pair | wire colour   | pin                      | PMA signal |
| BI_DA+           | 1                         | 2    | See Table D.2 | 1                        | BI_DA+     |
| BI_DA-           | 2                         |      |               | 2                        | BI_DA-     |
| BI_DB+           | 3                         | 3    |               | 3                        | BI_DB+     |
| BI_DB-           | 6                         |      |               | 4                        | BI_DB-     |
| BI_DC-           | 5                         | 1    |               | 7                        | BI_DC-     |
| BI_DC+           | 4                         |      |               | 8                        | BI_DC+     |
| BI_DD+           | 7                         | 4    |               | 5                        | BI_DD+     |
| BI_DD-           | 8                         |      |               | 6                        | BI_DD-     |

## H.2.8 Signal and pin assignment for MDI and TIA568A

Table H.9 shows the signal and pin/pair assignment for 8-way modular connector and an M12-8 X-coding connector when used as an MDI in a T568A style wiring.

**Table H.9 – Signal and pin/pair assignment for MDI and T568A**

| IEEE 802.3 (MDI) | 8-way IEC 60603-7 (T568A) |      |               | M12-8 X-Coding IEC 61076 |            |
|------------------|---------------------------|------|---------------|--------------------------|------------|
| PMA signal       | pin                       | pair | wire colour   | pin                      | PMA signal |
| BI_DA+           | 1                         | 3    | See Table D.2 | 1                        | BI_DA+     |
| BI_DA-           | 2                         |      |               | 2                        | BI_DA-     |
| BI_DB+           | 3                         | 2    |               | 3                        | BI_DB+     |
| BI_DB-           | 6                         |      |               | 4                        | BI_DB-     |
| BI_DC-           | 5                         | 1    |               | 7                        | BI_DC-     |
| BI_DC+           | 4                         |      |               | 8                        | BI_DC+     |
| BI_DD+           | 7                         | 4    |               | 5                        | BI_DD+     |
| BI_DD-           | 8                         |      |               | 6                        | BI_DD-     |

## H.2.9 Signal and pin assignment for MDIX and TIA568B

Table H.10 shows the signal and pin assignment for 8-way modular connector and an M12-8 X-coding connector when used as an MDIX in a T568B style wiring.

**Table H.10 – Signal and pin/pair assignment for MDIX and T568B**

| IEEE 802.3 (MDIX) | 8-way IEC 60603-7 (T568B) |      |               | M12-8 X-Coding IEC 61076 |            |
|-------------------|---------------------------|------|---------------|--------------------------|------------|
| PMA signal        | pin                       | pair | wire colour   | pin                      | PMA signal |
| BI_DB+            | 1                         | 2    | See Table D.2 | 1                        | BI_DB+     |
| BI_DB-            | 2                         |      |               | 2                        | BI_DB-     |
| BI_DA+            | 3                         | 3    |               | 3                        | BI_DA+     |
| BI_DA-            | 6                         |      |               | 4                        | BI_DA-     |
| BI_DD-            | 5                         | 1    |               | 7                        | BI_DD-     |
| BI_DD+            | 4                         |      |               | 8                        | BI_DD+     |
| BI_DC+            | 7                         | 4    |               | 5                        | BI_DC+     |
| BI_DC-            | 8                         |      |               | 6                        | BI_DC-     |

**H.2.10 Signal and pin assignment for MDIX and TIA568A**

Table H.11 shows the signal and pin assignment for 8-way modular connector and an M12-8 X-coding connector when used as an MDIX in a T568A style wiring.

**Table H.11 – Signal and pin/pair assignment for MDIX and T568A**

| IEEE 802.3 (MDIX) | 8-way IEC 60603-7 (T568A) |      |               | M12-8 X-Coding IEC 61076 |            |
|-------------------|---------------------------|------|---------------|--------------------------|------------|
| PMA signal        | pin                       | pair | wire colour   | pin                      | PMA signal |
| BI_DB+            | 1                         | 3    | See Table D.2 | 1                        | BI_DB+     |
| BI_DB-            | 2                         |      |               | 2                        | BI_DB-     |
| BI_DA+            | 3                         | 2    |               | 3                        | BI_DA+     |
| BI_DA-            | 6                         |      |               | 4                        | BI_DA-     |
| BI_DD-            | 5                         | 1    |               | 7                        | BI_DD-     |
| BI_DD+            | 4                         |      |               | 8                        | BI_DD+     |
| BI_DC+            | 7                         | 4    |               | 5                        | BI_DC+     |
| BI_DC-            | 8                         |      |               | 6                        | BI_DC-     |

**H.2.11 Straight through cord set with IEC 63171-6 connectors**

Signal and pin assignment are specified in Q.2.4.

## **Annex I** **(informative)**

### **Guidance for terminating cable ends**

#### **I.1 General**

As examples of good practice for terminating cable ends, the following guidance is given here in addition to the rules provided in 5.3.

The following tools are needed to terminate the ends of the cable:

- cable cutting and preparation tool;
- cable jacket stripper;
- crimp tool.

#### **I.2 Guidance for terminating shielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs**

There are several variants of shielded twisted pair cables available offering different levels of shielding effectiveness. In general, they are all terminated in the same way. The following description refers to all these shielded variants as STP cables.

Depending on the type of shielding used on the cable, the process of preparing and terminating the cable may be different from cable to cable and from connector to connector. Refer to cable and/or connector manufacturer's recommendations for proper termination methods.

Basic steps to be followed for terminating shielded twisted pair cable ends are as follows.

- a) Measure the cable and trim it to the proper length using the cable cutter. Cut the cable about 75 mm (3 in) longer than the final cable length.
- b) Refer to Figure I.1 and strip back about 25 mm (1 in) of jacket, using the jacket strip tool.

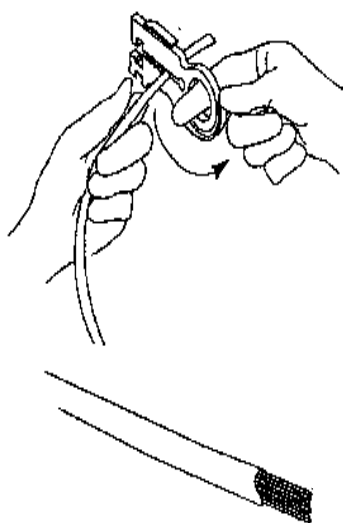


**Figure I.1 – Stripping the cable jacket**

- c) Prepare the shield to provide a 360° coverage over the conductors. Care should be taken not to cut the shield, drain or insulation of the wires. If the shield, drain or insulation are damaged, cut off the end of the cable and start over.
- d) Separate the individual wire pairs. Un-twist each conductor pair no further back than to the jacket edge, as shown in Figure I.2.
- e) Fold the drain wire and/or shields back in line with the cable.
- f) Align the wires into colour groups as shown in Figure I.2. Wire colour codes for the several CPs are given in Table D.3 (for example for CP 2/2).
  - If wiring to T568A, then the white/orange and orange pair is split across blue and white/blue.
  - If wiring to T568B, then the green/white and green pair is split across blue and white/blue.

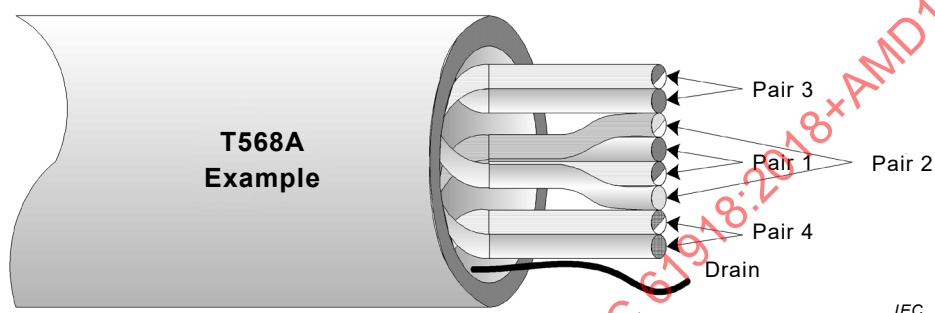


**Figure I.2 – Example of wire preparation for type A cables**

- g) Check the following:
  - pair twists extend as far out as possible;
  - pair 2 (T568A) is evenly split;
  - ends of conductors trimmed evenly;
  - conductor trim length is dependent on connector manufacturers' instructions.
- h) Hold the conductors in the proper orientation and trim off the excess length using a pair of sharp cutters. The finished length beyond the jacket should be less than 12 mm (0,5 in).
- i) Confirm the correct orientation of the conductors. Apply the CP-specific wiring convention (provided in the relevant installation profile) and the connector pin out in Figure I.3. Insert the conductors into the connector body as shown in Figure I.4.

NOTE Each wire has its own slot.

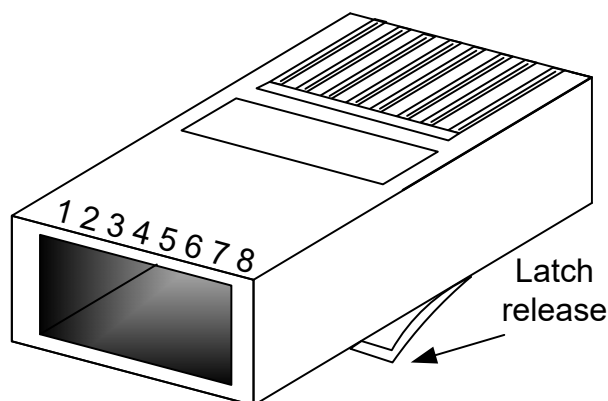


**Figure I.3 – 8-way modular plug**



**Figure I.4 – Inserting the cable into the connector body**

- j) Push the cable into the shielded connector body until all the wires touch the end of the connector body. The jacket should be inserted far enough into the connector body that the cable clamp will engage and hold the jacket.
- k) Insert the connector into the crimp tool (Figure I.5) and crimp the connector. Confirm that the connector is fully seated into the crimp dies.

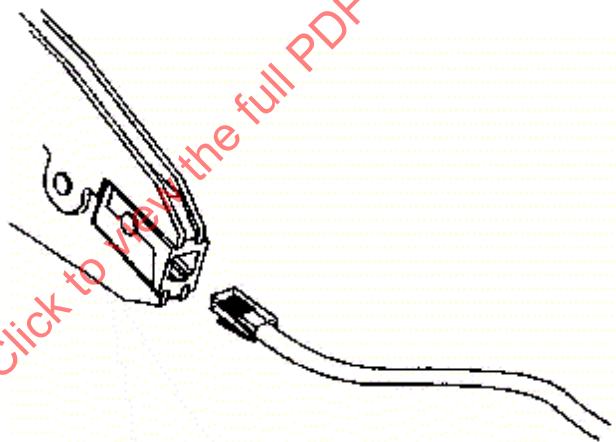


**Figure I.5 – Crimping the connector**

- l) Squeeze the hand tool to complete the crimp. The tool will not release until the jaws are fully closed and crimped.
- m) Check the crimp by pulling gently on the connector. If the jacket or conductors slide out, cut the connector off and start over.
- n) Electrically test the connection using an appropriate test tool such as commercially available Ethernet test tool.

### **I.3 Guidance for terminating unshielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs**

Terminate unshielded cable ends for 8-way modular plugs as follows.

- a) Measure the cable and trim it to the proper length using the cable cutter. Cut the cable about 75 mm (3 in) longer than the final cable length.

- b) Using a stripping tool similar to the one in Figure I.1, strip back 25 mm (1 in) of jacket. Be careful not to cut the insulation of the wire. If the wire insulation is damaged, cut off the end of the cable and start over.
- c) Align the wires into colour groups as shown as shown in Figure I.6.
- d) Separate the individual wire pairs. Wire colour codes for the several CPs are given in Table D.3. For example for CP 2/2.
  - If wiring to T568A, then the white/orange and orange pair is split across blue and white/blue.
  - If wiring to T568B, then the green/white and green pair is split across blue and white/blue.
- e) Un-twist the conductors only back to the jacket edge (see Figure I.6).

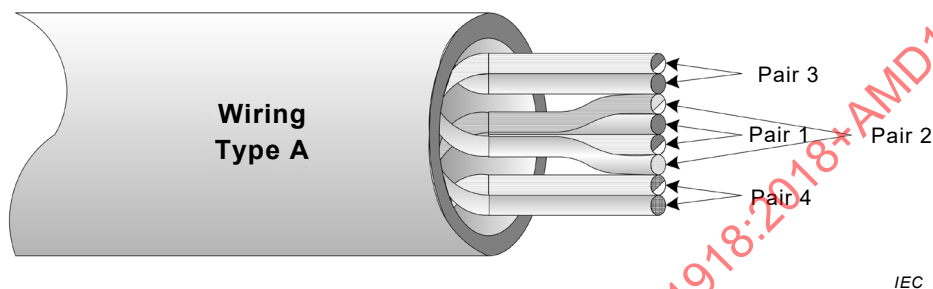


**Figure I.6 – Example of a cable preparation for type A wiring**

- f) Check the following:
  - pair twists extend as far out as possible;
  - pair 2 (T568A) is evenly split;
  - ends of conductors trimmed evenly;
  - conductor trim length is dependent on connector manufacturers' instructions.
- g) Hold the conductors in the proper orientation and trim off excess length using a pair of sharp cutters. The finished length beyond the jacket should be less than 12 mm (0,5 in). See connector manufacturer's instructions.
- h) Confirm the correct orientation of the conductors and insert the conductors into the connector body (Figure I.4).

NOTE Each wire has its own slot in the connector body.

- i) Push the cable into the connector body until all the wires touch the end of the connector body. The jacket should be inserted far enough into the connector body that the cable clamp will engage and hold the jacket.
- j) Insert the connector into the crimp tool (Figure I.5) and crimp the connector. Confirm that the connector is fully seated into the crimp dies.
- k) Squeeze the hand tool to complete the crimp. The tool will not release until the jaws are fully closed and crimped.
- l) Check the crimp by pulling gently on the connector. If the jacket or conductors slide out, cut the connector off and start over.
- m) Electrically test the connection using an appropriate tester such as a commercially available Ethernet test tool.

#### **I.4 Guidance for M12-4 D-coding connector installation**

The following are example steps for installing a M12-4 D-coding connector on a 2 pair unshielded or shielded cable. This procedure is applicable to all M12 coded connectors, including the M12 X-coding, by applying the appropriate wiring map in step i) according to the corresponding wire map table in Annex D. The basic steps of this procedure are also

applicable to type M12 and type M8 of IEC 63171-6 connector, specified in Q.2.4. This procedure can be used for both metal and plastic connector shell constructions. If a STP cable is used, there are additional steps that are required to prepare the shield.

- a) Identify the connector components and separate the components (see Figure I.7).

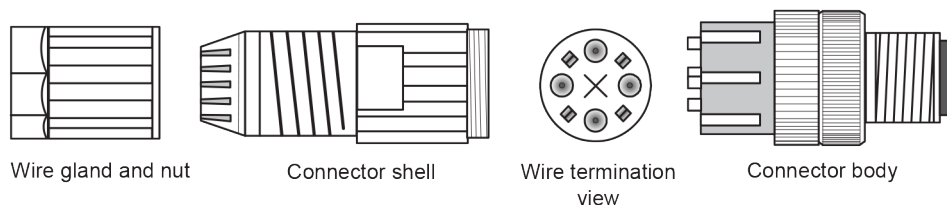


**Figure I.7 – Connector components**

- b) Cut approximately 50 mm off the end of the cable and discard the cut off (see Figure I.8).

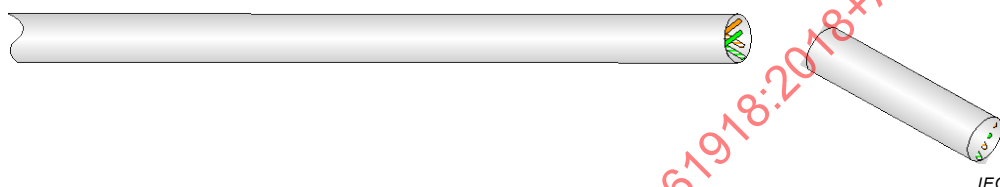


**Figure I.8 – Cable preparation**

- c) Slide the wire gland, nut and connector shell on the cable (see Figure I.9).

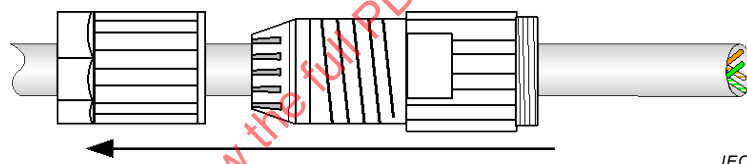


**Figure I.9 – Connector wire gland, nut and shell on the cable**

- d) Score and strip approximately 2 cm of the cable jacket. Take care not to score or cut the conductors or shield if present. If the conductor insulation or shield is scored or cut, then start over by going back to step 2 (see Figure I.10).

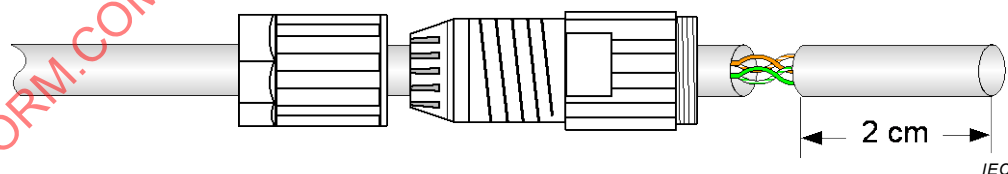


**Figure I.10 – Conductors preparation**

- e) Remove and discard the jacket (see Figure I.11).

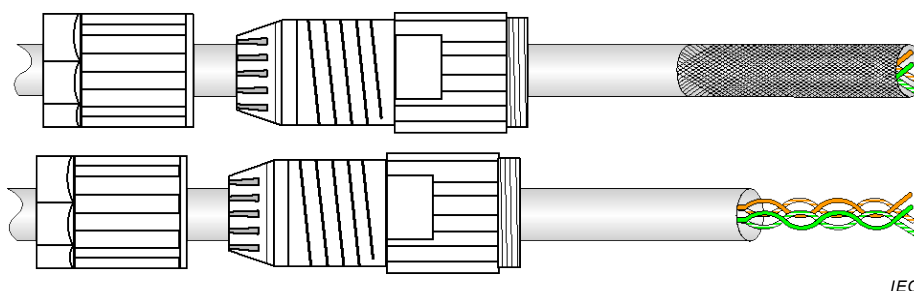


**Figure I.11 – Jacket removal**

- f) If the cable is shielded, fold the shield back over the jacket and trim in accordance with the connector documentation, otherwise skip this step (see Figure I.12).

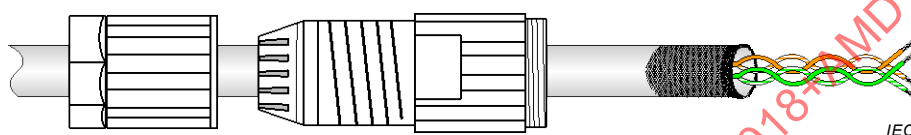


**Figure I.12 – Shield preparation**

- g) Trim conductors to the necessary length. It is important to keep the untwisted length and exposed length as short as possible. Strip off 0,5 cm of the conductor insulation (see Figure I.13).

NOTE Some connectors use IDC contacts in place of screw terminals or cage clamps. Stripping of the insulation is not necessary for IDC contacts.

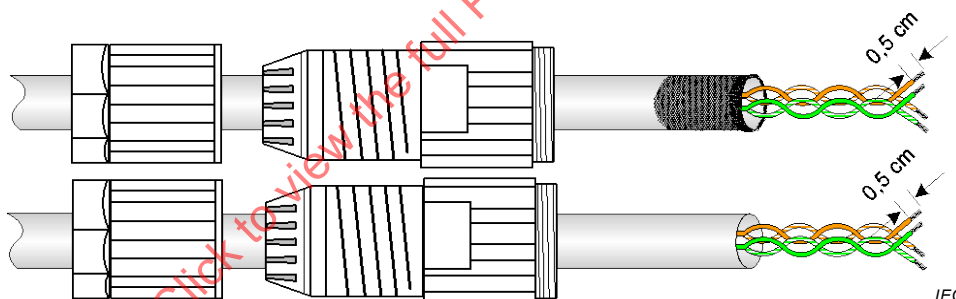


**Figure I.13 – Conductors preparation**

- h) Prepare the conductors according to the wire map specified in the cabling planning documentation.
- i) Insert the wires in to the backend of the connector body (see Figure I.14). Depending on the connector, the wires may be secured using screw terminals, cage clamps or IDC type contacts.

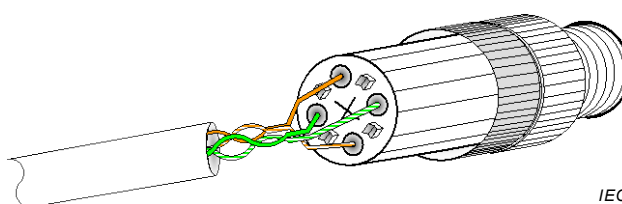


**Figure I.14 – Installing conductors in connector**

- j) Check that the conductors are securely fastened to the connector contacts by gently pulling the wires.



- k) Slide the connector shell over the connector back end and thread on in accordance with the connector documentation (see Figure I.15).

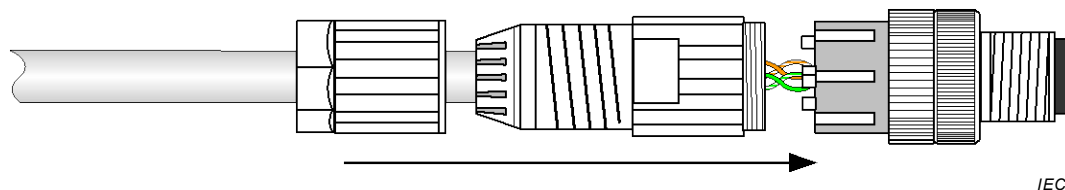


**Figure I.15 – Assembling the body of the connector**

- l) Slide the wire gland over the connector shell and tighten using hand tools (see Figure I.16). Care should be taken not to over tighten the wire gland causing damage to the connector.

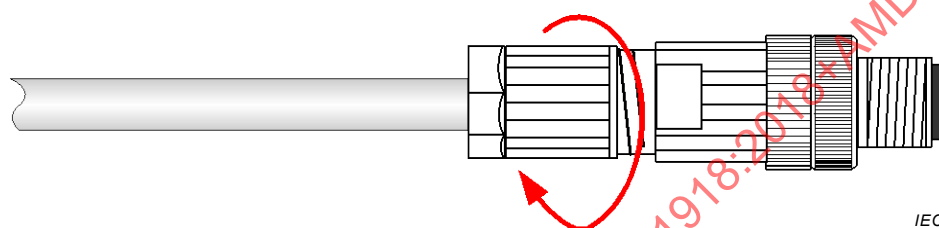


**Figure I.16 – Final assembling**

- m) Test the cable when assembly is complete.

## **I.5 Guidance for terminating optical fibre cable ends**

A number of optical fibre connectors exist for the several optical fibre cables. The ones to be used, out of those listed in Table 9, are listed in the CP installation profiles.

Optical fibres are thin glass or plastic filaments used for the transmission of information via light signals. For optical fibres, unlike copper wires, a mechanical connection is not sufficient. The light should come out of the fibre with minimal loss of signal and the optical fibre should be well aligned to the optical receiver to which the optical fibre cable is connected.

There are several methods for terminating optical fibre cable ends for both connectors attached with epoxy or without. The detailed description of each method depends on the particular characteristics of each connector and the connection method proposed by the manufacturer of the connectors.

To know the specific method to use for each connector type, use the relevant documentation provided by the manufacturer.

Particular attention should be paid to the final polishing of the connector and to the removal from the connector of any debris.

Then a test of the connection is indispensable to guarantee the required performance of the connection. The tool to use is an optical fibre microscope that allows one to see any cracks or imperfections. If cracks or imperfections are in the cladding, this is not a problem because the cladding does not carry a signal. If cracks or imperfections are in the core, it is a problem that should be solved by cutting the connector off and terminating the cable again, unless a repolishing of the fibre does not solve the problem.

## Annex J (informative)

### Recommendations for bulkhead connection performance and channel performance with more than 4 connections in ~~the~~ a 4-pair channel

#### J.1 General

The following recommendation should be considered when using bulkhead connections with back-to-back connectors and when more than 4 connections are needed in a 4-pair channel.

#### J.2 Recommendations

The number of connections to be counted for one bulkhead connection depends on the electrical performance of the back-to-back connectors and the distance between the two connectors. If the distance between the two connectors is less than 10 cm, one connection should be counted. If the distance between the two connectors is >10 cm, two connections are counted.

Current studies show the following.

- a) A plug-to-plug connection including a bulkhead connection can be considered as a single mated category 5 connection as defined in ISO/IEC 11801 1:2017, provided that each plug/jack interface exceeds the return loss given by formula (J.1) in both directions and each plug/jack interface meets minimum category 6 PSNEXT and PSFEXT performance.

$$RL(f) > 66 - 20 \log(f) \quad (J.1)$$

where

$RL$  is the return loss (dB);

$f$  is the frequency (MHz), with  $f \leq 250$ .

- b) A channel topology can include up to 4 mated connections, where each mated connection meets minimum category 5 (ISO/IEC 11801 1:2017) performance.
- c) A Class D channel topology can include up to 6-mated connections, where each mated connection meets a minimum category 6 performance.
- d) Maximum distance between jack and jack of the bulkhead connection is 10 cm. If the distance is greater than 10 cm, each plug/jack interface is considered as a separate mated connection.

Channels with more than 4 connections should use higher performance connections in order to meet the requirements of the desired category. In order to maintain category 5 performance in the channel, category 6 connections are used. See Table J.1 for return loss and NEXT transmission requirements for construction of higher count channels.

**Table J.1 – Transmission requirements for more than 4 connections in a channel**

| Desired channel class | Number of connections | Required minimum connecting hardware return loss dB | Required minimum connecting hardware NEXT dB | Cable category |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------|
| D                     | 5 or 6                | $66(\text{TBD}) - 20 \log(f)$                       | $94(\text{TBD}) - 20 \log(f)$                | CAT 5          |
| E                     | 5 or 6                | $70(\text{TBD}) - 20 \log(f)$                       | $100(\text{TBD}) - 20 \log(f)$               | CAT 6          |

NOTE Class E channel requiring five or six connections can be limited by the connector return loss and NEXT performance.

## **Annex K** (informative)

### **Fieldbus data transfer testing**

#### **K.1 Background**

Control systems for industrial automation require communication channels that provide 'deterministic' and 'repeatable' data transfer. These requirements implicitly set constraints on allowable errors due to cabling and interference.

Network total availability or up-time and the incidence of burst errors are also critical to many control applications.

#### **K.2 Allowable error rates for control systems**

##### **K.2.1 Bit errors**

Normal bit error events result in loss or rejection of the message frame containing the error. In most cases, the loss is followed by a recovery activity to resend the message frame at a later time.

This has the following effects on communication traffic:

- Control information in the affected message frame is either lost completely or not provided to a target receiver in a timely fashion.
- Channel response time is extended when resources are diverted for recovery events.
- Channel total transfer capacity is reduced.

These consequences are not acceptable to many control applications, which require predictable response times for control and deterministic worst case delivery times for critical alarm and control events.

To ensure acceptable communication channel performance, for a fieldbus application, the maximum allowable ratio of faulty data bits as a proportion of the total should be

- 1 in  $10^6$  for a fieldbus using a nominal data rate of 100 kbit/s;
- 1 in  $10^{12}$  for a fieldbus using a nominal data rate of 100 Mbit/s.

##### **K.2.2 Burst errors**

Small numbers of random communication errors will always exist in a real communication channel. So control systems are normally designed to tolerate a few events when one data sample is lost in communication or fails to arrive on schedule.

Communication losses or delays affecting a sequence of two or more measurement samples for a control loop are generally not acceptable as they can de-stabilise the loop.

As a general rule, the longest burst error affecting communication of multiple samples should be shorter than the sample interval of the fastest control loop.

Typical values for fast control loop sampling intervals are the following:

- 100 ms is a fast sampling interval for process control;
- 10 ms is a fast sampling interval for factory automation;

- 1 ms and below are sampling intervals used by some robotic and motor speed control applications.

Based on these values, for a factory application, a burst error lasting 1 ms could cause the loss of 100 successive messages representing one sample for each of 100 control loops. This is normally not an unsafe situation, as each loop should tolerate loss of one sample.

However, a burst error lasting 20 ms would cause the loss of two successive samples for each loop running at 10 ms sampling interval. In the above example, all 100 loops would be destabilised with a high potential for an unsafe control situation.

For a specific control system application, the longest acceptable burst error event may be calculated from the shortest sampling interval used by the control system.

### K.3 Testing channel performance

Installed communication channels should be tested to verify the required channel performance. The test methods to be used and channel performance limits depend on the cable type and the needs of applications to be supported by the cabling system.

Channel performance testing can be considered at the two following levels:

- cabling system level;
- application level.

### K.4 Testing cable parameters

#### K.4.1 General

Cable parameter testing provides measurements of connectivity, resistance, bandwidth, reflections, cross-talk etc. over a frequency range applicable to the cable category/class.

Cable parameter performance measures report the installed characteristics of the cabling plus connecting hardware, including patch cords, cross connect wiring, etc. They relate only to the passive elements comprising the physical layer of the communication system. They do not normally report the presence of electrical or electro-magnetic interference and do not measure statistics related to data transfer errors.

NOTE 1 Validation to meet a set of cable parameters demonstrates only raw bandwidth capability of a channel, it does not measure the presence of interference factors or predict their impact on actual data transfer performance. Compliance with a particular transmission class gives no assurance of channel useful data transfer rate or values for expected bit error rates or burst errors arising from interference when the validated channel is used with a particular communication technology.

NOTE 2 When testing cable parameters in the presence of significant interference, the test equipment can report the interference as part of the test results, or the tester person can infer the presence of interference because tests take an abnormally long time.

#### K.4.2 Generic ~~cable~~ cabling testing

When generic cabling is installed in industrial premises, it should be tested in accordance with the methods specified in ISO/IEC 14763-2 against requirements of the relevant transmission performance class of ISO/IEC 11801-3.

NOTE The frequency range for Cat 5e/Class D is 1 MHz to 100 MHz, and for Cat 6/Class E is 1 MHz to 250 MHz.

#### K.4.3 Fieldbus ~~cable~~ cabling testing

Fieldbus cabling should be tested in accordance with methods specified in the relevant CP installation profiles. If the fieldbus system is using any portions of other cabling or generic

cabling to control applications, then those portions should be included in the fieldbus application testing.

NOTE A wide variety of frequency ranges is applicable for different fieldbus types and profiles.

## **K.5 Testing fieldbus data rate performance**

### **K.5.1 General**

Fieldbus data rate testing provides statistical reports covering data transfer errors for an installed fieldbus technology profile, using its specific signal modulation and encoding methods.

These tests are normally part of the installed control system equipment. Most fieldbus-based measurement and control systems include management entities to count and report bad communication events. This information should be logged and used for fault finding and to track trends in cabling performance.

Additional tools may be available to send test messages and analyse detected error events to report the incidence of bit errors.

### **K.5.2 Fieldbus test**

Fieldbus users are interested in reports from tests taken over a reasonable period (h/days) for a user specified environment and fieldbus type, to achieve statistical BER or acceptable error rate for the application.

Typical items of interest for fieldbus test reports are the following:

- message error rate for a particular level of fieldbus traffic;
- an analysis of lost message statistics, including burst errors and details for loss events that extend over multiple consecutive messages.

These reports enable users to decide if the expected error patterns can be tolerated by their control application.

### **K.5.3 Planning for fieldbus data rate testing**

Many installations have time and climate related patterns of interference so, when resources allow, measurements of data transfer rate, and error statistics should be carried out over a suitable time period which includes the expected worst case levels of communication disturbance.

Items to consider when planning fieldbus performance testing include:

- design features of the installed fieldbus CP;
- extent or location of network parts to be tested;
- time of day and duration for test(s);
- message size(s) and message pattern(s) to be used.

In the absence of specific test parameters, the following default values are recommended:

- full network test covering all installed channels;
- test duration is 24 h;
- test repeated on 2 successive days;
- test at full system data rate;

- test message size to be the maximum for the fieldbus;
- test message rate to be the maximum for the fieldbus.

#### **K.5.4 Fieldbus data rate test reporting template**

Recommendations for test report include:

- details of the specific test plan;
- a time-based graph showing throughput achieved as fraction of possible throughput during the test period;
- a time-based graph showing detected message loss events and numbers of messages lost;
- a graphical report showing the number of multi-message loss events (burst errors) plotted against the duration of each event in appropriate time units.

#### **K.5.5 Values for acceptable fieldbus performance**

The values for acceptable performance should be calculated based on the application needs.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## **Annex L** (informative)

### **Communication network installation work responsibility**

#### **L.1 General**

This document specifies requirements for the several phases of a communication network installation lifecycle (for example planning, installation implementation, verification, validation). For each phase, a specific body (person or organisation) is identified as responsible for meeting these requirements.

#### **L.2 Installation work responsibility**

One body (person or organisation) should be responsible for each phase of the installation lifecycle as defined in this document.

If part of the work for one defined phase is delegated or sub-contracted, then the body responsible for that phase should remain responsible for the compliance of the items delegated or sub-contracted. As an example, part of the work assigned to the installer could be done by others; in this case, the installer should still be required to assess the compliance of the work done by the others as required by Clause 5.

In addition, a responsible body should be identified for all items that are prerequisites for correct installation of the network (for example building earthing and plant earthing). If these tasks are not part of the network installation work, an identified responsible body is still necessary to provide information and documentation to correctly develop the network installation work.

#### **L.3 Installation work responsibility table**

For complex installation work, it is recommended to maintain a responsibility table to clearly state the responsibility for solving requirements defined in each subclause (or group of subclauses) of this document.

## Annex M (informative)

### Trade names of communication profiles

Annex D lists CPF names that could be trade names. The trade names of all CPs defined in IEC 61784-1 and IEC 61784-2 are listed in Table M.1.

**Table M.1 – Trade names of CPFs and CPs**

| Family CPF numbers | Technology name                    |
|--------------------|------------------------------------|
| 1                  | FOUNDATION™ fieldbus <sup>7</sup>  |
| 2                  | CIP™ <sup>8</sup>                  |
| CP 2/1             | ControlNet™ <sup>6,7</sup>         |
| CP 2/2             | EtherNet/IP™ <sup>6,7</sup>        |
| CP 2/3             | DeviceNet™ <sup>6,7</sup>          |
| 3                  | PROFIBUS & PROFINET <sup>9</sup>   |
| 4                  | P-NET® <sup>10</sup>               |
| 5                  | WorldFIP® <sup>11</sup>            |
| 6                  | INTERBUS® <sup>12</sup>            |
| 8                  | CC-Link & CC-Link IE <sup>13</sup> |
| 9                  | HART <sup>14</sup>                 |

<sup>7</sup> FOUNDATION™ fieldbus is the trade name of the non-profit consortium Fieldbus Foundation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

<sup>8</sup> CIP™, ControlNet™, EtherNet/IP™ and DeviceNet™ are trade names of ODVA, Inc. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade names. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

<sup>9</sup> PROFIBUS and PROFINET are the trade names of the non-profit organization PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade names holder or any of its products. Compliance does not require use of the registered trade name. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

<sup>10</sup> P-NET is the trade name of International P-NET User Organisation ApS (IPUO). This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

<sup>11</sup> WorldFIP is the trade name of the WorldFIP organization. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

<sup>12</sup> INTERBUS is the trade name of Phoenix Contact GmbH & Co. KG., control of trade name use is given to the non-profit organisation INTERBUS Club. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

<sup>13</sup> CC-Link, CC-Link/LT and CC-Link IE are trade names of Mitsubishi Electric Co., control of trade name use is given to CC-Link Partner Association. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

<sup>14</sup> HART is a trade name of the HART Communications Foundation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.



| Family CPF numbers | Technology name                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| 10                 | Vnet/IP <sup>15</sup>                |
| 11                 | TCnet <sup>16</sup>                  |
| 12                 | EtherCAT™ <sup>17</sup>              |
| 13                 | Ethernet POWERLINK <sup>18</sup>     |
| 14                 | EPA <sup>19</sup>                    |
| 15                 | MODBUS®-RTPS <sup>20</sup>           |
| 16                 | SERCOS <sup>21</sup>                 |
| 17                 | RAPIDnet <sup>22</sup>               |
| 18                 | SafetyNET p <sup>23</sup>            |
| 19                 | MECHATROLINK <sup>24</sup>           |
| CP 20/1            | ADS-net/μSNETWORK-1000 <sup>25</sup> |

- <sup>15</sup> Vnet/IP is a trade name of Yokogawa Electric Corporation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- <sup>16</sup> In Japan, TCnet is a trade name of TOSHIBA Corporation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- <sup>17</sup> EtherCAT™ and EtherCAT-over-Safety™ are trade names of Beckhoff, Verl. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade names. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.
- <sup>18</sup> Ethernet POWERLINK is a trade name of Bernecker&Rainer Industrieelektronik Ges.m.b.H., control of trade name use is given to the non-profit organization EPSG. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- <sup>19</sup> EPA™ is a trade name of SUPCON Group Co. Ltd. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- <sup>20</sup> Modbus is a trademark of Schneider Automation Inc., registered in the United States of America and other countries. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trademark. Use of the trademark requires permission of the trademark holder.
- <sup>21</sup> SERCOS is a trade name of SERCOS International e.V. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- <sup>22</sup> RAPIDnet is a trade name of LSIS. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name RAPIDnet. Use of the trade name RAPIDnet requires permission of the trade name holder.
- <sup>23</sup> SafetyNET p is a trade name of the Pilz GmbH & Co. KG. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name SafetyNET p. Use of the trade name SafetyNET p requires permission of the trade name holder.
- <sup>24</sup> MECHATROLINK is the trade name of YASKAWA ELECTRIC CORPORATION. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name MECHATROLINK. Use of the trade name MECHATROLINK requires permission of the trade name holder.
- <sup>25</sup> In Japan, μSNETWORK-1000 is the trade name of Hitachi. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products.

| Family CPF numbers | Technology name      |
|--------------------|----------------------|
| CP 20/2            | ADS-net/NX           |
| CP 21/1            | FL-net <sup>26</sup> |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

---

products. Compliance does not require use of the trade name  $\mu$ SNETWORK-1000. Use of the trade name  $\mu$ SNETWORK-1000 requires permission of the trade name holder.

<sup>26</sup> FL-net is the trade name of JEMA/FL-net: The Japan Electrical Manufacturers' Association/the Factory Automation Link network. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name FL-net. Use of the trade name FL-net requires permission of the trade name holder.

## **Annex N** (informative)

### **Validation measurements**

#### **N.1 General**

Annex N describes details of some validation measurements.

#### **N.2 DCR measurements**

##### **N.2.1 Purpose of test**

The following procedure is applicable for DCR measurements of the installed cabling to validate the following:

- loop resistance;
- DCR of data line;
- DCR of shield;
- absence of shorts between wires;
- absence of shorts between wire and shield.

This procedure can be used for all cable conductor counts.

Performing only sub parts of this procedure may result in an incorrect conclusion.

##### **N.2.2 Assumptions**

The length of the installed cable is known.

The proposed method depends on the accuracy and precision of the measurement.

The cable to be measured is at the same temperature as in the datasheet.

##### **N.2.3 Measurements**

The measurements are performed in five steps.

- Step 1
  - With the far end open, perform a measurement between all combinations of conductors to verify that the DC resistance is greater than 1 MΩ. If any measurement results in less than 1 MΩ, this indicates a potential problem. Before continuing, the problem should be resolved.
  - Short wire 1 and wire 2 at the far end (see Figure N.1).
  - Measure the loop resistance between wire 1 and wire 2.



IEC

**Figure N.1 – Loop resistance measurement wire to wire**

- Step 2
  - Short wire 1 to the shield at the far end (see Figure N.2).
  - Measure the loop resistance of wire 1 and the shield at the local end.



IEC

**Figure N.2 – Loop resistance measurement wire 1 to shield**

- Step 3
  - Short wire 2 to the shield at the far end (see Figure N.3).
  - Measure the loop resistance of wire 2 and the shield at the local end.



IEC

**Figure N.3 – Loop resistance measurement wire 2 to shield**

- Step 4 (measure for short between wire 1 and wire 2)
  - Short wire 2 to the shield at the far end (see Figure N.4).
  - Measure the loop resistance of wire 1 and the shield at the local end.



IEC

**Figure N.4 – Resistance measurement for detecting wire shorts**

- Step 5
  - No connection between wire 1 and wire 2 at the far end (see Figure N.5).
  - Measure the resistance between wire 1 and wire 2 at the local end.



IEC

**Figure N.5 – Resistance measurement between wire 1 and wire 2**

## N.2.4 Calculations

### N.2.4.1 Calculated DCR values for wires and shield

Take the typical DCR of a cable from the datasheet provided by the cable manufacturer.

The DCR-calc of each cable installed can be calculated by using this typical value per unit length multiplied by the length of the cable.

$$\text{DCR-calc}_{(\text{wire})} = \text{DCR}_{(\text{wire from datasheet})} \times L$$

$$\text{DCR-calc}_{(\text{shield})} = \text{DCR}_{(\text{shield from datasheet})} \times L$$

where

$L$  is the known length of the installed cable.

NOTE This calculation can be not needed when a cable manufacturer provides other equivalent information, for example a table showing the DCR values depending on the cable length.

### N.2.4.2 Derived DCR values for wires and shield

The DCR values for the wire and the shield, as well as the difference of the two DCR values between two wires, can be derived from measurements step 1 to step 3 as follows.

- a)  $\text{DCR}_{(\text{wire})} = 0,5 \times \text{DCR}_{(\text{step1})}$ 
  - 1)  $\text{DCR}_{(\text{shield\_1})} = \text{DCR}_{(\text{step 2})} - \text{DCR}_{(\text{wire})}$
  - 2)  $\text{DCR}_{(\text{shield\_2})} = \text{DCR}_{(\text{step 3})} - \text{DCR}_{(\text{wire})}$
  - 3)  $\text{DCR}_{(\text{shield})} = 0,5 \times (\text{DCR}_{(\text{shield\_1})} + \text{DCR}_{(\text{shield\_2})})$
- b)  $\text{DC}_{\text{unbal}} = |\text{DCR}_{(\text{step2})} - \text{DCR}_{(\text{step 3})}|$

NOTE This method yields an accuracy of roughly 10 %. Validation of the cable under test is met when the measured and the calculated values are within 10 %.

## N.2.5 Measurement results

### N.2.5.1 Validation of the cable DCR

Figure N.6 shows the conclusions for the validation of the installed cable DCR against datasheet and the relevant CP installation profile.

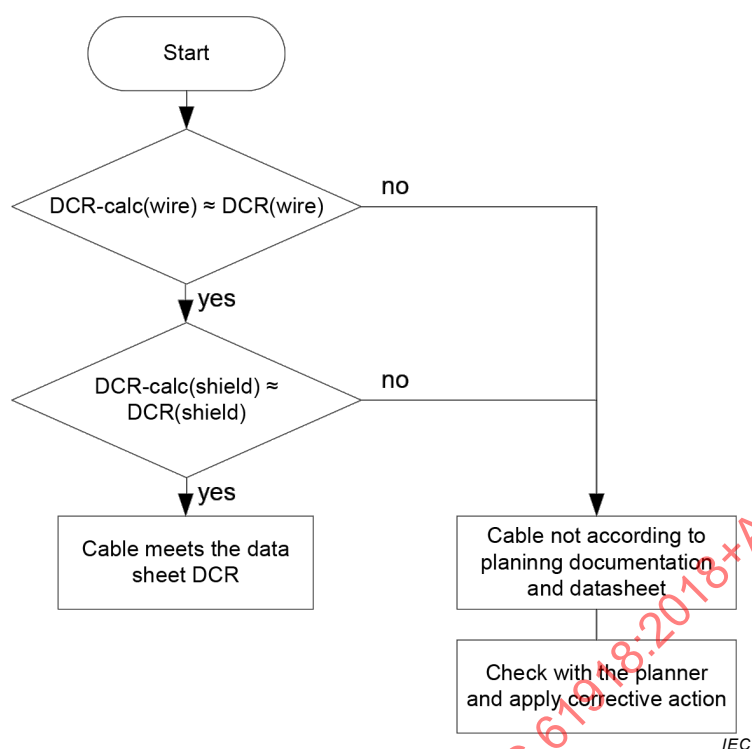


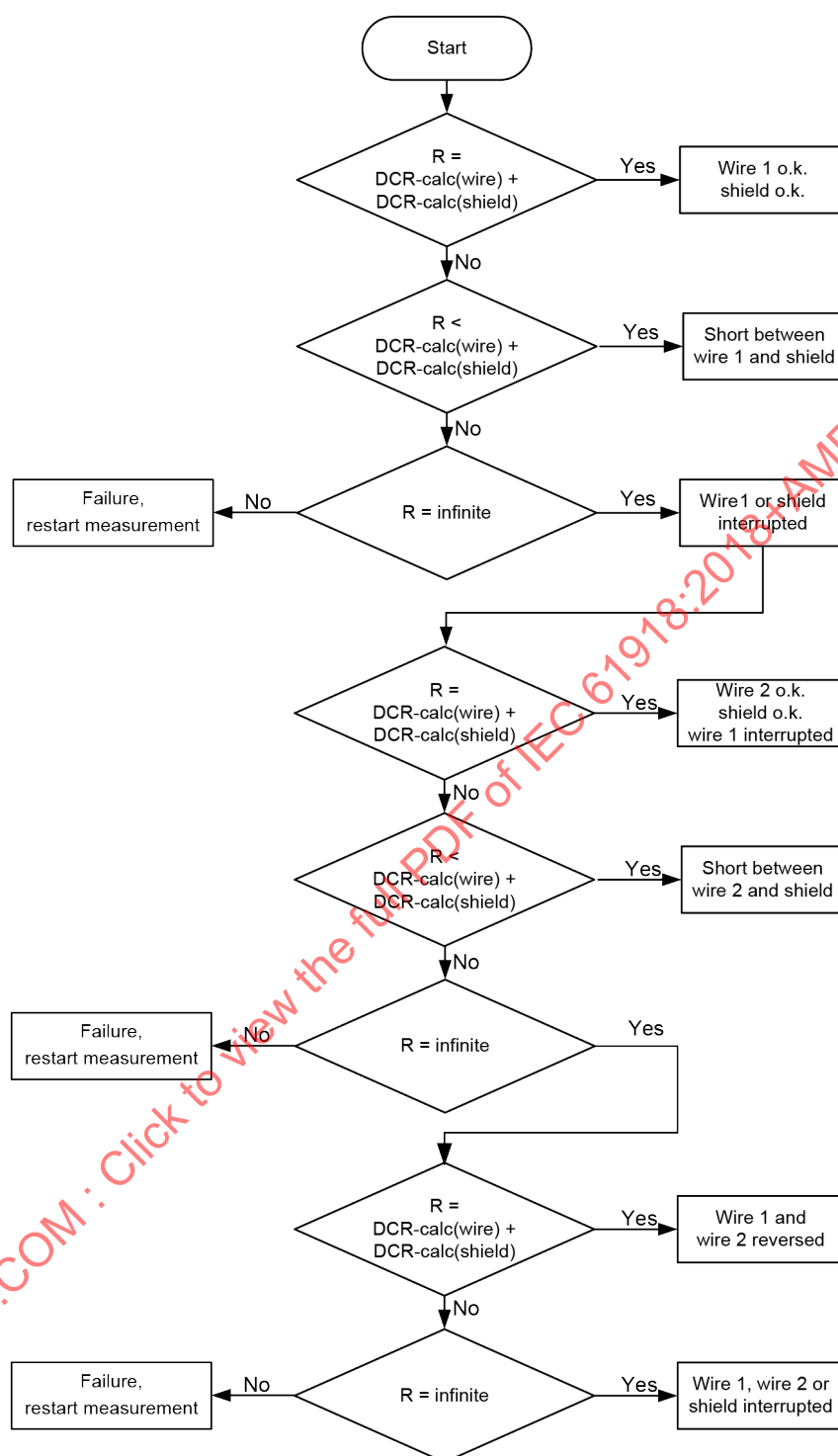
**Figure N.6 – Validation of the cable DCR**

#### N.2.5.2 Conclusions for cable open or shorts

Comparing the  $DCR_{calc(wire)}$  value with the  $DCR_{(wire)}$  derived from measurements of step 1, step 2 and step 3 allows quality statements of the installed cables.

The  $DCR_{(shield)}$  values calculated as in N.2.4.2 a)1) and N.2.4.2 a)2) should be the same, within the measurement accuracy.

Figure N.7 shows the conclusions for cable open or shorts.



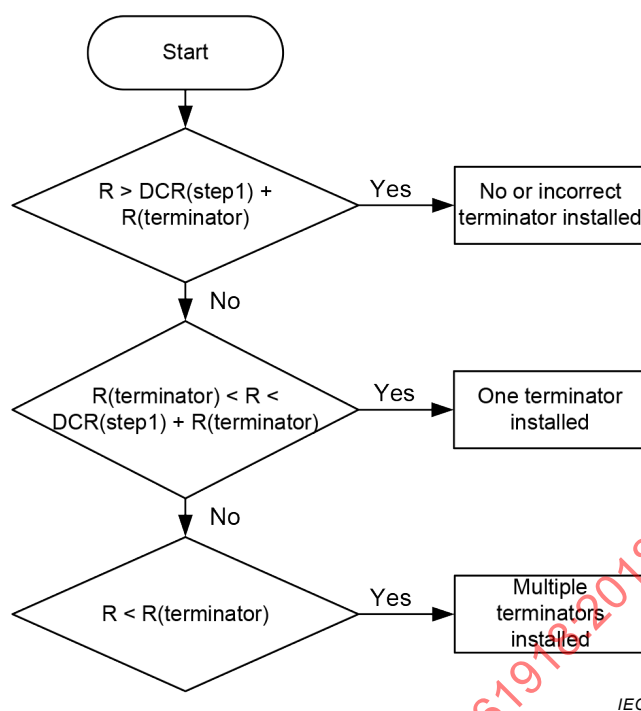
IEC

**Figure N.7 – Conclusions for cable open or shorts**

### N.2.5.3 Determination of proper cable terminator value

Figure N.8 shows the conclusions regarding the installation of the correct value and number of terminators according to the relevant CP installation profile.

If the cable loop resistance is significant with respect to the terminator value, further calculations may be necessary to determine if the termination is correct.



**Key**

R measured value

R(terminator) terminator in accordance with the relevant installation profile

**Figure N.8 – Determination of proper cable terminator value**



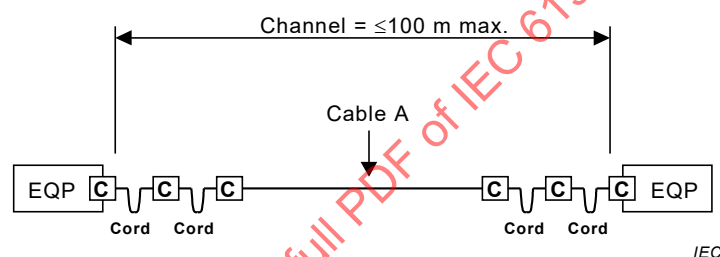
## Annex O (informative)

### End-to-end link

#### O.1 General

End-to-end link (E2E link) is an important concept/approach for the installation and test of communication networks not only in industrial sites but also in other sites (such as building automation). Since most industrial links are constructed in place, the possibility of termination errors may exist. Fail to verify the E2E links may result in loss of production of a plant/factory. **These concept/approach and tests only apply for 4-pair cabling.**

Network cabling is usually based on the models specified in ISO/IEC 11801-1 and ISO/IEC 11801-3. In these documents, the cabling between two active devices (EQP) is called a channel and consists of different cable types and up to four connections in the channel according to the reference implementation. The plugs on both ends that connect to the jack of the equipment are not part of the channel model as shown in Figure O.1. Typical commercial measurement instruments perform a qualification of the channel according to ISO/IEC 11801 without considering the plugs on both ends of the channel.



#### Key

 = connection

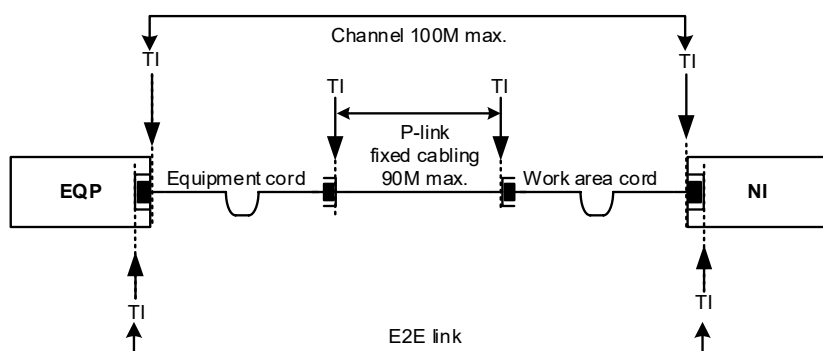
EQP = equipment

**Figure O.1 – Channel according to ISO/IEC 11801**

In industrial installations, the usage of pre-assembled cables is often inconvenient and not the practice. The plugs on both ends are usually assembled in the field. Pre-assembled cables are generally subject to a quality-assured manufacturing process. An example of a field-assembled cable may be one contiguous cable spanning distance greater than 20 m and consisting of cable and two plugs. In contrast, the quality of field-assembled cables depends on the skill of the installer. Because the termination in the field may not comply with the required performance (for example, NEXT), a qualification test of these plugs together with the channel is indispensable in eliminating cable terminations problems.

#### O.2 End-to-end link

End-to-end link is the combination of the channel and the connection at each end of the channel. In this case, the reference level of the measurement includes the plugs and jacks as shown in Figure O.2.



IEC

**Figure O.2 – End-to-end link**

ISO/IEC 11801 counts the number of connections in a channel or permanent link. Since the E2E link adds the connections at the two ends of a link, the number of connections counted increases by two.

In many installations, the design of an E2E link may have some deviations from a channel as it is defined in the reference implementation.

### O.3 E2E link normative description

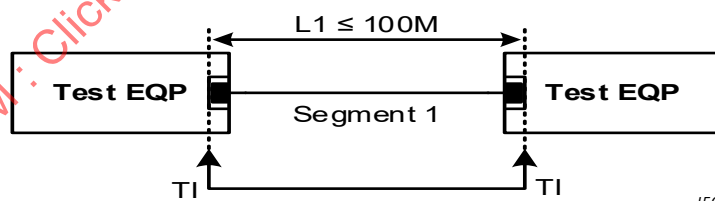
ISO/IEC TR 11801-9902 defines several common E2E links and their limits. The difference of each E2E link is in the number of connections in the link and their associated limit lines.

Figure O.3 to Figure O.9 describe the various E2E links defined in ISO/IEC TR 11801-9902.

In these figures, the following keys are used in accordance with ISO/IEC TR 11801-9902:

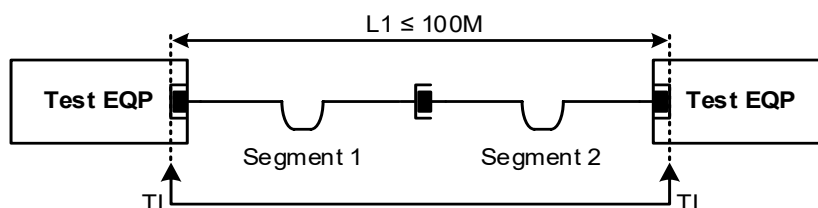
L = channel

TI = test interface



IEC

**Figure O.3 – One segment, two Connection E2E link**



IEC

**Figure O.4 – Two Segment, three Connection E2E link**

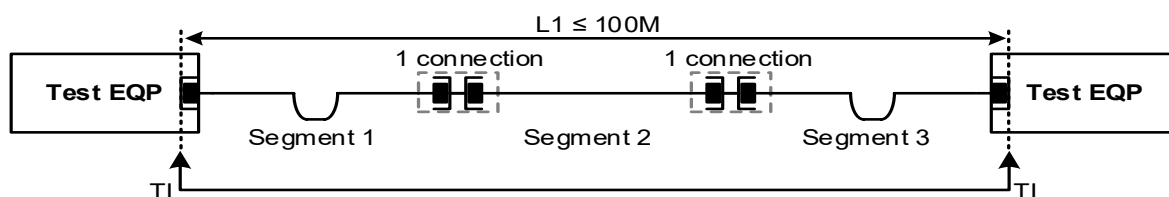


Figure O.5 – Three Segment, one Connection bulkheads, four Connection E2E link

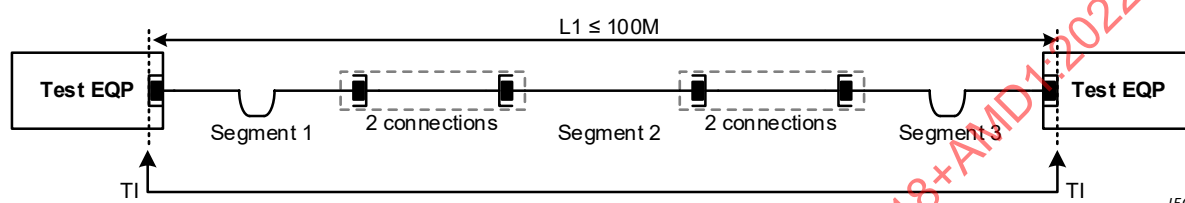


Figure O.6 – Three Segment, two Connection, six Connection E2E link

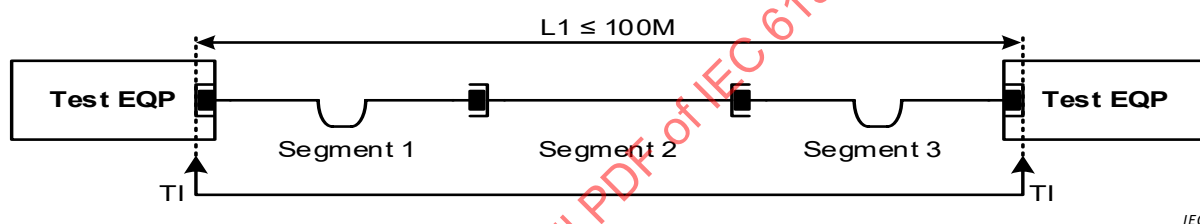


Figure O.7 – Three Segment, four Connection E2E link

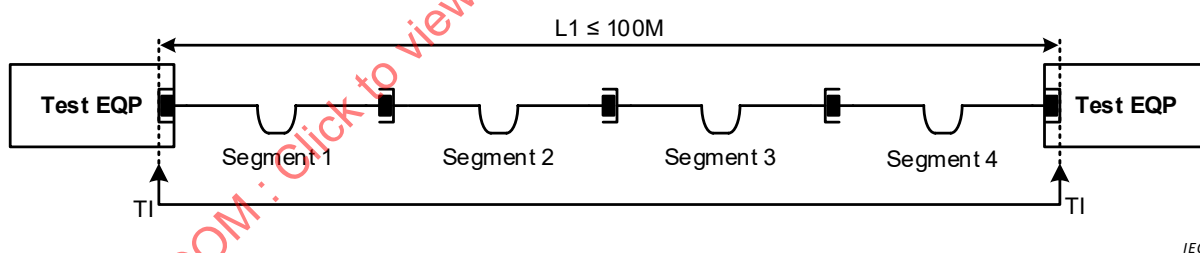


Figure O.8 – Four Segment, five Connection E2E link

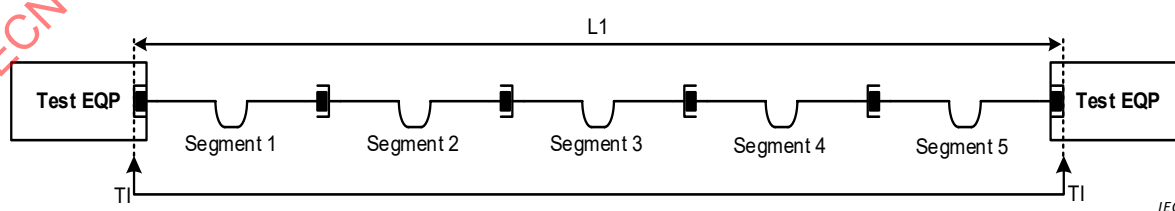


Figure O.9 – Five Segment, six Connection E2E link

ISO/IEC TR 11801-9902 provides limit line equations for each E2E link above. The equations provide limits for the following Class D and Class E E2E Link parameters;

- IL – Insertion Loss

- RL – Return Loss
- NEXT – Near End Cross Talk
- PSNEXT – Power Sum Near End Cross Talk
- ACRF – Attenuation Cross Talk Ratio Far End
- PSACRF – Power Sum Attenuation Cross Talk Ratio Far End

#### **O.4 E2E link measurement**

The measurement of E2E links of two and four pair balanced cabling up to 250 MHz is carried out according to ISO/IEC 14763-4.

The limits of performance are specified in ISO/IEC TR 11801-9902 and qualified according to ISO/IEC 11801-1 and IEC 61935-2.

The supported configurations are outlined in ISO/IEC TR 11801-9902.

The modelling of E2E links assumed the performance of 8 way modular (RJ45) connections. The models are true if the connectors defined in IEC 61918 have equal or better performance and delays. E2E link testers with the appropriate test heads are also required to support testing of non 8 way modular links.

The test head performance is defined in ~~ISO/IEC TR 11801-9902~~  
ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021.

## **Annex P** (normative)

### **Temperature rise of cabling with remote powering**

#### **P.1 General**

When using Power over Ethernet (PoE) in the industrial environment, the planner shall assure that cable temperature does not exceed the allowable operating temperature. The planner shall consider the additional heat rise that may occur in closed spaces where cabling may be installed. The equation (P.1) can be used to determine the effects of heat on the cabling.

#### **P.2 Scope**

This Annex P provides the planner with the way to verify that the de-rating of temperature caused by bundling and or cable routing does not result in a cable temperature that exceeds the allowable operating temperature.

#### **P.3 Temperature de-rating calculation**

The temperature de-rating  $\Delta T$ , expressed in °C, shall be calculated by using the following formula (P.1) that is as defined in Clause B.6 of ISO/IEC TS 29125:2017, Annex B.

$$\Delta T = C \times I_c^2 \times R \quad (\text{P.1})$$

where

$$C = \frac{pu \times nc \times \sqrt{N}}{(5 \times d)} + \frac{pth \times nc \times N}{12,6}$$

and all the parameters are as in Table P.1.

**Table P.1 – Parameters used to calculate the temperature derating**

| Parameters | Description                                                                                                                                                           | Value    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| $p_u$      | Constant relating to installation in ventilated conditions for all cable constructions                                                                                | 0,15     |
|            | Constant relating to installation in conduits for F/UTP cable constructions and for conduits that have been filled to at least 40 % capacity as defined in EN 50174-2 | 0,19     |
|            | Constant relating to installation in insulated conditions for U/UTP and F/UTP cable constructions                                                                     | 0,70     |
|            | Constant relating to installation in insulated conditions for S/FTP cable constructions                                                                               | 0,87     |
| $p_{th}$   | Constant relating to U/UTP cable constructions                                                                                                                        | 5        |
|            | Constant relating to F/UTP cable constructions                                                                                                                        | 3        |
|            | Constant relating to S/FTP and SF/UTP cable constructions                                                                                                             | 2,75     |
| $nc$       | Number of conductors per cable carrying remote power                                                                                                                  | <number> |
| $N$        | Number of cables carrying remote power                                                                                                                                | <number> |
| $d$        | Cable diameter (m)                                                                                                                                                    | <value>  |
| $R$        | Average DC resistance per unit length of conductors carrying remote powering current ( $\Omega/m$ )                                                                   | <value>  |
| $i_c$      | The current per conductor (A) = $0,5 \times$ the current delivered by the pair carrying remote power                                                                  | <value>  |

## Annex Q (normative)

### Additional requirements for the installation of Ethernet-based balanced 1-pair networks in industrial premises

#### Q.1 Overview

This Annex Q describes the specifications for the installation in the critical environment of industrial premises of networks that use balanced 1-pair cabling in connection with Ethernet specified in 1000BASE-T1 type A, which allows bidirectional signal transmission at 1 000 Mbit/s up to 15 m, 1000BASE-T1 type B for 1 000 Mbit/s up to 40 m, 100BASE-T1 for 100 Mbit/s up to 15 m, 10BASE-T1S for 10 Mbit/s up to 15 m, 10BASE-T1L for 10 Mbit/s up to 1 000 m.

These Ethernet based balanced 1-pair networks use the industrial versions of 1 000 Mbit/s and 100 Mbit/s ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, and 10 Mbit/s IEEE Std 802.3cg specifications.

The selection of the specifications of this Annex Q, which applies for a given technology, is described in the related profile of the IEC 61784-5 series.

#### Q.2 Installation planning

##### Q.2.1 General

Ethernet based balanced 1-pair network provides communication between two devices with 1-pair cable arranged with up to 10 connections, as shown in Figure Q.1.

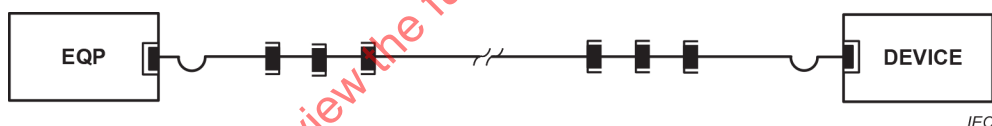


Figure Q.1 – Balanced 1-pair network

For balanced 1-pair network the planning specifications listed in Q.2.2 apply in addition to the specifications given in Clause 4.

##### Q.2.2 Basic balanced 1-pair network characteristics

Balanced 1-pair networks suitable for industrial applications have the basic characteristics described in Table Q.1.

Reference implementations for 15 m, 40 m and 1 000 m channel are as described in ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, Annex E.

**Table Q.1 – Basic balanced 1-pair network characteristics**

| Parameter                                                                                                                                   | 10BASE-T1 <sup>a</sup> |       | 100BASE-T1 <sup>b</sup> | 1000BASE-T1 <sup>b</sup> |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                             | -T1S                   | -T1L  |                         | type A                   | type B <sup>d</sup> |
| Data rate                                                                                                                                   | 10 Mbit/s              |       | 100 Mbit/s              | 1 Gbit/s                 |                     |
| Max length (m)                                                                                                                              | 15                     | 1 000 | 15                      | 15                       | 40                  |
| Number of connections or terminals                                                                                                          | 4                      | 10    | 4                       | 4                        |                     |
| Wire size (AWG) <sup>c</sup>                                                                                                                | 26 to 14               |       | 26 to 22                | 26 to 22                 | 26 to 22 UTP        |
| <sup>a</sup> Based on IEEE Std 802.3cg.                                                                                                     |                        |       |                         |                          |                     |
| <sup>b</sup> Based on ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021.                                                                                             |                        |       |                         |                          |                     |
| <sup>c</sup> Length limits may apply for 10BASE-T1L. Corresponding nominal cross-sectional areas (mm <sup>2</sup> ) are shown in Table F.1. |                        |       |                         |                          |                     |
| <sup>d</sup> Type B can be also used as a link partner to type A installations.                                                             |                        |       |                         |                          |                     |

**Q.2.3 Balanced 1-pair cables**

Generic specifications regarding balanced 1-pair cables described in IEC 61156-1, IEC 61156-11 and IEC 61156-12 apply. Additional specifications regarding a particular MICE environment apply. For determining appropriate cable type and compatibility with the specified MICE environment, the planner shall also consult the manufacturer.

Additional specifications are described in ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021.

Segregation shall be as specified in IEC 61918:2018, Annex B.

If 4-pair cables are used, unused pairs of the unshielded cables (SF-UTP and F-UTP) shall be terminated. This requirement does not apply to cable constructions that use individual shielded pairs.

**Q.2.4 Balanced 1-pair connecting hardware**

The mechanical and physical requirements of the balanced 1-pair connecting hardware for MICE2 and MICE3 specified in IEC 63171-6 should be used for industrial premises' applications.

The same connecting hardware could be used for MICE1, with the advantages for both the installer and the user, which derives from managing just one type.

Figure Q.2 shows two types of IEC 63171-6 connector. M8 type is recommended for smaller gauge cables up to 22 AWG and for less space at the installation site. M12 type is recommended for bigger gauge cables, e.g. 18 AWG.



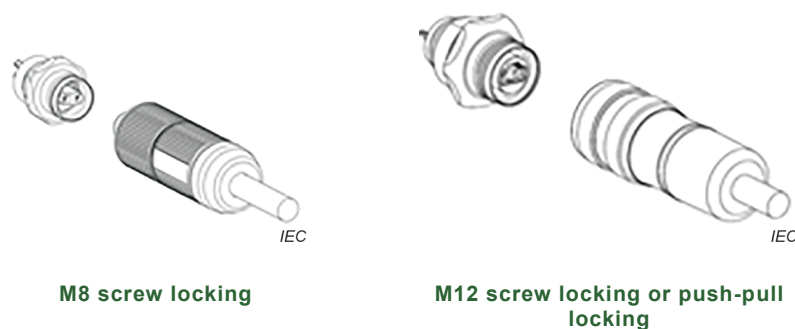


**Figure Q.2 – IP65/IP67 IEC 63171-6 connectors**

Additional specifications are described in ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021.

Figure Q.3 shows the view of the mating parts of the IEC 63171-6 connectors and the pin numbering.

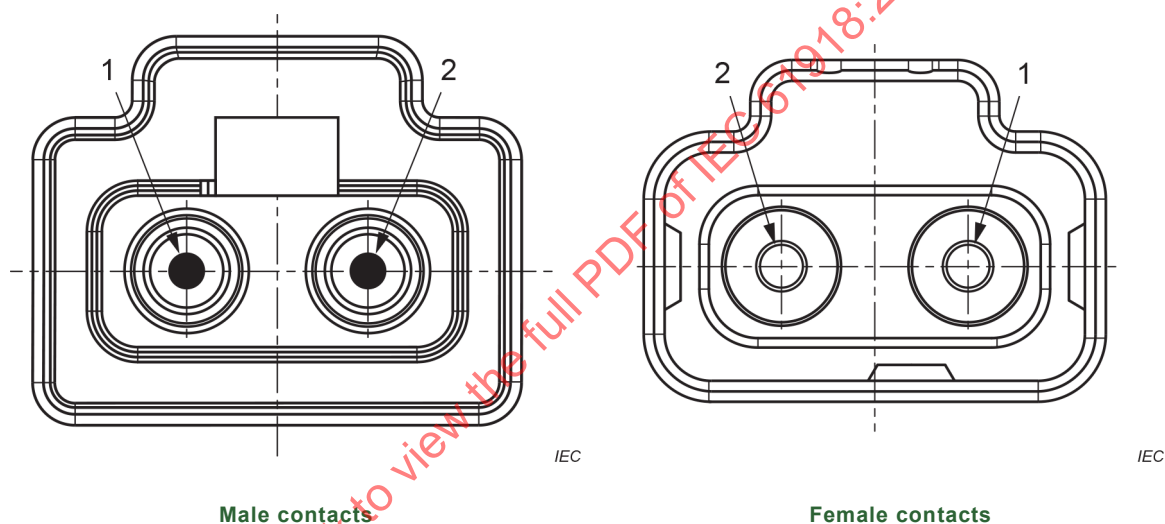


**Figure Q.3 – Mating parts of the IEC 63171-6 connectors**

Table Q.2 shows colour code and cord set assignments that shall be used in new installations. Colour codes used in refurbished installations may be different and defined in the installation profiles by using the Table Q.2 as a template.

**Table Q.2 – IEC 63171-6 colour code and signal assignment**

| Pair | Pin | Colour | Signal  |
|------|-----|--------|---------|
| 1    | 1   | BU     | BI_DA + |
|      | 2   | WH/BU  | BI_DA - |

Additional connectors and other connecting hardware may be used provided that they guarantee the needed performances. If the needed performances are not specified, the planner shall consult the performances described in IEC 63171-6.

## Q.2.5 Balanced 1-pair cabling channels

### Q.2.5.1 Balanced 1-pair cabling channels specification

Balanced 1-pair cabling channel models are as specified in ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, Annex E, and represented here in Figure Q.4 and Figure Q.5 as adapted for an automation network.

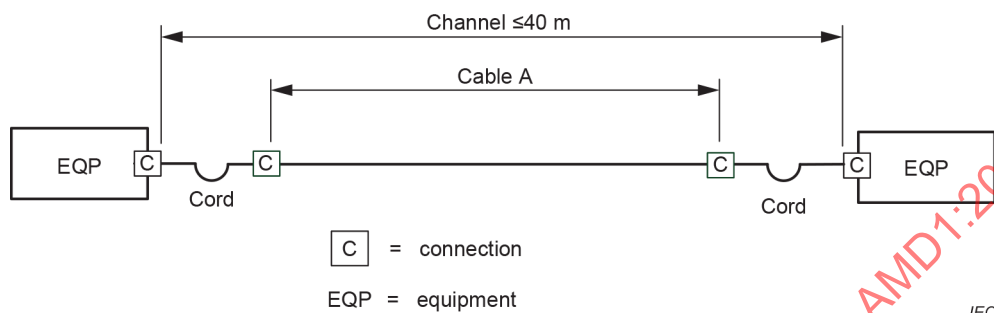


**Figure Q.4 – Balanced 1-pair channel model with 40 m max length**

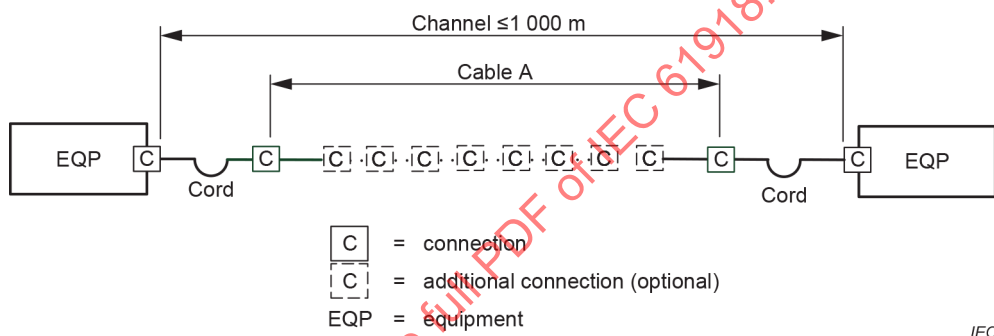


**Figure Q.5 – Balanced 1-pair channel model with 1 000 m max length**

Basic requirement for EMI immunity of cabling channels up to E3 is  $CA \geq 60$  dB for shielded cabling.

It is possible to assess coupling attenuation by laboratory measurements of representative samples of channels assembled using their component and connector practices.

Support for unshielded channels is dependent on environmental conditions and device construction. For more information regarding applicability of unshielded cabling, see Q.2.5.2.

### Q.2.5.2 Communication devices

#### Q.2.5.2.1 General

The specification of the required balanced 1-pair network shall be completed with the selection of proper communication devices. In fact, a proper EMI immunity of balanced 1-pair networks also depends on the performance of the communication devices as is described in Clause B.6.

#### Q.2.5.2.2 Device selection

The planner shall select communication devices by taking into account the information given in Clause B.6, and particularly the following facts.

- With shielded cabling having  $CA \geq 60$  dB, all types of devices described in Clause B.6 are suitable for the E3 environment.

- Only unshielded cabling with TCL and ELTCL =  $80 - 20\log(f)$ , 46 dB maximum may be used in combination with type 2 devices in environment up to E3. The use of unshielded cabling in combination with type 1 devices is not recommended, as is clarified in B.6.2.

For determining appropriate device type and compatibility with the electromagnetic environment, the planner shall also consult the manufacturer.

For industrial premises with several areas characterised by different levels of EMI, the planner should analyse the advantage of using only type 3 devices for all the applications, considering the positive impact on the maintenance of the installation.

### Q.2.6 Remote powering

Balanced 1-pair technology, if used together with remote powering technology, not only exchanges data with the field device, but also brings the needed power to the device on the same twisted pair. In this case, the noise introduced by the remote powering can result in a saturation of the communication interface. This requires that, in addition to the filter for the signal, the master Communication device shall be also provided with a proper inductive filter in series to the input from the power supply equipment and the slave communication device is provided with an inductive filter in series to the power input to the device, particularly when this is an actuator. Figure Q.6 shows an example.

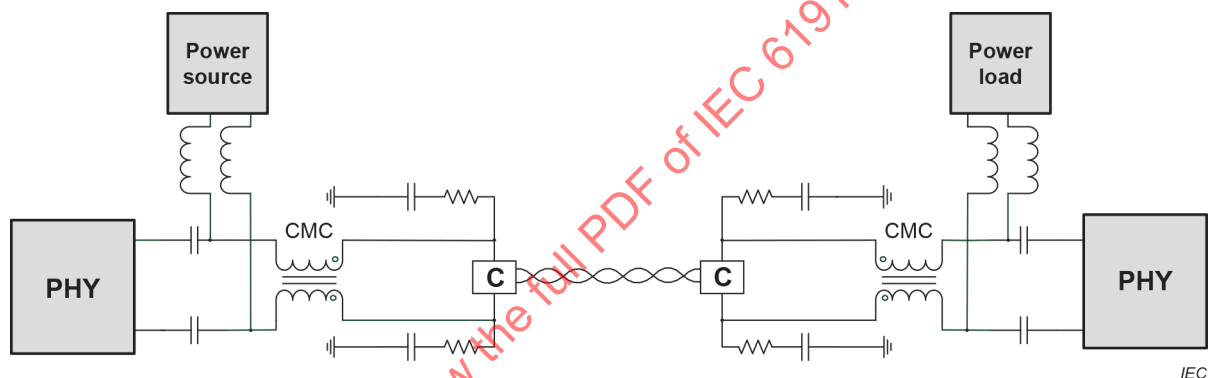


**Figure Q.6 – Additional mitigation for remote powering over balanced 1-pair network**

In automation applications, typical voltage levels are:

- 24 V<sub>DC</sub> nominal,
- 48 V<sub>DC</sub> nominal,
- power provided by data application.

The planner should take care to apply proper separation between areas with different power circuits to prevent wrong application of power.

The planner shall select the proper wiring cross-sectional areas on the basis of the maximum value of the power to transmit.

The maximum current-carrying capacity is installation dependent and therefore not specified but may be indicated in the relevant detail specification. Further guidance with respect to current carrying capacity is provided by ISO/IEC TS 29125.

### Q.2.7 Reuse of legacy cabling

The planner shall require that already installed cables may only be used after a field measurement has ensured that the resulting transmission performance satisfies the balanced 1-pair cabling performance requirements in Q.2.5.

### Q.3 Installation implementation

#### Q.3.1 General

For the balanced 1-pair cabling, the following installation implementation specifications apply in addition to the specifications already given in Clause 4.

#### Q.3.2 Additional installation implementation

When balanced 1-pair technology is used together with remote powering technology, the requirements described in Q.2.6 shall be applied.

### Q.4 Installation verification and installation acceptance test

#### Q.4.1 General

For the balanced 1-pair cabling, the verification and acceptance test requirements as specified in this Clause Q.4 apply in addition to the specifications already given in Clause 6.

#### Q.4.2 Additional installation verification and acceptance test

The quality of field-assembled cables depends on the skill of the installer. Because the termination in the field might not comply with the required performance, a qualification test of these plugs together with the channel shall be done.

The limits of performance are specified in ISO/IEC 11801-3 and qualified according to ISO/IEC 11801-1.

Figure Q.7 shows the pin/pair assignment for balanced 1-pair cabling. Detection of shorts and reversed pairs is particularly important when remote powering is used.

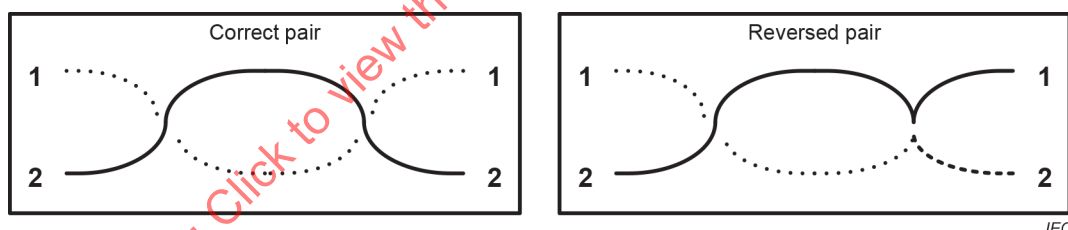


Figure Q.7 – Balanced 1-pair wire mapping

## Bibliography

- [1] IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [2] IEC 60050-131:2002, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 131: Circuit theory* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [3] IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [4] IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 161: Electromagnetic compatibility*(available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [5] IEC 60050-191:1990<sup>27</sup>, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 191: Dependability and quality of service*(available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [6] IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [7] IEC 60050-581:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [8] IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*
- [9] IEC 60079-11:2011, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"*
- [10] IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*
- [11] IEC 60228, *Conductors of insulated cables*
- [12] IEC 60332-1 (all parts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable*
- [13] IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*
- [14] IEC 60512-4 (all parts), *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 4: Voltage stress tests*
- [15] IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
- [16] IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*
- [17] IEC 60670-1:2015, *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations – Part 1: General requirements*

---

<sup>27</sup> Withdrawn.

- [18] IEC 60950-21, *Information technology equipment – Safety – Part 21: Remote power feeding*
- [19] ~~IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*~~
- [20] IEC TR 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*
- [21] IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*
- [22] IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*
- [23] ~~IEC 61010-2-201, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-201: Particular requirements for control equipment*~~
- [24] IEC 61131-2:2017, *Industrial-process measurement and control – Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*
- [25] IEC 61158-1, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*
- [26] IEC 61508-4, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 4: Definitions and abbreviations*  
(see <<http://www.iec.ch/functionalsafety>>Functional Safety and IEC 61508)
- [27] IEC 61984:2008, *Connectors – Safety requirements and tests*
- [28] IEC 62026-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet*
- [29] IEC GUIDE 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*
- [30] ISO/IEC 9314-3, *Information processing systems – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 3: Physical Layer Medium Dependent (PMD)*
- [31] ISO/IEC 9314-4, *Information technology – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 4: Single Mode Fibre Physical Layer Medium Dependent (SMF-PMD)*
- [32] IEC 11801-2, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 2: Office premises*
- [33] IEC 11801-5, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 5: Data centres*
- [34] IEC 11801-6, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 6: Distributed building services*
- [35] ISO/IEC 11801-4, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 4: Single-tenant homes*

- [36] ISO/IEC/TR 29106:2007, *Information technology – Generic cabling – Introduction to the MICE environmental classification*
- [37] EN 50174-1, *Information technology – Cabling installation – Part 1: Installation specification and quality assurance*
- [38] EIA/TIA 568, *Commercial building telecommunications cabling standard*
- [39] ISO/IEC TR 11801-9906:2020, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 9906: Balanced 1-pair cabling channels up to 600 MHz for single pair Ethernet (SPE)*

---

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## SOMMAIRE

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                   | 211 |
| INTRODUCTION .....                                                                                                   | 213 |
| INTRODUCTION à l'Amendement 1 .....                                                                                  | 217 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                        | 218 |
| 2 Références normatives .....                                                                                        | 218 |
| 3 Termes, définitions et abréviations .....                                                                          | 223 |
| 3.1 Termes et définitions .....                                                                                      | 223 |
| 3.2 Abréviations .....                                                                                               | 235 |
| 3.3 Conventions relatives aux profils d'installation .....                                                           | 237 |
| 4 Planification de l'installation .....                                                                              | 237 |
| 4.1 Généralités .....                                                                                                | 237 |
| 4.1.1 Objectif .....                                                                                                 | 237 |
| 4.1.2 Câblage dans les locaux industriels .....                                                                      | 237 |
| 4.1.3 Processus de planification .....                                                                               | 240 |
| 4.1.4 Exigences spécifiques pour les CP .....                                                                        | 241 |
| 4.1.5 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 .....                         | 241 |
| 4.2 Exigences de planification .....                                                                                 | 241 |
| 4.2.1 Sécurité .....                                                                                                 | 241 |
| 4.2.2 Sécurité .....                                                                                                 | 242 |
| 4.2.3 Considérations environnementales et compatibilité électromagnétique .....                                      | 242 |
| 4.2.4 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 .....                         | 244 |
| 4.3 Capacités du réseau .....                                                                                        | 244 |
| 4.3.1 Topologie du réseau .....                                                                                      | 244 |
| 4.3.2 Caractéristiques du réseau .....                                                                               | 246 |
| 4.4 Sélection et utilisation de composants de câblage .....                                                          | 249 |
| 4.4.1 Sélection du câble .....                                                                                       | 249 |
| 4.4.2 Sélection du matériel de connexion .....                                                                       | 254 |
| 4.4.3 Connexions dans un canal/une liaison permanente .....                                                          | 256 |
| 4.4.4 Terminaisons .....                                                                                             | 263 |
| 4.4.5 Emplacement et connexion du dispositif .....                                                                   | 263 |
| 4.4.6 Codage et étiquetage .....                                                                                     | 263 |
| 4.4.7 Mise à la terre et équipotentialité du matériel et des dispositifs et câblage blindé .....                     | 264 |
| 4.4.8 Stockage et transport des câbles .....                                                                         | 275 |
| 4.4.9 Acheminement des câbles .....                                                                                  | 276 |
| 4.4.10 Séparation des circuits .....                                                                                 | 278 |
| 4.4.11 Protection mécanique des composants de câblage .....                                                          | 279 |
| 4.4.12 Installation dans des zones particulières .....                                                               | 280 |
| 4.5 Documentation de planification du câblage .....                                                                  | 280 |
| 4.5.1 Description commune .....                                                                                      | 280 |
| 4.5.2 Documentation de planification du câblage pour les CPs .....                                                   | 280 |
| 4.5.3 Documentation de certification du réseau .....                                                                 | 281 |
| 4.5.4 Documentation de planification du câblage relative au câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 ..... | 281 |



|       |                                                                                            |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.6   | Vérification de la spécification de planification du câblage .....                         | 281 |
| 5     | Mise en œuvre de l'installation .....                                                      | 281 |
| 5.1   | Exigences générales .....                                                                  | 281 |
| 5.1.1 | Description commune .....                                                                  | 281 |
| 5.1.2 | Installation des CP .....                                                                  | 282 |
| 5.1.3 | Installation du câblage générique dans des locaux industriels .....                        | 282 |
| 5.2   | Installation des câbles .....                                                              | 282 |
| 5.2.1 | Exigences générales relatives aux types de câblage .....                                   | 282 |
| 5.2.2 | Installation et acheminement .....                                                         | 288 |
| 5.2.3 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 290 |
| 5.2.4 | Exigences particulières pour l'installation sans fil .....                                 | 290 |
| 5.2.5 | Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 .....     | 290 |
| 5.3   | Installation de connecteur .....                                                           | 290 |
| 5.3.1 | Description commune .....                                                                  | 290 |
| 5.3.2 | Connecteurs blindés .....                                                                  | 291 |
| 5.3.3 | Connecteurs non blindés .....                                                              | 291 |
| 5.3.4 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 292 |
| 5.3.5 | Exigences particulières pour l'installation sans fil .....                                 | 292 |
| 5.3.6 | Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 .....     | 292 |
| 5.4   | Installation des terminaisons .....                                                        | 292 |
| 5.4.1 | Description commune .....                                                                  | 292 |
| 5.4.2 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 292 |
| 5.5   | Installation du dispositif .....                                                           | 292 |
| 5.5.1 | Description commune .....                                                                  | 292 |
| 5.5.2 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 292 |
| 5.6   | Codage et étiquetage .....                                                                 | 292 |
| 5.6.1 | Description commune .....                                                                  | 292 |
| 5.6.2 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 292 |
| 5.7   | Mise à la terre et équipotentialité du matériel et des dispositifs et câblage blindé ..... | 293 |
| 5.7.1 | Description commune .....                                                                  | 293 |
| 5.7.2 | Équipotentialité et mise à la terre des enveloppes et des chemins .....                    | 293 |
| 5.7.3 | Méthodes de mise à la terre .....                                                          | 296 |
| 5.7.4 | Méthodes de mise à la terre du blindage .....                                              | 298 |
| 5.7.5 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 300 |
| 5.7.6 | Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 .....     | 300 |
| 5.8   | Documentation du câblage comme exécuté .....                                               | 301 |
| 6     | Installation, vérification et essai de réception de l'installation .....                   | 301 |
| 6.1   | Généralités .....                                                                          | 301 |
| 6.2   | Vérification de l'installation .....                                                       | 301 |
| 6.2.1 | Généralités .....                                                                          | 301 |
| 6.2.2 | Vérification conformément à la documentation de planification du câblage .....             | 302 |
| 6.2.3 | Vérification de la mise à la terre et de l'équipotentialité .....                          | 303 |
| 6.2.4 | Vérification de la mise à la terre du blindage .....                                       | 305 |
| 6.2.5 | Vérification du système de câblage .....                                                   | 305 |
| 6.2.6 | Vérification de la sélection du câble .....                                                | 305 |

|                                                                                                |                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.2.7                                                                                          | Vérification du connecteur .....                                                                   | 306 |
| 6.2.8                                                                                          | Vérification de la connexion .....                                                                 | 306 |
| 6.2.9                                                                                          | Vérification des terminaisons .....                                                                | 308 |
| 6.2.10                                                                                         | Vérification du codage et de l'étiquetage .....                                                    | 308 |
| 6.2.11                                                                                         | Rapport de vérification .....                                                                      | 308 |
| 6.3                                                                                            | Essai de réception de l'installation .....                                                         | 308 |
| 6.3.1                                                                                          | Généralités .....                                                                                  | 308 |
| 6.3.2                                                                                          | Essai de réception du câblage reposant sur Ethernet .....                                          | 311 |
| 6.3.3                                                                                          | Essai de réception du câblage ne reposant pas sur Ethernet .....                                   | 314 |
| 6.3.4                                                                                          | Exigences particulières pour l'installation sans fil .....                                         | 315 |
| 6.3.5                                                                                          | Rapport d'essai de réception .....                                                                 | 315 |
| 7                                                                                              | Administration de l'installation .....                                                             | 315 |
| 7.1                                                                                            | Généralités .....                                                                                  | 315 |
| 7.2                                                                                            | Domaines couverts par l'administration .....                                                       | 315 |
| 7.3                                                                                            | Principes de base du système d'administration .....                                                | 316 |
| 7.4                                                                                            | Procédures de travail .....                                                                        | 316 |
| 7.5                                                                                            | Étiquetage de l'emplacement du dispositif .....                                                    | 317 |
| 7.6                                                                                            | Étiquetage du câblage des composants .....                                                         | 317 |
| 7.7                                                                                            | Documentation .....                                                                                | 318 |
| 7.8                                                                                            | Exigences spécifiques pour l'administration .....                                                  | 318 |
| 8                                                                                              | Maintenance et dépannage de l'installation .....                                                   | 319 |
| 8.1                                                                                            | Généralités .....                                                                                  | 319 |
| 8.2                                                                                            | Maintenance .....                                                                                  | 319 |
| 8.2.1                                                                                          | Maintenance programmée .....                                                                       | 319 |
| 8.2.2                                                                                          | Maintenance conditionnelle .....                                                                   | 321 |
| 8.2.3                                                                                          | Maintenance corrective .....                                                                       | 322 |
| 8.3                                                                                            | Dépannage .....                                                                                    | 322 |
| 8.3.1                                                                                          | Présentation générale .....                                                                        | 322 |
| 8.3.2                                                                                          | Évaluation du problème .....                                                                       | 322 |
| 8.3.3                                                                                          | Problèmes classiques .....                                                                         | 323 |
| 8.3.4                                                                                          | Procédure de dépannage .....                                                                       | 326 |
| 8.3.5                                                                                          | Procédure de dépannage simplifiée .....                                                            | 327 |
| 8.4                                                                                            | Exigences particulières de maintenance et de dépannage .....                                       | 328 |
| Annexe A (informative) Présentation générale du câblage générique des locaux industriels ..... |                                                                                                    | 329 |
| Annexe B (informative) Méthodologie de description MICE .....                                  |                                                                                                    | 330 |
| B.1                                                                                            | Généralités .....                                                                                  | 330 |
| B.2                                                                                            | Présentation générale de MICE .....                                                                | 330 |
| B.3                                                                                            | Exemples d'utilisation du concept MICE .....                                                       | 331 |
| B.3.1                                                                                          | Description commune .....                                                                          | 331 |
| B.3.2                                                                                          | Exemples d'atténuation .....                                                                       | 332 |
| B.4                                                                                            | Détermination de la classification E .....                                                         | 333 |
| B.5                                                                                            | Tableau MICE .....                                                                                 | 336 |
| B.6                                                                                            | Considérations concernant les dispositifs de communication et le câblage .....                     | 338 |
| B.6.1                                                                                          | Généralités .....                                                                                  | 338 |
| B.6.2                                                                                          | Types de dispositifs .....                                                                         | 338 |
| B.6.3                                                                                          | Résistance au brouillage électromagnétique nécessaire pour les applications industrielles E3 ..... | 340 |

|                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Annexe C (informative) Topologies de réseau .....                                                                                                                           | 341 |
| C.1 Description commune .....                                                                                                                                               | 341 |
| C.2 Demande totale de câble .....                                                                                                                                           | 341 |
| C.3 Longueur maximale de segment de câble .....                                                                                                                             | 341 |
| C.4 Longueur maximale du réseau .....                                                                                                                                       | 341 |
| C.5 Tolérance aux anomalies .....                                                                                                                                           | 341 |
| C.5.1 Généralités .....                                                                                                                                                     | 341 |
| C.5.2 Utilisation de la redondance .....                                                                                                                                    | 341 |
| C.5.3 Analyse des défaillances des réseaux avec redondance .....                                                                                                            | 342 |
| C.6 Accès au réseau pour le diagnostic .....                                                                                                                                | 342 |
| C.7 Maintenabilité et ajouts en ligne .....                                                                                                                                 | 342 |
| Annexe D (informative) Tables des connecteurs .....                                                                                                                         | 344 |
| Annexe E (informative) Réseaux d'alimentation électrique eu égard au brouillage électromagnétique – Approches TN-C et TN-S .....                                            | 358 |
| Annexe F (informative) Dimensions des conducteurs dans les câbles électriques .....                                                                                         | 360 |
| Annexe G (informative) Listes de contrôle de vérification du câblage installé .....                                                                                         | 361 |
| G.1 Généralités .....                                                                                                                                                       | 361 |
| G.2 Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre .....                                                                                                            | 361 |
| G.3 Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques .....                                                                                                    | 364 |
| Annexe H (normative) Jeux de cordons .....                                                                                                                                  | 366 |
| H.1 Généralités .....                                                                                                                                                       | 366 |
| H.2 Construction de jeux de cordons .....                                                                                                                                   | 366 |
| H.2.1 Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D .....                                                                                                          | 366 |
| H.2.2 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs M12-4 codage D .....                                                                                                 | 367 |
| H.2.3 Jeux de cordons droits à connecteurs modulaires 8 voies .....                                                                                                         | 367 |
| H.2.4 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs modulaires 8 voies .....                                                                                             | 369 |
| H.2.5 Conversion directe d'une famille de connecteurs à une autre .....                                                                                                     | 370 |
| H.2.6 Conversion de recouvrement d'une famille de connecteurs à une autre .....                                                                                             | 370 |
| H.2.7 Attribution d'un signal PMA à des entrées/sorties MDI et MDI-X .....                                                                                                  | 371 |
| H.2.8 Signal et attribution de broches pour MDI et TIA568A .....                                                                                                            | 372 |
| H.2.9 Signal et attribution de broches pour MDIX et TIA568B .....                                                                                                           | 372 |
| H.2.10 Signal et attribution de broches pour MDIX et TIA568A .....                                                                                                          | 373 |
| H.2.11 Jeux de cordons droits à connecteurs IEC 63171-6 .....                                                                                                               | 373 |
| Annexe I (informative) Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble .....                                                                                    | 374 |
| I.1 Généralités .....                                                                                                                                                       | 374 |
| I.2 Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée blindé pour fiches modulaires 8 voies .....                                                | 374 |
| I.3 Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée non blindé pour fiches modulaires 8 voies .....                                            | 377 |
| I.4 Recommandations pour l'installation du connecteur M12-4 codage D .....                                                                                                  | 378 |
| I.5 Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble à fibres optiques .....                                                                                     | 381 |
| Annexe J (informative) Recommandations relatives aux performances des connexions de cloison et aux performances d'un canal à 4 paires comportant plus de 4 connexions ..... | 382 |
| J.1 Généralités .....                                                                                                                                                       | 382 |
| J.2 Recommandations .....                                                                                                                                                   | 382 |

|                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Annexe K (informative) Essais de transfert de données de bus de terrain .....                                                                               | 384 |
| K.1 Contexte .....                                                                                                                                          | 384 |
| K.2 Taux d'erreurs admissibles des systèmes de commande .....                                                                                               | 384 |
| K.2.1 Erreurs de bit.....                                                                                                                                   | 384 |
| K.2.2 Salves d'erreurs .....                                                                                                                                | 384 |
| K.3 Essai des performances du canal.....                                                                                                                    | 385 |
| K.4 Essai des paramètres du câble .....                                                                                                                     | 385 |
| K.4.1 Généralités .....                                                                                                                                     | 385 |
| K.4.2 Essai de <del>câble</del> câblage générique .....                                                                                                     | 386 |
| K.4.3 Essai de <del>câble</del> câblage de bus de terrain.....                                                                                              | 386 |
| K.5 Essai des performances de vitesse de transmission de données du bus de terrain .....                                                                    | 386 |
| K.5.1 Généralités .....                                                                                                                                     | 386 |
| K.5.2 Essai de bus de terrain .....                                                                                                                         | 386 |
| K.5.3 Planification de l'essai de vitesse de transmission de données du bus de terrain .....                                                                | 387 |
| K.5.4 Modèle de génération de rapport d'essai de vitesse de transmission des données du bus de terrain .....                                                | 387 |
| K.5.5 Valeurs de performances acceptables du bus de terrain .....                                                                                           | 387 |
| Annexe L (informative) Responsabilité relative aux travaux d'installation du réseau de communication.....                                                   | 388 |
| L.1 Généralités .....                                                                                                                                       | 388 |
| L.2 Responsabilité relative aux travaux d'installation .....                                                                                                | 388 |
| L.3 Tableau des responsabilités relatives aux travaux d'installation .....                                                                                  | 388 |
| Annexe M (informative) Appellations commerciales des profils de communication .....                                                                         | 389 |
| Annexe N (informative) Mesures de validation .....                                                                                                          | 392 |
| N.1 Généralités .....                                                                                                                                       | 392 |
| N.2 Mesures de la résistance en courant continu.....                                                                                                        | 392 |
| N.2.1 But de l'essai .....                                                                                                                                  | 392 |
| N.2.2 Hypothèses .....                                                                                                                                      | 392 |
| N.2.3 Mesures .....                                                                                                                                         | 392 |
| N.2.4 Calculs .....                                                                                                                                         | 394 |
| N.2.5 Résultats de mesure .....                                                                                                                             | 394 |
| Annexe O (informative) Liaison bout à bout .....                                                                                                            | 398 |
| O.1 Généralités .....                                                                                                                                       | 398 |
| O.2 Liaison bout à bout .....                                                                                                                               | 398 |
| O.3 Description normative d'une liaison E2E .....                                                                                                           | 399 |
| O.4 Mesure de liaison E2E .....                                                                                                                             | 401 |
| Annexe P (normative) Échauffement du câblage avec téléalimentation .....                                                                                    | 402 |
| P.1 Généralités .....                                                                                                                                       | 402 |
| P.2 Domaine d'application .....                                                                                                                             | 402 |
| P.3 Calcul de la réduction de température .....                                                                                                             | 402 |
| Annexe Q (normative) Exigences supplémentaires pour l'installation de réseaux symétriques à 1 paire reposant sur Ethernet dans des locaux industriels ..... | 404 |
| Q.1 Présentation générale .....                                                                                                                             | 404 |
| Q.2 Planification de l'installation .....                                                                                                                   | 404 |
| Q.2.1 Généralités .....                                                                                                                                     | 404 |
| Q.2.2 Caractéristiques de base des réseaux symétriques à 1 paire .....                                                                                      | 404 |
| Q.2.3 Câbles symétriques à 1 paire.....                                                                                                                     | 405 |

|       |                                                                                                                                      |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Q.2.4 | Matériel de connexion symétrique à 1 paire .....                                                                                     | 405 |
| Q.2.5 | Canaux de câblage symétrique à 1 paire .....                                                                                         | 407 |
| Q.2.6 | Téléalimentation .....                                                                                                               | 408 |
| Q.2.7 | Réutilisation du câblage existant .....                                                                                              | 409 |
| Q.3   | Mise en œuvre de l'installation .....                                                                                                | 409 |
| Q.3.1 | Généralités .....                                                                                                                    | 409 |
| Q.3.2 | Mise en œuvre supplémentaire de l'installation .....                                                                                 | 409 |
| Q.4   | Vérification et essai de réception de l'installation .....                                                                           | 410 |
| Q.4.1 | Généralités .....                                                                                                                    | 410 |
| Q.4.2 | Vérification et essai de réception supplémentaires de l'installation .....                                                           | 410 |
|       | Bibliographie .....                                                                                                                  | 411 |
|       | Figure 1 – Cycle de vie de l'installation de réseau industriel .....                                                                 | 214 |
|       | Figure 2 – Relations entre les normes .....                                                                                          | 216 |
|       | Figure 3 – Câblage d'îlot d'automatisation fixé à des éléments de câblage générique .....                                            | 238 |
|       | Figure 4 – Îlots d'automatisation .....                                                                                              | 239 |
|       | Figure 5 – Connexions externes du réseau d'îlots d'automatisation .....                                                              | 240 |
|       | Figure 6 – Comment satisfaire aux conditions environnementales .....                                                                 | 243 |
|       | Figure 7 – Comment les travaux d'amélioration, d'isolation et de séparation fonctionnent ensemble .....                              | 244 |
|       | Figure 8 – Topologies physiques de base des réseaux passifs .....                                                                    | 245 |
|       | Figure 9 – Topologies physiques de base des réseaux actifs .....                                                                     | 245 |
|       | Figure 10 – Exemple de combinaison de topologies de base .....                                                                       | 246 |
|       | Figure 11 – Modèle de mise en œuvre de référence de base .....                                                                       | 258 |
|       | Figure 12 – Modèle de mise en œuvre de référence améliorée .....                                                                     | 259 |
|       | Figure 13 – Section du conducteur d'égalisation et de mise à la terre par rapport à la longueur maximale .....                       | 266 |
|       | Figure 14 – Sélection des systèmes de mise à la terre et de mise au même potentiel .....                                             | 267 |
|       | Figure 15 – Placement des conducteurs d'égalisation .....                                                                            | 269 |
|       | Figure 16 – Impédance des conducteurs de mise à la terre et des conducteurs d'égalisation en fonction de la fréquence de bruit ..... | 270 |
|       | Figure 17 – Câblage de mise au même potentiel et de mise à la terre dans une configuration équipotentielle maillée .....             | 271 |
|       | Figure 18 – Câblage des terres dans une configuration de mise à la terre en étoile .....                                             | 272 |
|       | Figure 19 – Schéma de principe d'un dispositif de bus de terrain avec mise à la terre directe .....                                  | 273 |
|       | Figure 20 – Schéma de principe d'un dispositif de terrain avec mise à la terre du circuit RC parallèle .....                         | 273 |
|       | Figure 21 – Insertion de protecteur d'arête .....                                                                                    | 284 |
|       | Figure 22 – Utilisation d'un dispositif de déroulage et prévention de formation de boucle .....                                      | 284 |
|       | Figure 23 – Prévention de la torsion .....                                                                                           | 285 |
|       | Figure 24 – Maintien du rayon de courbure minimal .....                                                                              | 285 |
|       | Figure 25 – Ne pas tirer par les fils individuels .....                                                                              | 286 |
|       | Figure 26 – Utilisation de colliers de câble avec une grande (large) surface .....                                                   | 286 |
|       | Figure 27 – Presse-étoupe avec protection de courbure .....                                                                          | 287 |

|                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 28 – Tube en spirale .....                                                                                                                                                                              | 287 |
| Figure 29 – Séparation de câbles dans les chemins.....                                                                                                                                                         | 290 |
| Figure 30 – Impédance du circuit de mise à la terre en fonction de la distance par rapport au chemin métallique .....                                                                                          | 294 |
| Figure 31 – Utilisation de tresses de métallisations souples dans les chemins métalliques mobiles .....                                                                                                        | 294 |
| Figure 32 – Préparation de surface pour les connexions électromécaniques de mise à la terre et de mise au même potentiel .....                                                                                 | 296 |
| Figure 33 – Exemple de barre omnibus isolée.....                                                                                                                                                               | 297 |
| Figure 34 – Exemple d'isolateur pour le montage de rails DIN .....                                                                                                                                             | 298 |
| Figure 35 – Mise à la terre RC parallèle.....                                                                                                                                                                  | 298 |
| Figure 36 – Mise à la terre directe du blindage .....                                                                                                                                                          | 299 |
| Figure 37 – Exemples d'application de blindage.....                                                                                                                                                            | 299 |
| Figure 38 – Limitation du décalage de tension .....                                                                                                                                                            | 300 |
| Figure 39 – Premier exemple de dérivées de mise à la terre du blindage.....                                                                                                                                    | 300 |
| Figure 40 – Deuxième exemple de dérivées de mise à la terre du blindage.....                                                                                                                                   | 300 |
| Figure 41 – Processus de vérification de l'installation .....                                                                                                                                                  | 303 |
| Figure 42 – Essai des connexions de mise à la terre.....                                                                                                                                                       | 304 |
| Figure 43 – Attribution de groupes de broches et de paires pour deux connecteurs à huit positions (sous-parties IEC 60603-7) ou deux connecteurs à quatre positions (série IEC 60603 et IEC 61076-2-101) ..... | 307 |
| Figure 44 – Connecteur modulaire 8 voies à deux paires .....                                                                                                                                                   | 307 |
| Figure 45 – Paires transposées, paires séparées et paires inversées .....                                                                                                                                      | 308 |
| Figure 46 – Processus de validation .....                                                                                                                                                                      | 310 |
| Figure 47 – Représentation schématique du canal.....                                                                                                                                                           | 311 |
| Figure 48 – Représentation schématique de la liaison permanente .....                                                                                                                                          | 311 |
| Figure 49 – Représentation schématique de la liaison bout à bout .....                                                                                                                                         | 312 |
| Figure 50 – Maintenance du réseau de communication .....                                                                                                                                                       | 321 |
| Figure 51 – Procédure de dépannage .....                                                                                                                                                                       | 326 |
| Figure 52 – Détection des défauts sans outil particulier .....                                                                                                                                                 | 327 |
| Figure B.1 – Classifications MICE .....                                                                                                                                                                        | 330 |
| Figure B.2 – Exemple de classifications MICE dans une installation .....                                                                                                                                       | 331 |
| Figure B.3 – Amélioration, isolation et séparation .....                                                                                                                                                       | 331 |
| Figure B.4 – Exemple 1 d'atténuation .....                                                                                                                                                                     | 332 |
| Figure B.5 – Exemple 2 d'atténuation .....                                                                                                                                                                     | 333 |
| Figure B.6 – Plage de fréquences des perturbations électromagnétiques générées par des dispositifs industriels communs .....                                                                                   | 333 |
| Figure B.7 – Exemple de recommandations générales pour les valeurs de séparation/transitoire électrique rapide .....                                                                                           | 336 |
| Figure B.8 – Interface de dispositif de communication avec une immunité limitée au brouillage électromagnétique .....                                                                                          | 339 |
| Figure B.9 – Interfaces de dispositifs de communication avec une immunité moyenne au brouillage électromagnétique .....                                                                                        | 339 |
| Figure B.10 – Interface de dispositif de communication avec une immunité la plus élevée au brouillage électromagnétique (type 2) .....                                                                         | 340 |
| Figure E.1 – Réseau d'alimentation électrique à quatre fils (TN-C) .....                                                                                                                                       | 358 |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure E.2 – Réseau d'alimentation électrique à cinq fils (TN-S) .....                                     | 359 |
| Figure H.1 – Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D .....                                  | 366 |
| Figure H.2 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies, 8 broches .....                   | 368 |
| Figure H.3 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies, 4 broches .....                   | 368 |
| Figure H.4 – Connecteur M12-8 codage X .....                                                               | 371 |
| Tableau H.8 – Signal et attribution paire de fils/broche de connecteur pour MDI et TIA 568B .....          | 372 |
| Figure I.1 – Dénudage du câble .....                                                                       | 374 |
| Figure I.2 – Exemple de préparation de fil pour les câbles de type A .....                                 | 375 |
| Figure I.3 – Fiche modulaire 8 voies .....                                                                 | 376 |
| Figure I.4 – Insertion du câble dans le corps du connecteur .....                                          | 376 |
| Figure I.5 – Sertissage du connecteur .....                                                                | 377 |
| Figure I.6 – Exemple de préparation de câble pour un câblage de type A .....                               | 377 |
| Figure I.7 – Composants de connecteur .....                                                                | 378 |
| Figure I.8 – Préparation du câble .....                                                                    | 379 |
| Figure I.9 – Presse-étoupe, écrou et boîtier du connecteur sur le câble .....                              | 379 |
| Figure I.10 – Préparation des conducteurs .....                                                            | 379 |
| Figure I.11 – Retrait de la gaine .....                                                                    | 379 |
| Figure I.12 – Préparation du blindage .....                                                                | 379 |
| Figure I.13 – Préparation des conducteurs .....                                                            | 380 |
| Figure I.14 – Installation des conducteurs dans le connecteur .....                                        | 380 |
| Figure I.15 – Assemblage du corps du connecteur .....                                                      | 380 |
| Figure I.16 – Assemblage final .....                                                                       | 380 |
| Figure N.1 – Mesure de la résistance de boucle fil à fil .....                                             | 392 |
| Figure N.2 – Mesure de la résistance de boucle fil 1/blindage .....                                        | 393 |
| Figure N.3 – Mesure de la résistance de boucle fil 2/blindage .....                                        | 393 |
| Figure N.4 – Mesure de la résistance pour la détection des courts-circuits de fil .....                    | 393 |
| Figure N.5 – Mesure de la résistance entre le fil 1 et le fil 2 .....                                      | 393 |
| Figure N.6 – Validation de la résistance en courant continu du câble .....                                 | 395 |
| Figure N.7 – Conclusions pour les ouvertures ou courts-circuits de câble .....                             | 396 |
| Figure N.8 – Détermination de la valeur de terminaison de câble correcte .....                             | 397 |
| Figure O.1 – Canal conformément à l'ISO/IEC 11801 .....                                                    | 398 |
| Figure O.2 – Liaison bout à bout .....                                                                     | 399 |
| Figure O.3 – Un segment, liaison E2E à deux connexions .....                                               | 399 |
| Figure O.4 – Deux segments, liaison E2E à trois connexions .....                                           | 399 |
| Figure O.5 – Trois segments, connexions de cloison à trois segments, liaison E2E à quatre connexions ..... | 400 |
| Figure O.6 – Trois segments, deux connexions, liaison E2E à six connexions .....                           | 400 |
| Figure O.7 – Trois segments, liaison E2E à quatre connexions .....                                         | 400 |
| Figure O.8 – Quatre segments, liaison E2E à cinq connexions .....                                          | 400 |
| Figure O.9 – Cinq segments, liaison E2E à six connexions .....                                             | 400 |
| Figure Q.1 – Réseau symétrique à 1 paire .....                                                             | 404 |



|                                                                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure Q.2 – Connecteurs IEC 63171-6 IP65/IP67 .....                                                                                                                                      | 406 |
| Figure Q.3 – Parties relatives à l'accouplement des connecteurs IEC 63171-6 .....                                                                                                         | 406 |
| Figure Q.4 – Modèle de canal de câblage symétrique à 1 paire d'une longueur maximale de 40 m.....                                                                                         | 407 |
| Figure Q.5 – Modèle de canal de câblage symétrique à 1 paire d'une longueur maximale de 1 000 m.....                                                                                      | 407 |
| Figure Q.6 – Atténuation supplémentaire pour téléalimentation sur réseau symétrique à 1 paire .....                                                                                       | 409 |
| Figure Q.7 – Table de correspondance des fils symétriques à 1 paire.....                                                                                                                  | 410 |
| Tableau 1 – Caractéristiques de base du réseau pour le câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet.....                                                                               | 247 |
| Tableau 2 – Caractéristiques de base du réseau pour le câblage symétrique reposant sur Ethernet.....                                                                                      | 248 |
| Tableau 3 – Caractéristiques du réseau pour le câblage à fibres optiques.....                                                                                                             | 249 |
| Tableau 4 – Informations relatives au câble en cuivre: câbles fixes.....                                                                                                                  | 251 |
| Tableau 5 – Informations relatives au câble en cuivre: cordons .....                                                                                                                      | 252 |
| Tableau 6 – Informations relatives aux câbles à fibres optiques.....                                                                                                                      | 253 |
| Tableau 7 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage symétrique reposant sur Ethernet .....                                                                               | 255 |
| Tableau 8 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage en cuivre ne reposant pas sur Ethernet.....                                                                          | 255 |
| Tableau 9 – Matériel de connexion à fibres optiques.....                                                                                                                                  | 256 |
| Tableau 10 – Relations entre les connecteurs à fibres optiques et le type de fibres (CP x/y) .....                                                                                        | 256 |
| Tableau 11 – Formules de mise en œuvre de référence de base .....                                                                                                                         | 258 |
| Tableau 12 – Formules de mise en œuvre de référence améliorées.....                                                                                                                       | 260 |
| Tableau 13 – Facteur de correction Z pour une température de fonctionnement supérieure à 20 °C.....                                                                                       | 260 |
| Tableau 14 – Dimension et longueur des conducteurs d'égalisation et de mise à la terre.....                                                                                               | 268 |
| Tableau 15 – Section des tresses de métallisation.....                                                                                                                                    | 268 |
| Tableau 16 – Protection de surface des plaquettes de métallisation.....                                                                                                                   | 268 |
| Tableau 17 – Types de circuit de câble et distances minimales.....                                                                                                                        | 279 |
| Tableau 18 – Paramètres pour câbles symétriques.....                                                                                                                                      | 282 |
| Tableau 19 – Paramètres pour câbles à fibres optiques en silice .....                                                                                                                     | 283 |
| Tableau 20 – Paramètres pour câbles à fibres optiques plastiques (FOP).....                                                                                                               | 283 |
| Tableau 21 – Paramètres pour câbles à fibres optiques HCS.....                                                                                                                            | 283 |
| Tableau 22 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage symétrique.....                                                                                                         | 324 |
| Tableau 23 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage à fibres optiques.....                                                                                                  | 325 |
| Tableau B.1 – Exemple 1 de zone MICE ciblée.....                                                                                                                                          | 332 |
| Tableau B.2 – Exemple 2 de zone MICE ciblée.....                                                                                                                                          | 332 |
| Tableau B.3 – Relation entre les <del>dispositifs générateurs de perturbations électromagnétiques</del> appareils générant un brouillage électromagnétique et la classification "E" ..... | 334 |
| Tableau B.4 – Mécanisme de couplage de certains dispositifs brouilleurs.....                                                                                                              | 335 |
| Tableau B.5 – Définition MICE .....                                                                                                                                                       | 336 |



|                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau B.6 – Résistance au brouillage électromagnétique des applications industrielles .....                                   | 340 |
| Tableau D.1 – Conventions en matière de code couleur utilisé dans la table des connecteurs .....                                | 344 |
| Tableau D.2 – Attribution paire/broche et combinaison de couleurs .....                                                         | 346 |
| Tableau D.3 – Connecteur modulaire 8 voies .....                                                                                | 347 |
| Tableau D.4 – Connecteur M12-4 codage A .....                                                                                   | 348 |
| Tableau D.5 – Connecteur M12-4 codage D .....                                                                                   | 349 |
| Tableau D.6 – Connecteur M12-5 codage A .....                                                                                   | 350 |
| Tableau D.7 – Connecteur M12-5 codage A .....                                                                                   | 351 |
| Tableau D.8 – Connecteur SubD .....                                                                                             | 352 |
| Tableau D.9 – Connecteur 7/8-16 UN-2B THD / M18 .....                                                                           | 353 |
| Tableau D.10 – Connecteur de style ouvert .....                                                                                 | 354 |
| Tableau D.11 – Connecteur M12-8 codage X .....                                                                                  | 355 |
| Tableau D.12 – Connecteur BNC .....                                                                                             | 356 |
| Tableau D.13 – Connecteur TNC .....                                                                                             | 357 |
| Tableau F.1 – Système AWG (American Wire Gauge) et kcmil .....                                                                  | 360 |
| Tableau G.1 – Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre .....                                                      | 362 |
| Tableau G.2 – Liste de contrôle des mesures de mise à la terre et de mise au même potentiel .....                               | 363 |
| Tableau G.3 – Signatures pour les listes de contrôle du Tableau G.1 et du Tableau G.2 .....                                     | 363 |
| Tableau G.4 – Liste de contrôle des vérifications particulières des profils de communication ne reposant pas sur Ethernet ..... | 364 |
| Tableau G.5 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.4 .....                                                           | 364 |
| Tableau G.6 – Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques .....                                              | 365 |
| Tableau G.7 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.6 .....                                                           | 365 |
| Tableau H.1 – Attribution paire de fils/broche de connecteur M12-4 codage D .....                                               | 367 |
| Tableau H.2 – Attribution paire/broche de connecteur de recouvrement M12-4 codage D à M12-4 codage D .....                      | 367 |
| Tableau H.3 – Attribution paire de fils/broche de connecteur modulaire 8 voies .....                                            | 369 |
| Tableau H.4 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement modulaire 8 voies .....                            | 370 |
| Tableau H.5 – Attribution de broche de connectivité .....                                                                       | 370 |
| Tableau H.6 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement modulaire M12-4 à 8 voies .....                    | 371 |
| Tableau H.7 – Attribution d'un signal PMA à des entrées/sorties MDI et MDI-X .....                                              | 371 |
| Tableau H.9 – Signal et attribution paire de fils/broche de connecteur pour MDI et T568A .....                                  | 372 |
| Tableau H.10 – Signal et attribution paire de fils/broche de connecteur pour MDIX et T568B .....                                | 373 |
| Tableau H.11 – Signal et attribution paire de fils/broche de connecteur pour MDIX et T568A .....                                | 373 |
| Tableau J.1 – Exigences de transmission pour plus de 4 connexions dans un canal .....                                           | 383 |
| Tableau M.1 – Appellations commerciales des familles de profils de communication et des profils de communication .....          | 389 |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau P.1 – Paramètres utilisés pour calculer la réduction de température ..... | 403 |
| Tableau Q.1 – Caractéristiques de base des réseaux symétriques à 1 paire .....    | 405 |
| Tableau Q.2 – Code couleur et attribution de signal IEC 63171-6 .....             | 406 |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –

#### Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

**Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.**

**L'IEC 61918 édition 4.1 contient la quatrième édition (2018-09) [documents 65C/928/FDIS et 65C/933/RVD] et son amendement 1 (2022-03) [documents 65C/1141/FDIS et 65C/1162/RVD].**

**Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.**

La Norme internationale IEC 61918 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette quatrième édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) la référence à l'ISO/IEC 24702 a été remplacée par la référence à la nouvelle ISO/IEC 11801-3, ce qui a un impact sur le Tableau 2;
- b) certains termes et abréviations ont été modifiés à l'Article 3;
- c) les Paragraphes 4.1.2, 4.4.2.5, 4.4.3.4.1 et 5.7 ont été mis à jour;
- d) la Figure 2 et la Figure 3 ont été mises à jour. La Figure 13, la Figure 16, la Figure 30 et la Figure 49 ont été ajoutées;
- e) le Tableau 7 a été mis à jour;
- f) l'Annexe D et l'Annexe M ont été développées afin de couvrir des familles de profils de communication supplémentaires. L'Annexe H a été développée pour couvrir l'utilisation du connecteur M12-8 codage X;
- g) l'Annexe O a été modifiée en intégrant des références à la nouvelle édition de la série ISO/IEC 11801, à l'ISO/IEC TR 11801-9902 et à l'ISO/IEC 14763-4;
- h) l'Annexe P a été ajoutée.

La présente norme doit être utilisée conjointement avec la série IEC 61784-5 en ce qui concerne l'installation des profils de communication (CP).

Les normes de la série IEC 61784-5 qui demeurent indiquées pour une utilisation conjointe avec l'IEC 61918:2013 peuvent également être utilisées avec la présente édition, à condition que l'utilisateur tienne compte du fait que la référence à l'ISO/IEC 24702 a été remplacée par une référence à l'ISO/IEC 11801-3:2017.

NOTE Cette solution s'applique pour les profils d'installation affectés uniquement par cette référence modifiée.

La présente norme est citée en référence par l'ISO/IEC 14763-2, qui couvre l'installation du câblage générique à l'extérieur des îlots d'automatisation dans les locaux industriels.

La présente norme a été développée en coopération avec l'ISO/IEC JTC1/SC25, chargé de la série ISO/IEC 11801.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

**IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**

## INTRODUCTION

L'automatisation des processus et des usines repose de plus en plus sur des réseaux de communication et des bus de terrain naturellement conçus pour gérer les conditions d'environnement spécifiques des locaux industriels. Les réseaux et bus de terrain assurent l'intégration efficace des applications entre les unités fonctionnelles de la centrale/l'usine. L'intégration de données générées sur le terrain avec des systèmes de gestion de haut niveau présente l'avantage de réduire les coûts de production. Dans le même temps, les données intégrées permettent de maintenir, voire d'augmenter, la quantité et la qualité de la production. Il est important d'installer correctement le réseau pour assurer la disponibilité, la fiabilité et les performances des communications. Cela exige de tenir compte des conditions de sûreté et de sécurité et des aspects liés à l'environnement (les interférences mécaniques, liquides, particulières, climatiques, chimiques et électromagnétiques, par exemple).

Les spécifications de ces réseaux de communication sont fournies dans les documents suivants.

L'ISO/IEC 11801-3 spécifie la conception des infrastructures de télécommunication génériques dans les locaux industriels et constitue la base de certaines spécifications de performance de transmission indiquées dans le présent document. L'ISO/IEC 11801-3 spécifie uniquement la capacité de largeur de bande brute d'un canal. Elle ne précise pas la vitesse de transfert de données utile d'un réseau particulier utilisant ce canal, ni les erreurs prévues après avoir pris en compte l'interférence pendant le processus de communication, comme cela s'avère nécessaire pour l'automatisation industrielle.

La norme de bus de terrain IEC 61158 et l'IEC 62026-3, ainsi que leurs normes d'accompagnement IEC 61784-1 et IEC 61784-2 spécifient plusieurs profils de communication (CP – Communication Profile) pour les automatismes industriels. Ces profils de communication spécifient une capacité de largeur de bande brute et, en outre, des règles de modulation et de codage binaires pour leur bus de terrain. Certains profils spécifient également des niveaux cibles de vitesse de transfert de données utile, ainsi que des valeurs maximales d'erreur générées par les interférences pendant le processus de communication.

Le présent document offre un point de référence commun pour l'installation du support des réseaux de communication industriels les plus utilisés dans la plupart des sites industriels.

Le présent document fournit un ensemble cohérent de règles d'installation pour les îlots d'automatisation industrielle dans lesquels résident les applications de commande. En outre, elle offre un support pour la définition et l'installation des interfaces entre les réseaux d'îlots d'automatisation et le câblage générique.

L'un des problèmes qu'il cherche à résoudre est la situation créée lorsque différentes parties d'un important site d'automatisation sont fournies par des fournisseurs qui s'appuient sur des lignes directrices d'installation hétérogènes, dont les structures et le contenu sont différents. Ce manque de cohérence augmente sensiblement le potentiel d'erreurs et de dysfonctionnements susceptibles de compromettre le système de communication.

Le présent document a été développé à la suite de l'harmonisation des approches de plusieurs groupes d'utilisateurs et consortiums industriels.

Il aborde le cycle de vie d'une installation dans les articles suivants (voir la carte du document à la Figure 1):

- Article 4: Projet d'installation;
- Article 5: Mise en œuvre de l'installation;
- Article 6: Vérification et essai d'acceptation de l'installation;
- Article 7: Administration de l'installation;

- Article 8: Maintenance et dépannage de l'installation.

Les méthodes présentées dans ces articles sont rédigées de manière à fournir des recommandations pour l'installation à un large éventail de techniciens.

## IEC 61918 Étapes de l'installation

V2.0 /REL

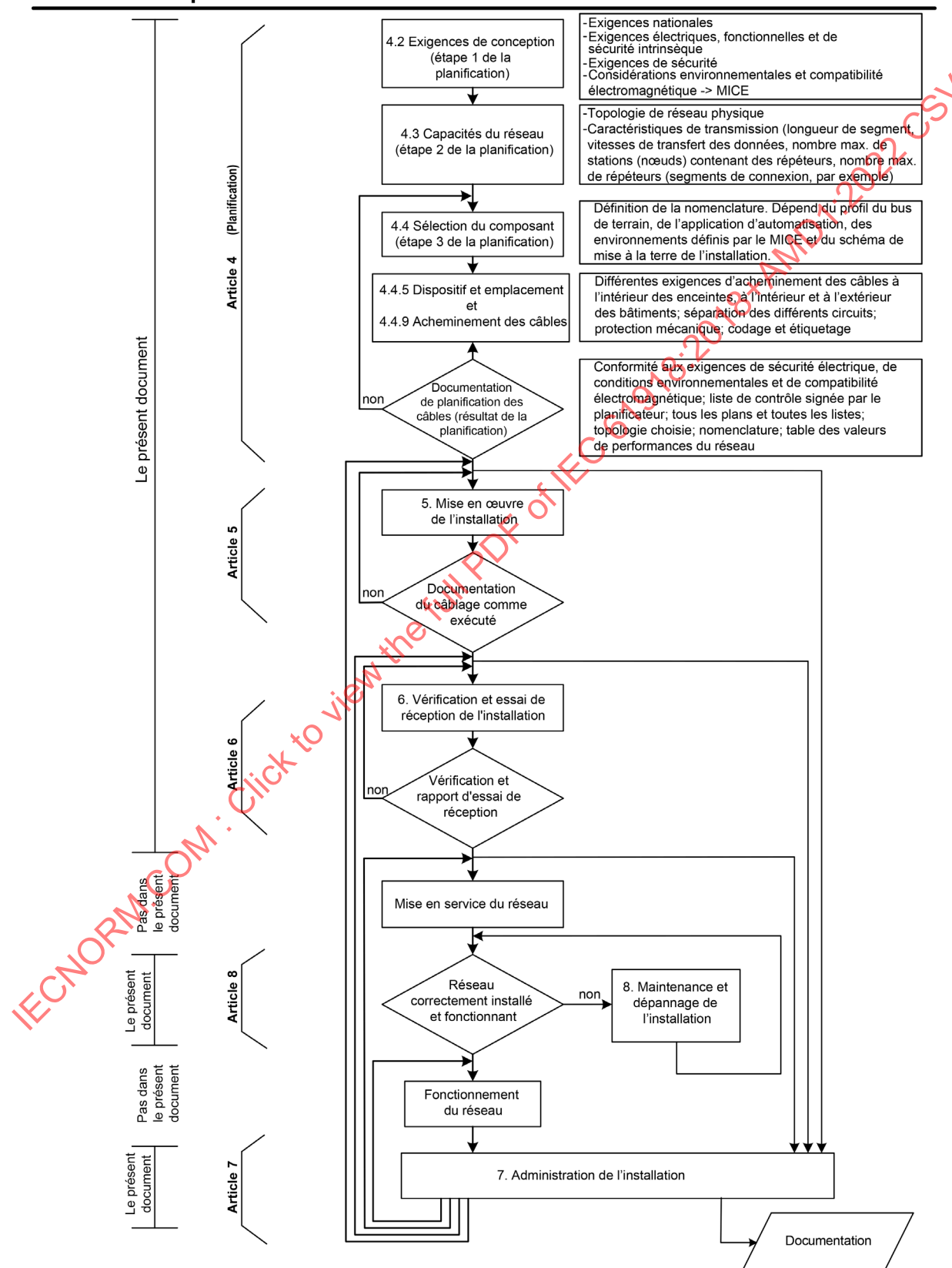


Figure 1 – Cycle de vie de l'installation de réseau industriel

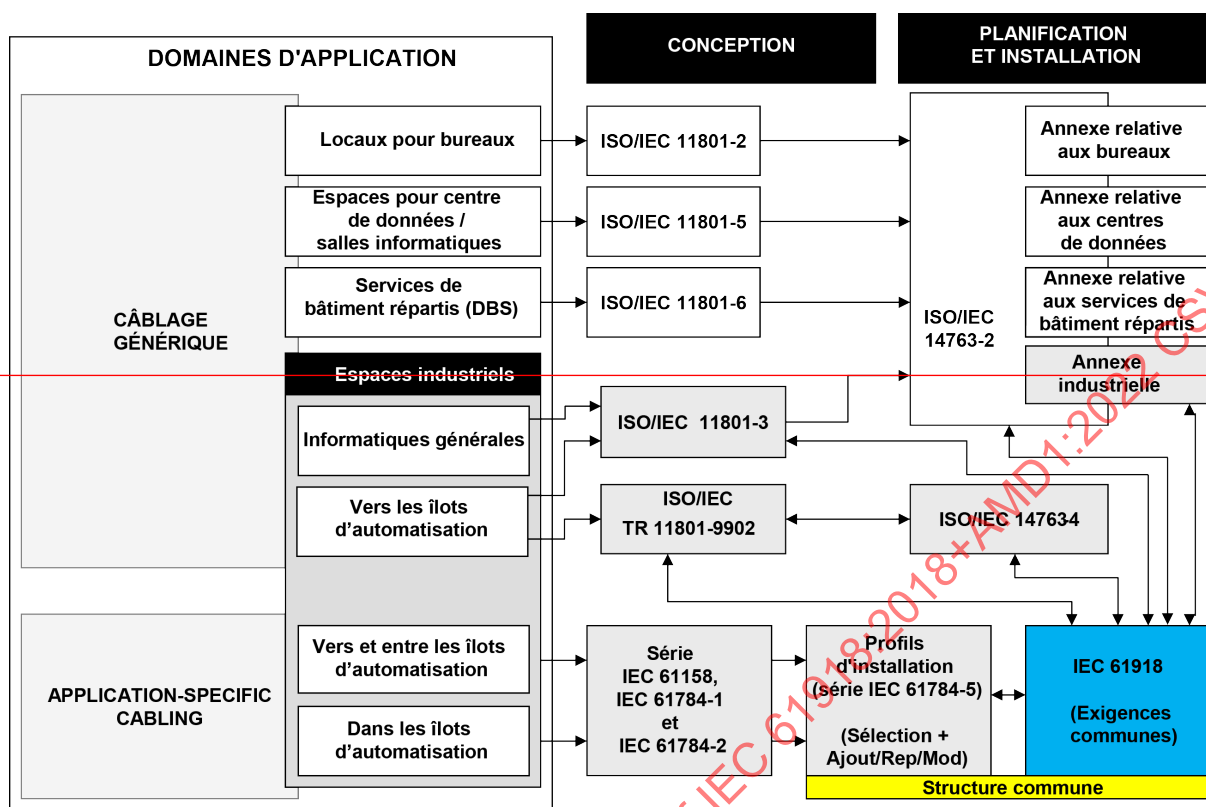
L'installation d'un système de communication est prise en charge par le présent document conjointement avec le profil d'installation correspondant. Le profil d'installation établit les exigences spécifiques à la technologie, à savoir les exigences qui s'appliquent telles qu'elles sont présentées dans le présent document ou qui ont été étendues, modifiées ou remplacées.

Pour les bus de terrain définis dans l'IEC 61784 (toutes les parties) en tant que profils de communication des familles de profils de communication (CPF – Communication Profile Family), l'installation est spécifiée dans les profils d'installation présentés dans les documents IEC 61784-5-n (n étant le numéro CPF). L'IEC 61158-1 décrit les relations entre le bus de terrain et les profils de communication, ainsi que les profils d'installation correspondants (voir la Figure 2).

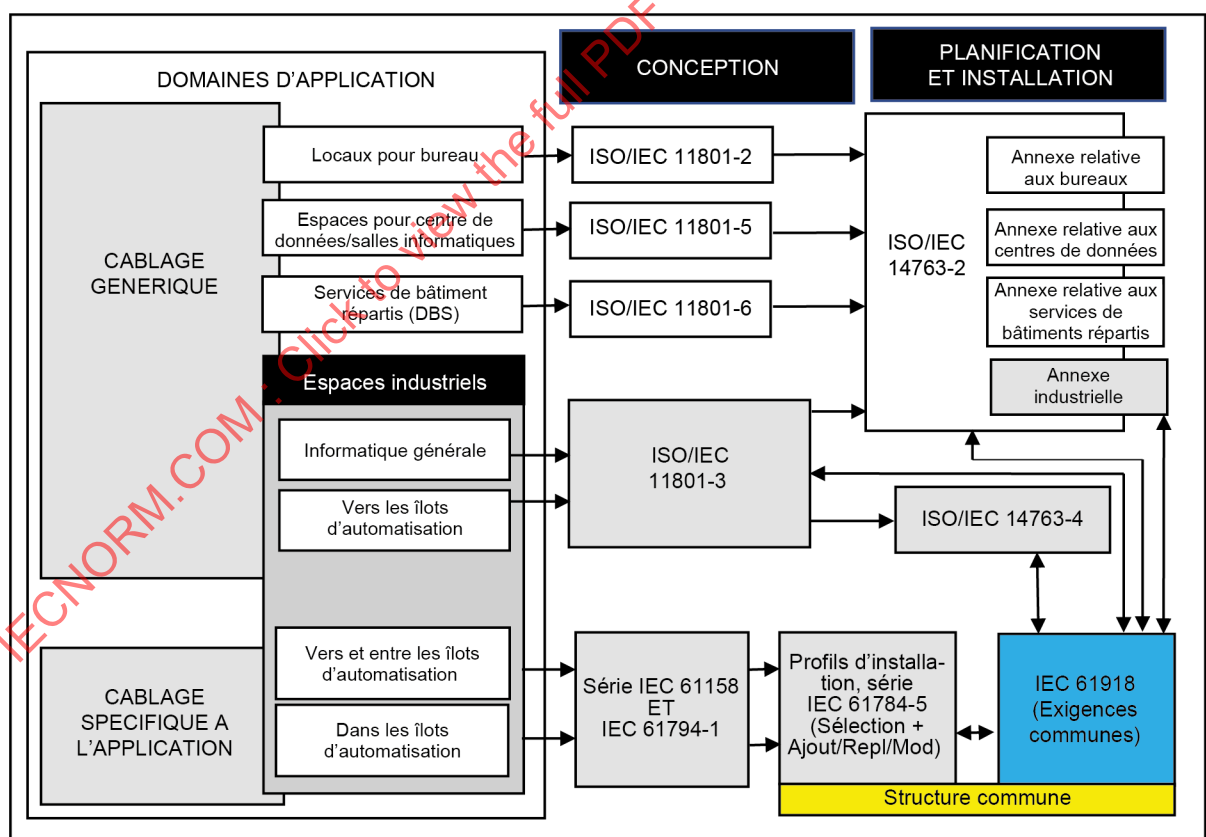
Ces documents de l'IEC 61784-5 (toutes les parties) qui sont toujours indiqués pour être utilisés conjointement avec l'IEC 61918:2013 peuvent également l'être avec l'édition 2018, à condition que l'utilisateur tienne compte du fait que la référence à l'ISO/IEC 24702 a été remplacée par une référence à l'ISO/IEC 11801-3:2017.

NOTE Cette solution s'applique pour les profils d'installation affectés uniquement par cette référence modifiée.

Pour l'installation du câblage générique dans des locaux industriels, l'IEC 61918 est citée en référence par l'ISO/IEC 14763-2 (voir la Figure 2).



IEC



IEC

Figure 2 – Relations entre les normes



Cette structure présente l'un des avantages de permettre aux utilisateurs d'un réseau de distinguer les exigences d'installation communes à la plupart des réseaux de celles qui sont spécifiques à un réseau particulier.

Les besoins liés à l'installation sont propres à chaque centrale/usine, selon les conditions critiques particulières qui s'appliquent à l'application spécifique. Le présent document et ses normes d'accompagnement décrites ci-dessus proposent un ensemble d'exigences d'installation obligatoires (exprimées par l'utilisation du verbe «devoir») et un certain nombre de recommandations (exprimées par l'utilisation de l'expression «il convient»). Il revient au propriétaire de l'entreprise industrielle particulière de demander explicitement la mise en œuvre de l'installation du câblage conformément à ces normes, et de répertorier toutes les recommandations qui doivent être considérées comme étant des exigences obligatoires dans le cas particulier.

## INTRODUCTION à l'Amendement 1

Le présent Amendement 1 décrit l'installation dans l'environnement critique des locaux industriels de réseaux symétriques à 1 paire utilisant un câblage lié à Ethernet spécifié dans 1000BASE-T1 de type A, qui permet la transmission bidirectionnelle de signaux à 1 000 Mbit/s jusqu'à 15 m, 1000BASE-T1 de type B pour 1 000 Mbit/s jusqu'à 40 m, 100BASE-T1 pour 100 Mbit/s jusqu'à 15 m, 10BASE-T1S pour 10 Mbit/s jusqu'à 15 m, 10BASE-T1L pour 10 Mbit/s jusqu'à 1 000 m.

Ces réseaux symétriques à 1 paire sont les versions industrielles des réseaux 1 000 Mbit/s et 100 Mbit/s de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021 et 10 Mbit/s de l'IEEE 802.3cg.

## RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –

### Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels

#### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences de base pour l'installation d'un support de réseaux de communication à l'intérieur et entre des îlots d'automatisation de sites industriels. Le présent document couvre le câblage symétrique et à fibres optiques. Elle couvre également l'infrastructure de câblage des supports sans fil, mais pas le support sans fil lui-même. D'autres supports sont couverts par l'IEC 61784-5 (toutes les parties).

Le présent document est un document d'accompagnement aux réseaux de communication des îlots d'automatisation industrielle et, particulièrement, les réseaux de communication spécifiés dans l'IEC 61158 (toutes les parties) et l'IEC 61784 (toutes les parties).

De plus, le présent document couvre la connexion entre le câblage de télécommunication générique spécifié dans l'ISO/IEC 11801-3 et le câblage de communication spécifique d'un îlot d'automatisation, dans laquelle une prise d'automatisation (AO – Automation Outlet) remplace la prise de télécommunication (TO – Telecommunication Outlet) de l'ISO/IEC 11801-3.

NOTE Si l'interface utilisée au niveau de la prise d'automatisation n'est pas conforme à celle spécifiée pour la prise de télécommunication de l'ISO/IEC 11801-3, le câblage n'est plus conforme à l'ISO/IEC 11801-3, même si certaines caractéristiques (notamment les performances) du câblage générique peuvent être conservées.

Le présent document donne les lignes directrices relatives aux aspects critiques de l'automatisation industrielle (la sûreté, la sécurité et les aspects liés à l'environnement tels que les interférences mécaniques, liquides, particulières, climatiques, chimiques et électromagnétiques).

Le présent document ne reconnaît pas les mises en œuvre de distribution d'alimentation avec ou par des systèmes de câblage symétrique Ethernet.

Le présent document aborde les rôles des planificateurs, des installateurs, des vérificateurs et du personnel réalisant les essais de réception, du personnel d'administration et de maintenance, et précise les responsabilités de chacun et/ou donne des recommandations.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60364-1:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

IEC 60364-4-41, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

IEC 60364-4-44, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*

IEC 60364-5-54, *Installations électriques basse-tension – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Installations de mise à la terre et conducteurs de protection*

IEC 60512-29-100, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 29-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 500 MHz sur des les connecteurs de type M12 – Essais 29a à 29g*

IEC 60603 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques*

IEC 60603-7 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7: Spécification particulière pour les fiches et les embases non écrantées à 8 voies*

IEC 60757, *Code de désignation de couleurs*

IEC 60793 (toutes les parties), *Fibres optiques*

IEC 60793-2-10, *Fibres optiques – Partie 2-10: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de catégorie A1*

IEC 60794 (toutes les parties), *Câbles à fibres optiques*

IEC 60807-2, *Connecteurs rectangulaires utilisés aux fréquences inférieures à 3 MHz – Partie 2: Spécification particulière pour une gamme de connecteurs, avec assurance de la qualité, ayant les boîtiers métalliques de forme trapézoïdale et les contacts ronds – Types de contacts à braser fixes*

IEC 60807-3, *Connecteurs rectangulaires utilisés aux fréquences inférieures à 3 MHz – Partie 3: Spécification particulière pour une gamme de connecteurs ayant les boîtiers métalliques de forme trapézoïdale et les contacts ronds – Types de contacts à sertir démontables avec fûts fermés, à insérer et à extraire par l'arrière de l'isolant*

IEC 60825-2, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques (STFO)*

IEC 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en sèves*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61010-2-201, *Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-201: Exigences particulières pour les équipements de commande*

IEC 61010-2-203:—1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-203: Particular requirements for industrial communication circuits and communication port interconnection (disponible en anglais seulement)*

IEC 61076-2-101, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-101: Connecteurs circulaires – Spécification particulière pour les connecteurs M12 à vis*

<sup>1</sup> En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC/ACDV 61010-2-203:2021.

IEC 61076-2-109, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-109: Connecteurs circulaires – Spécification particulière relative aux connecteurs avec verrouillage à vis M 12 x 1, pour les transmissions de données à des fréquences jusqu'à 500 MHz*

IEC 61076-3-106, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-106: Connecteurs rectangulaires – Spécification particulière pour boîtiers de protection utilisés avec des connecteurs blindés et non blindés 8 voies pour des environnements industriels incorporant l'interface série IEC 60603-7*

IEC 61076-3-117, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-117: Connecteurs rectangulaires – Spécification particulière pour boîtiers de protection utilisés avec des connecteurs blindés et non blindés à 8 voies dans des environnements industriels incorporant l'interface série CEI 60603-7 – Variante 14 liée à l'IEC 61076-3-106 – Type d'accouplement pousser-tirer*

IEC 61156 (toutes les parties), *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quarts pour transmissions numériques*

IEC 61156-1, *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quarts pour transmissions numériques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 61156-11, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 11: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 600 MHz – Horizontal floor wiring – Sectional specification (disponible en anglais seulement)*

IEC 61156-12, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 12: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 600 MHz – Work area wiring – Sectional specification (disponible en anglais seulement)*

IEC 61158 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain*

IEC 61158-2:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique*

IEC 61169-8, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 8: Spécification intermédiaire – Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques, ayant un diamètre intérieur du conducteur extérieur de 6,5 mm (0,256 in), à verrouillage à baïonnette – Impédance caractéristique 50 ohms (Type BNC)*

IEC 61753 (toutes les parties), *Norme de qualité de fonctionnement des dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques*

IEC 61753-1, *Norme de qualité de fonctionnement des dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Partie 1: Généralités et lignes directrices pour l'établissement des normes de qualité de fonctionnement*

IEC 61753-1-3, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Norme de performance – Partie 1-3: Généralités et lignes directrices relatives aux connecteurs à fibres optiques unimodales et aux cordons en environnement industriel, Catégorie I*

IEC 61754-2, *Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 2: Famille de connecteurs de type BFOC/2,5*

IEC 61754-4, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 4: Famille de connecteurs du type SC*

IEC 61754-20, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 20: Type LC connector family* (disponible en anglais seulement)

IEC 61754-22, *Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 22: Famille de connecteurs de type F-SMA*

IEC 61754-24, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 24: Famille de connecteurs de type SC-RJ*

IEC 61784 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Profils*

IEC 61784-1: –, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 1: Profils de bus de terrain*<sup>2</sup>

IEC 61784-2 –, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 2: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel basés sur l'ISO/IEC 8802-3*<sup>3</sup>

IEC 61784-3 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 3: Bus de terrain de sécurité fonctionnelle – Règles générales et définitions de profils*

IEC 61784-5 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 5: Installation des bus de terrain*

IEC 61935-1:2015/2019, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 1: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801-1 and related standards* (disponible en anglais seulement)

IEC 61935-1-1:2019, *Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information – Partie 1-1: Exigences supplémentaires pour le mesurage de l'affaiblissement de conversion transversale et de l'affaiblissement de transfert de conversion transversale de niveau égal*

IEC 61935-2, *Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information – Partie 2: cordons tels que spécifiés dans l'ISO/IEC 11801 et normes associées*

IEC 62439 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation*

IEC 62443 (toutes les parties), *Sécurité des automatismes industriels et des systèmes de commande*<sup>4</sup>

IEC 62708, *Types de documents pour les projets relatifs aux systèmes électriques et aux instruments de fonctionnement dans l'industrie de transformation*

IEC 63171-6, *Connecteurs pour équipements électriques et électroniques – Partie 6: Spécification particulière pour les fiches et les embases écrantées à 2 voies et 4 voies (données/puissance) pour la transmission de données et de puissance à des fréquences jusqu'à 600 MHz*

<sup>2</sup> En préparation. Stade au moment de la publication: IEC/FDIS 61784-1:2018

<sup>3</sup> En préparation. Stade au moment de la publication: IEC/FDIS 61784-2:2018.

<sup>4</sup> Consulter le site <http://webstore.iec.ch> pour prendre connaissance des parties publiées. D'autres parties sont à l'étude.

~~ISO/IEC 8802-3, Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Standard for Ethernet (disponible en anglais seulement)~~

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, *Télécommunications et échange entre systèmes informatiques - Exigences pour les réseaux locaux et métropolitains – Partie 3: Norme pour Ethernet*

ISO/IEC 11801 (toutes les parties), *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs*

ISO/IEC 11801-1 :2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1 : General requirements* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 11801-3 :2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 3 : Industrial premises* (disponible en anglais seulement)  
ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021

ISO/IEC TR 11801-9902:2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 9902: Specifications for End-to-end link configurations* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 14763-2:2012, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation* (disponible en anglais seulement)  
ISO/IEC 14763-2:2012/AMD1:2015<sup>5</sup>

ISO/IEC 14763-3:2014, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 3: Testing of optical fibre cabling* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 14763-4:2018, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 4: Measurement of end-to-end (E2E)-Links* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC TS 29125:2017, *Information Technology – Telecommunications cabling requirements for remote powering of terminal equipment* (disponible en anglais seulement)

EN 50174-2, *Technologies de l'information – Installation de câblages – Partie 2: Planification et pratiques d'installation à l'intérieur des bâtiments*

EN 50310, *Application de liaison équipotentielle et de la mise à la terre dans les locaux avec équipement de technologie de l'information*

IEEE Std 802.3-2015, *IEEE Standard for Ethernet*, available at <http://www.ieee.org> (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.3cg, *IEEE Standard for Ethernet – Amendment 5, Physical Layer Specifications and Management Parameters for 10 Mb/s Operation and Associated Power Delivery over a Single Balanced Pair of Conductors* (disponible en anglais seulement)

ANSI/(NFPA) T3.5.29 R1-2007, *Fluid power systems and components – Electrically-controlled industrial valves – Interface dimensions for electrical connectors* (disponible en anglais seulement)

<sup>5</sup> Il existe une version consolidée de cette publication comprenant l'ISO/IEC 14763-2:2012 et l'ISO/IEC 14763-2:2012/AMD 1:2015.



### 3 Termes, définitions et abréviations

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l' IEC 61158 (toutes les parties), de l'IEC 61784 (toutes les parties), de l'~~ISO/IEC 8802-3~~ ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, de l'ISO/IEC 11801-1 et de l'ISO/IEC 11801-3, dont certains ont été repris ici pour des raisons pratiques pour l'utilisateur, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

##### 3.1.1

##### **essai de réception**

essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le câblage installé satisfait à certaines conditions de sa spécification

Note 1 à l'article: Le propriétaire du réseau ou un tiers effectue généralement cette action.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modifiée – "Entité" a été remplacé par "câblage" installé" et la Note 1 à l'article a été ajoutée]

##### 3.1.2

##### **élément de réseau actif**

élément de réseau contenant des composants actifs du point de vue électrique et/ou optique et permettant d'étendre le réseau

Note 1 à l'article: Les répéteurs et les commutateurs sont des exemples d'éléments de réseau actif.

##### 3.1.3

##### **réseau actif**

réseau dans lequel la transmission entre les dispositifs qui ne sont pas immédiatement connectés dépend des éléments actifs des dispositifs intercalés formant le chemin de connexion

Note 1 à l'article: La défaillance d'un élément de réseau actif peut interrompre les communications de réseau.

##### 3.1.4

##### **administration**

méthodologie définissant les exigences de documentation d'un système de câblage et son confinement, le libellé des éléments fonctionnels et le processus d'enregistrement des déplacements, des ajouts et des modifications

##### 3.1.5

##### **équipement**

une ou plusieurs parties d'équipement aux fonctions globales spécifiques et définies dans les locaux industriels servis par une ou plusieurs interfaces réseau

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique uniquement aux équipements informatiques. Elle ne s'applique pas aux dispositifs qui mettent en œuvre des fonctions d'automatisation.

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.6

#### **îlot d'automatisation**

##### **AI**

locaux dans lesquels une combinaison de tous les systèmes de contrôle, de surveillance et de traitement d'une usine sont installés

Note 1 à l'article: Une usine peut contenir un ou plusieurs îlots d'automatisation. Exemples d'usine contenant plusieurs îlots d'automatisation: une usine divisée en différentes zones (géographiques) physiques distinctes ou qui est composée de plusieurs processus différents ou qui comporte un grand processus divisé en sous-processus distincts.

### 3.1.7

#### **câblage de fixation d'îlot d'automatisation**

##### **câblage de fixation de l'AI**

câblage utilisé pour connecter la prise d'automatisation (AO) à l'interface réseau (NI) pour l'îlot d'automatisation

### 3.1.8

#### **réseau d'îlots d'automatisation**

réseau utilisé pour la communication des systèmes d'un îlot d'automatisation

### 3.1.9

#### **prise d'automatisation**

##### **AO**

matériel de connexion fixe qui assure l'interface avec le(s) réseau(x) d'un îlot d'automatisation

Note 1 à l'article: Pour le câblage générique conforme à l'ISO/IEC 11801-3, la prise d'automatisation remplace la prise de télécommunication et représente le point de démarcation entre le câblage générique de communication et le câblage de communication d'automatisation.

Note 2 à l'article: Si l'interface utilisée au niveau de la prise d'automatisation n'est pas conforme à celle spécifiée pour la prise de télécommunication de l'ISO/IEC 11801-3, le câblage générique n'est plus conforme à l'ISO/IEC 11801-3.

### 3.1.10

#### **câble symétrique**

câble constitué d'un ou plusieurs éléments de câble métalliques symétriques (paires torsadées ou quarts)

Note 1 à l'article: Il existe un large éventail de constructions de câbles blindés et de câbles non blindés, et un certain nombre de systèmes d'identification de ces constructions sous forme raccourcie. Voir l'Annexe D de l'ISO/IEC 11801-1:2017 pour connaître les acronymes à utiliser.

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.11

#### **mise au même potentiel**

action de relier ensemble des parties conductrices accessibles et les parties conductrices externes d'appareils, systèmes ou installations qui sont au même potentiel

Note 1 à l'article: Pour des raisons de sécurité, une liaison équipotentielle implique généralement (mais pas nécessairement) une connexion à l'installation de mise à la terre la plus proche.

[SOURCE: IEC TR 61000-5-2:1997, 3.1]

### 3.1.12

#### **pont**

dispositif fonctionnant au niveau de la couche de liaison de données du modèle OSI et utilisé pour connecter deux réseaux



**3.1.13**  
**cloison**

paroi ou barrière maintenant l'admission et la classification environnementale climatique applicable des deux côtés

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

**3.1.14**  
**connecteur de cloison**

ensemble de connecteurs monté sur une cloison, qui offre un passage de signal électrique ou optique tout en préservant l'intégrité environnementale

**3.1.15**  
**connexion de cloison**

une (ou deux) connexion(s) optique(s) ou électrique(s) à l'intérieur d'un ensemble de connecteur de cloison

**3.1.16**  
**presse-étoupe de cloison**

matériel installé au niveau d'une cloison d'enveloppe permettant le passage des câbles d'alimentation ou d'interconnexion tout en préservant l'intégrité environnementale

Note 1 à l'article: Ce matériel ne dispose d'aucune connexion électrique.

**3.1.17**  
**bus**

réseau passif doté d'une grande jonction et d'un certain nombre de lignes secondaires utilisés pour connecter un dispositif à la ligne

Note 1 à l'article: Dans un bus, tous les dispositifs de communication partagent un support commun pour transférer les données.

**3.1.18**  
**barre omnibus**

conducteur de faible impédance auquel peuvent être reliés plusieurs circuits électriques en des points séparés

Note 1 à l'article: Dans de nombreux cas, une barre omnibus est constituée d'une barre.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-30]

**3.1.19**  
**câble**

assemblage d'un ou plusieurs conducteurs ou fibres optiques, muni d'une enveloppe protectrice et éventuellement de matériaux de remplissage, d'isolation et de protection

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-38]

**3.1.20**  
**presse-étoupe**

matériel conçu pour permettre l'entrée d'un câble dans une enveloppe et qui assure l'étanchéité et la retenue

[SOURCE: IEC 60670-1:2015, 3.10, modifiée – La définition a été adaptée pour tous les types de câbles]

### **3.1.21 câblage**

système de câbles de communication, de cordons et de matériels de connexion pouvant assurer la connexion de l'équipement d'automatisation

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### **3.1.22 canal**

chemin de transmission de bout en bout connectant les deux éléments d'un équipement spécifique à l'application

Note 1 à l'article: Les cordons de l'équipement sont inclus dans le canal, mais pas le matériel de connexion de l'équipement spécifique à l'application.

Note 2 à l'article: Les canaux spécifiés dans le présent document peuvent uniquement comporter des composants passifs.

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### **3.1.23 maintenance conditionnée (conditionnelle)**

activité préventive reposant sur la documentation de dégradation de performances d'un élément (à la suite d'un autodiagnostic ou à une mesure de l'usure, par exemple)

Note 1 à l'article: Elle repose sur une visibilité correcte de la dégradation de performances ou des défaillances intermittentes.

### **3.1.24 connexion (des connecteurs)**

contact électrique intentionnel entre deux conducteurs

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-07, modifiée – Le texte faisant référence aux conducteurs a été choisi]

### **3.1.25 connexion (des fibres optiques)**

alignement intentionnel de fibres optiques afin de permettre à la lumière de passer

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-07, modifiée – Le texte a été adapté pour couvrir les fibres optiques.]

### **3.1.26 connecteur**

<conducteurs> composant destiné à établir et à rompre une connexion

Note 1 à l'article: Le connecteur est une paire accouplée.

Note 2 à l'article: Un connecteur est muni d'un ou de plusieurs éléments de contact.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-19, modifiée – La définition a été adaptée et la Note 1 à l'article a été ajoutée]

### **3.1.27 connecteur**

<fibres optiques> composant généralement associé au câble ou à l'élément optique d'un équipement afin d'établir/de rompre la connexion des fibres ou câbles optiques

Note 1 à l'article: Le connecteur est une paire accouplée.

Note 2 à l'article: En général, le connecteur est composé de deux fiches accouplées dans un adaptateur.

### 3.1.28

#### **cordon**

câble, unité de câble ou élément de câble équipé d'au moins une terminaison

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.29

#### **maintenance corrective**

maintenance effectuée après une détection de panne et destinée à mettre une entité dans un état lui permettant d'accomplir une fonction exigée

[SOURCE: IEC 60050-191:1990<sup>6</sup>, 191-07-08]

### 3.1.30

#### **guirlande**

bus dans lequel chaque interface de réseau passif connecte deux sections de jonction et assure un couplage en courant continu entre ces deux sections

Note 1 à l'article: L'une des sections peut être une terminaison de bus.

Note 2 à l'article: Concernant l'utilisation du terme "guirlande" pour le réseau actif, voir la définition donnée pour la topologie linéaire.

### 3.1.31

#### **dispositif**

entité physique connectée au bus de terrain, constituée d'un élément de communication et éventuellement d'autres éléments fonctionnels

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.13, modifiée – Certains détails ont été supprimés.]

### 3.1.32

#### **répartiteur**

élément fonctionnel activant la terminaison et la connexion des sous-systèmes de câblage avec d'autres sous-systèmes de câblage ou matériel de transmission

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.33

**terre** (nom), ("earth" au Royaume-Uni)

**masse** (nom), ("ground" aux États-Unis)

masse conductrice de la Terre dont le potentiel électrique en chaque point est considéré, par convention, égal à zéro

[SOURCE: IEC 61131-2:2017, 3.1.10]

### 3.1.34

**mettre à la terre** ("earth" au Royaume-Uni)

**mettre à la masse** ("ground" aux États-Unis)

réaliser une liaison électrique entre un point donné d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel et une terre locale

Note 1 à l'article: La liaison à la terre peut être intentionnelle, ou non intentionnelle ou accidentelle.

Note 2 à l'article: La liaison peut être permanente ou temporaire.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-08]

---

<sup>6</sup> Retirée.

### 3.1.35

#### **enveloppe**

enceinte assurant le type et le degré de protection approprié pour l'application prévue

[SOURCE: IEC 61131-2:2017, 3.1.13]

### 3.1.36

#### **liaison bout à bout**

#### **liaison E2E**

chemin de transmission bout à bout formé d'un câblage structuré reposant sur des composants passifs, y compris la partie de la connexion d'extrémité associée à la liaison et celle associée au matériel d'extrémité

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.37

#### **liaison équipotentielle**

mise en œuvre de liaisons électriques entre parties conductrices pour réaliser l'équipotentialité

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-10]

### 3.1.38

#### **réseau équipotentiel**

interconnexion de parties conductrices, permettant d'assurer une liaison équipotentielle entre ces parties

Note 1 à l'article: Si un réseau équipotentiel est mis à la terre, il fait partie d'une installation de mise à la terre.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-22]

### 3.1.39

#### **défaillance**

cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction exigée

Note 1 à l'article: Après défaillance d'une entité, cette entité est en état de panne.

Note 2 à l'article: Une défaillance est un passage d'un état à un autre, par opposition à une panne, qui est un état.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-04-01]

### 3.1.40

#### **panne**

état d'une entité inapte à accomplir une fonction exigée, non comprise l'inaptitude due à la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées ou due à un manque de moyens extérieurs

Note 1 à l'article: L'IEC 61508-4 définit une panne comme étant une condition anormale pouvant provoquer la réduction, ou la perte, de capacité d'une unité fonctionnelle à accomplir une fonction exigée.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-05-01, modifiée – La Note 1 à l'article a été changée et la Note 2 à l'article a été supprimée]

### 3.1.41

**mise à la terre pour des raisons fonctionnelles** (functional earth au Royaume-Uni)

**mise à la terre pour des raisons fonctionnelles** (functional ground aux États-Unis)

mise à la terre d'un ou de plusieurs points d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel, pour des raisons autres que la sécurité électrique

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-13]

#### **3.1.42**

##### **câble high-flex**

câble pouvant supporter un grand nombre de flexions répétées (généralement des millions de cycles) tout en conservant les performances spécifiées

#### **3.1.43**

##### **partie métallique inactive**

tout métal non conducteur qu'une personne peut toucher

#### **3.1.44**

##### **examen**

mesures pour l'observation et l'évaluation de la condition réelle

#### **3.1.45**

##### **câble intermédiaire**

câble reliant le distributeur intermédiaire et la prise de télécommunication

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

#### **3.1.46**

##### **distributeur intermédiaire**

distributeur permettant de relier le câble intermédiaire, d'autres sous-systèmes de câblage et le matériel actif

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

#### **3.1.47**

##### **distributeur industriel intermédiaire**

distributeur intermédiaire permettant de relier des îlots d'automatisation et/ou des appareils industriels

#### **3.1.48**

##### **prise**

##### **jack**

partie du connecteur qui s'accouple avec une fiche

Note 1 à l'article: Le présent document utilise le terme "prise" pour faire référence à un connecteur fixe.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-26-24, modifiée – Le texte a été adapté pour les applications d'automatisation et la Note 1 à l'article a été ajoutée]

#### **3.1.49**

##### **adaptateur prise-prise**

##### **adaptateur J-J**

prises dos à dos dont les deux côtés sont composés de deux types de prises différents, et qui ne sont pas installées sur une enveloppe/une barrière environnementale

#### **3.1.50**

##### **coupleur prise-prise**

##### **coupleur J-J**

prises dos à dos dont les deux côtés sont composés du même type de prise, et qui ne sont pas installées sur une enveloppe/une barrière environnementale

### 3.1.51

#### **topologie linéaire**

topologie dans laquelle les nœuds sont connectés en série, deux nœuds étant connectés à un seul autre nœud et tous les autres étant connectés à deux autres nœuds (en d'autres termes, la connexion forme une ligne)

Note 1 à l'article: Cette topologie correspond à celle d'un anneau ouvert.

### 3.1.52

#### **maintenance**

combinaison de toutes les actions techniques et leurs actions administratives correspondantes, y compris les opérations de surveillance, destinées à maintenir ou à remettre une entité dans un état lui permettant d'accomplir une fonction exigée

Note 1 à l'article: Voir "maintenance préventive" et "maintenance corrective" pour une définition plus détaillée de la maintenance.

Note 2 à l'article: La fonction exigée peut être définie comme étant une condition indiquée.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-01, modifiée – "et leurs actions administratives correspondantes" les deux notes à l'article ont été ajoutées]

### 3.1.53

#### **intervention de maintenance**

mesures de maintien de la condition spécifiée

### 3.1.54

#### **temps moyen entre défaillances**

#### **MTBF**

espérance mathématique du temps entre défaillances

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-12-08]

### 3.1.55

#### **moyenne de temps pour la tâche de réparation**

#### **MTTR**

espérance mathématique de la durée du temps de panne

Note 1 à l'article: Dans l'IEC 60050-191:1990, 191-13-08, l'utilisation du terme "durée moyenne de panne" (MTTR) est déconseillée.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-13-08]

### 3.1.56

#### **réseau**

tous les supports, connecteurs, répéteurs, routeurs, passerelles et éléments de communication du nœud associés permettant d'interconnecter un ensemble donné d'appareils de communication

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.30]

### 3.1.57

#### **nœud**

point limite d'une branche d'un réseau

### 3.1.58

#### **réseau passif**

réseau dans lequel la transmission de données ne dépend pas des éléments actifs qui lui sont associés

Note 1 à l'article: La défaillance d'un dispositif n'a aucun impact sur la propagation des informations.

### **3.1.59**

#### **chemin**

parcours d'un câble permettant de connecter des câbles entre des points de raccordement

Note 1 à l'article: Le parcours d'un câble (conduit, gaines, coffre ou tube, par exemple) est défini par une structure physique.

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### **3.1.60**

#### **liaison permanente**

voie de transmission entre les distributeurs ou entre une prise de télécommunication/d'automatisation et le distributeur intermédiaire

Note 1 à l'article: Elle exclut les câbles de fixation du matériel, les câbles du matériel, les câbles de raccordement et les jarretières, mais inclut la connexion à chaque extrémité.

Note 2 à l'article: Il s'agit d'une modification apportée à la définition de l'ISO/IEC 11801 afin de pouvoir l'utiliser pour les profils de communication conformément à l'IEC 61784-5 (toutes les parties).

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### **3.1.61**

#### **fiche**

connecteur utilisé pour assurer les connexions avec une prise

Note 1 à l'article: Le présent document utilise le terme "prise" pour faire référence à un connecteur libre.

### **3.1.62**

#### **maintenance préventive**

maintenance effectuée à intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'une entité

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-07]

### **3.1.63**

#### **conducteur de terre de protection**

conducteur de protection prévu pour réaliser la mise à la terre de protection

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-11]

### **3.1.64**

#### **quarte**

élément de câble composé de quatre conducteurs isolés les uns des autres et torsadés

Note 1 à l'article: Deux conducteurs diamétralement opposés forment une paire de transmission également appelée "circuit combinant".

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### **3.1.65**

#### **mise à la terre RC**

mise à la terre par l'intermédiaire d'un circuit RC parallèle

### **3.1.66**

#### **récupération (d'une entité haute résilience)**

entité retrouvant son niveau spécifié de performances de communication et de résilience de panne après correction d'une panne

Note 1 à l'article: Les réseaux haute disponibilité permettent de poursuivre une communication acceptable après une panne, voire plusieurs pannes.

### 3.1.67

#### **réparer**

prendre des mesures pour le rétablissement de la condition spécifiée

### 3.1.68

#### **répéteur**

appareil de couche physique actif à deux accès qui reçoit et réémet tous les signaux pour accroître la distance et le nombre d'appareils auxquels les signaux peuvent être correctement transférés pour un support donné

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.38]

### 3.1.69

#### **résistance de mise à la terre**

partie réelle de l'impédance de mise à la terre

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-18]

### 3.1.70

#### **restauration**

état dans lequel un réseau de communication retrouve son niveau de résilience et de redondance

### 3.1.71

#### **anneau**

réseau actif dans lequel chaque nœud est connecté en série à deux autres nœuds

### 3.1.72

#### **entretien systématique**

activité préventive (selon le temps ou le nombre d'actions) réalisée selon un échéancier préalablement défini ou des unités d'utilisation (nombre de démarrages, par exemple)

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-10, modifiée – La définition a été adaptée et une référence aux unités d'utilisation a été ajoutée]

### 3.1.73

#### **segment**

section de câbles verticaux d'un réseau terminé aux deux extrémités par son impédance caractéristique

Note 1 à l'article: Les segments sont liés par des répéteurs au sein d'une liaison logique et par des ponts afin de former un réseau.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.39 modifiée – La définition et la note à l'article ont été adaptées]

### 3.1.74

#### **blindage (d'un câble), États-Unis**

#### **écran (d'un câble), Royaume-Uni**

couche métallique enveloppante visant à confiner le champ électromagnétique dans le câble et à protéger le câble des influences électriques externes

Note 1 à l'article: Les gaines et armatures métalliques ainsi que les conducteurs concentriques mis à la terre peuvent également servir de blindage.

Note 2 à l'article: Pour le câblage générique des locaux industriels, l'ISO/IEC 11801-3 utilise le terme "écran" au lieu de "blindage".



Note 3 à l'article: Voir également la Note 1 à l'article de la définition du terme "câble symétrique".

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.41 modifiée – La définition a été adaptée et le terme "écran" a été ajouté. Les Notes 2 et 3 à l'article ont été ajoutées]

### 3.1.75

#### **épissure (optique ou de conducteur électrique)**

raccord permanent ou semi-permanent destiné à assurer la continuité de la transmission entre deux fibres optiques ou de faire la jonction entre deux conducteurs électriques

Note 1 à l'article: Jonction sans connecteurs.

### 3.1.76

#### **ligne secondaire**

dérivation (c'est-à-dire une connexion à une ligne plus importante en un point donné sur son itinéraire) qui constitue un circuit terminal

Note 1 à l'article: Le terme "câble de dérivation" est utilisé dans l'IEC 61158.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.42]

### 3.1.77

#### **étoile**

réseau composé d'au moins trois dispositifs, chacun étant connecté à un point central (qui peut être actif ou passif)

### 3.1.78

#### **prise**

point de liaison d'un nœud ou d'une ligne secondaire au câble de ligne principale

Note 1 à l'article: Une prise permet de retirer un nœud sans interrompre la liaison.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.3.34]

### 3.1.79

#### **prise de télécommunication**

#### **TO**

dispositif de connexion fixe qui assure l'interface avec l'équipement terminal

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.80

#### **terminaison**

#### **terminateur**

entité utilisée pour terminer une ligne de transmission dans son impédance caractéristique afin d'éviter les reflets

Note 1 à l'article: Dans certains cas, la terminaison peut être intégrée dans une station d'extrémité ou un connecteur.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.43, modifiée – La définition et la Note 1 à l'article ont été modifiées]

### 3.1.81

#### **topologie (de réseau)**

configuration des positions relatives et des interconnexions des éléments individuels (du réseau)

Note 1 à l'article: Le terme "topologie" est parfois surchargé pour inclure des considérations liées au délai, à l'affaiblissement et aux classes de support physique des chemins interconnectant les nœuds de réseau.

[SOURCE: IEC 60050-131:2002, 131-13-02, modifiée – Le texte a été adapté pour les réseaux de communication et une Note 1 à l'article a été ajoutée]

### **3.1.82**

#### **dépannage**

localisation du/des défaut(s)

### **3.1.83**

#### **ligne principale**

principal bus de communication agissant comme source d'alimentation principale pour un certain nombre d'autres lignes (secondaires)

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.46]

### **3.1.84**

#### **validation**

partie de l'essai de réception résolue par des mesures

### **3.1.85**

#### **vérification**

action d'évaluer la conformité d'une installation à sa spécification

Note 1 à l'article: En général, l'installateur réalise cette action.

Note 2 à l'article: En principe, il s'agit de vérifier que les bons composants ont été sélectionnés, la vérification de la configuration physique, de la mise à la terre de communication, de l'isolation et de la continuité des composants de réseau.

### **3.1.86**

#### **schéma de câblage**

mapping de connexions de sortie broche à broche d'un câble

### **3.1.87**

#### **câble symétrique à 1 paire**

câble constitué d'une seule paire de conducteurs, d'un écran éventuel et d'une gaine extérieure, principalement destiné à être utilisé dans des applications de transmission de signaux en mode différentiel et de transmission de puissance

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.2]

### **3.1.88**

#### **câblage symétrique à 1 paire**

câblage composé de câbles symétriques à 1 paire et de connecteurs symétriques à 1 paire

### **3.1.89**

#### **canal de câblage symétrique à 1 paire**

trajet de transmission entre équipements constitué de câbles symétriques à 1 paire, de connecteurs symétriques à 1 paire et de câbles symétriques à 1 paire assemblés pour faciliter la transmission de signaux et de puissance

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, 3.1.14]

### **3.1.90**

#### **connecteur symétrique à 1 paire**

connecteur destiné à être utilisé avec un câble symétrique à 1 paire dans des applications de transmission de signaux en mode différentiel et de transmission de puissance

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.3]

### 3.1.91

#### **cordon symétrique à 1 paire**

câble assemblé constitué d'un câble à 1 paire et de connecteurs à 1 paire

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.4]

### 3.1.92

#### **distributeur de périphérie**

distributeur supplémentaire optionnel permettant d'accueillir des équipements actifs pour assurer la transition d'un câblage symétrique à 4 paires à un câblage symétrique à 1 paire

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, 3.1.15]

## 3.2 Abréviations

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes s'appliquent

|        |                                                                                                                |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CA     | Courant alternatif                                                                                             |
| A.I.   | Action item (Élément d'action)                                                                                 |
| AI     | Automation island (Îlot d'automatisation)                                                                      |
| AO     | Automation outlet (Prise d'automatisation)                                                                     |
| AWG    | American wire gauge (norme américaine des dimensions de fils)                                                  |
| BD     | Building distributor (distributeur de bâtiment) (ISO/IEC 11801-1)                                              |
| BER    | Bit error rate (Taux d'erreurs sur les éléments binaires)                                                      |
| BFOC   | Bayonet fibre optic connector (Connecteur à fibres optiques à baïonnette)                                      |
| BNC    | Bayonet Neill Concelman (Connecteur pour câble coaxial doté d'un corps en baïonnette)                          |
| CBN    | Common bonding network (Réseau équipotentiel commun)                                                           |
| CP     | Communication profile (Profil de communication) (IEC 61784-1)                                                  |
| CPF    | Communication profile family (Famille de profils de communication) (IEC 61784-1)                               |
| CC     | Courant continu                                                                                                |
| DCR    | Direct current resistance (Résistance en courant continu)                                                      |
| ED     | Edge distributor (distributeur de périphérie)                                                                  |
| EFT    | Electrical fast transient (Transitoire électrique rapide)                                                      |
| EFT/B  | Electrical fast transient/burst (Transitoire/salve électrique rapide) (IEC 61000-4-4)                          |
| ELFEXT | Equal level far-end crosstalk (Télédiaphonie de niveau égal)                                                   |
| ELTCTL | Equal level transverse conversion transfer loss (Perte de transfert de conversion transversale de niveau égal) |
| CEM    | Comptabilité électromagnétique (IEC 60050-161, 161-01-07)                                                      |
| EMI    | Electromagnetic interference (Brouillage électromagnétique) (IEC 60050-161, 161-01-06)                         |
| ESD    | Electrical static discharge (Décharge électrique statique)                                                     |
| E2E    | End-to-end (bout à bout)                                                                                       |
| FD     | Floor distributor (Distributeur d'étage) (ISO/IEC 11801-1)                                                     |
| FE     | Terre fonctionnelle                                                                                            |
| ffs    | For further study (Pour étude ultérieure [pas d'abréviation])                                                  |
| FI     | Fieldbus interface (Interface de bus de terrain)                                                               |

|          |                                                                                                                                                                                    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FOC      | Fibre optical connector (Connecteur à fibres optiques)                                                                                                                             |
| F-SMA    | Fibre sub miniature version A (Connecteur à fibres optiques version A) (IEC 61754-22)                                                                                              |
| HP       | Horse power (Cheval-vapeur)                                                                                                                                                        |
| ID       | Intermediate distributor (Distributeur intermédiaire)                                                                                                                              |
| IDC      | Insulation displacement contact (Contact autodénudant)                                                                                                                             |
| IID      | Industrial intermediate distributor (Distributeur intermédiaire industriel)                                                                                                        |
| IP       | International protection (Protection internationale) (IEC 60529)                                                                                                                   |
| J-J      | Jack-to-jack (Prise-prise)                                                                                                                                                         |
| kbit/s   | Mille bits par seconde                                                                                                                                                             |
| LC       | Connecteur à fibres optiques conforme à l'IEC 61754-20                                                                                                                             |
| BT       | Basse tension                                                                                                                                                                      |
| Max.     | Maximum                                                                                                                                                                            |
| Mbit/s   | Million de bits par seconde                                                                                                                                                        |
| MD       | Machine distributor (Distributeur de machine) (ISO/IEC 11801-1)                                                                                                                    |
| MDI      | Medium dependent interface (Interface dépendant du support) (IEEE 803.2)                                                                                                           |
| MDIX     | Medium dependent crossover interface (Interface de transition dépendant du support) (IEEE 803.2)                                                                                   |
| MHT      | Moyenne haute tension                                                                                                                                                              |
| MICE     | Mechanical, ingress, climatic and chemical, electromagnetic (Caractéristiques mécaniques, indice de protection, environnement et comportement électromagnétique) (ISO/IEC 11801-1) |
| Min.     | Minimum                                                                                                                                                                            |
| MTBF     | Mean time between failures (Temps moyen entre défaillances)                                                                                                                        |
| MTTR     | Mean time to repair (Durée moyenne de panne) (utilisation déconseillée dans l'IEC 60050-191:1990, 191-13-08) et remplacée par "Moyenne de temps pour la tâche de réparation"       |
| N        | Neutre                                                                                                                                                                             |
| NA       | Numerical aperture (Ouverture numérique) (IEC 60793 (toutes les parties))                                                                                                          |
| na       | not available (non disponible)                                                                                                                                                     |
| NEXT     | Near end crosstalk loss (Paradiaphonie)                                                                                                                                            |
| NI       | Network interface (Interface réseau) (ISO/IEC 11801-3)                                                                                                                             |
| N°       | Numéro                                                                                                                                                                             |
| FO       | Fibre optique                                                                                                                                                                      |
| OMx      | Catégorie de fibres optiques multimodales câblées x; où x=1, 2, 3, 4                                                                                                               |
| OSx      | Catégorie de fibres optiques unimodales câblées x; où x=1, 1a, 2                                                                                                                   |
| PE       | Conducteur de mise à la terre de protection (IEC 60050-195:1998, 195-02-11)                                                                                                        |
| PHY      | couche PHYsique                                                                                                                                                                    |
| P&ID     | Pipe and instrumentation diagram (Schéma de construction)                                                                                                                          |
| PMA      | Physical medium attachment (Raccordement au support physique) (IEEE 803.2)                                                                                                         |
| PoE      | Power over Ethernet (Alimentation par un câble réseau)                                                                                                                             |
| POF      | Plastic optical fibre (Fibre optique plastique)                                                                                                                                    |
| PSELFEXT | Power sum equal-level far-end crosstalk loss (Télédiaphonie cumulée)                                                                                                               |

|       |                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| RC    | Résistance-capacité (circuit)                                                        |
| Rep   | Répéteur                                                                             |
| SC    | Connecteur à fibres optiques conforme à l'IEC 61754-4                                |
| SC-RJ | Connecteur à fibres optiques conforme à l'IEC 61754-24                               |
| TCL   | Transverse conversion loss (Perte de conversion transversale)                        |
| TNC   | Threaded Neill Concelman (Neill Concelman fileté) (version fileté du connecteur BNC) |
| TO    | Telecommunication outlet (Prise de télécommunication)                                |
| UV    | Ultraviolet                                                                          |
| Var.  | Variante                                                                             |

### 3.3 Conventions relatives aux profils d'installation

Les conventions relatives aux profils d'installation sont présentées dans l'IEC 61784-5 (toutes les parties).

## 4 Planification de l'installation

### 4.1 Généralités

#### 4.1.1 Objectif

L'Article 4 traite le projet de câblage et les infrastructures connexes visant à prendre en charge les réseaux de communication utilisés entre et à l'intérieur des îlots d'automatisation dans les locaux industriels.

#### 4.1.2 Câblage dans les locaux industriels

Le câblage peut notamment comprendre:

- le câblage de communication d'automatisation utilisé dans ou entre les AI (voir les profils de communication de l'IEC 61784-1 ou l'IEC 61784-2) et dans les profils d'installation correspondants de l'IEC 61784-5 (toutes les parties), cela inclut les câblages symétriques à 1 paire spécifiés à l'Annexe Q;
- le câblage de télécommunication générique pour les locaux industriels spécifiés dans l'ISO/IEC 11801-3 (voir l'Annexe A);
- les éléments de câblage générique modifiés pour satisfaire aux besoins de câblage de communication d'automatisation dans un AI conformément aux profils d'installation de l'IEC 61784-5 (toutes les parties);
- le câblage de fixation de l'appareil entre la TO et l'AI, conformément à l'ISO/IEC 11801-3 concernant la connexion et au présent document concernant les câbles;
- le câblage de fixation de l'AI entre l'AO et l'AI, conformément au présent document et au(x) profil(s) d'installation correspondant(s) de l'IEC 61784-5 (toutes les parties).

L'ISO/IEC 11801-3 spécifie la structure de câblage générique connectée à un AI lorsque l'interface TO permet la connexion d'une large gamme d'équipements de mise en réseau.

En cas de connexion désignée entre un câblage générique et un câblage de communication d'automatisation au sein d'un AI, une prise d'automatisation spécifiée dans le présent document peut remplacer la prise de télécommunication (voir la Figure 3). Le câblage industriel peut comprendre un distributeur de périphérie permettant d'accueillir du matériel actif pour assurer la transition d'un câblage symétrique à 4 paires à un câblage symétrique à 1 paire.

Un AI peut contenir (voir la Figure 4)

- un ou plusieurs appareils d'automatisation industrielle conformes aux exigences de câblage générique,
- une ou plusieurs applications d'automatisation industrielle mises en œuvre avec un réseau d'AI utilisant un câblage Ethernet (~~ISO/IEC 8802-3~~ ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021 et IEEE Std 802.3cg) et non Ethernet conforme à l'IEC 61784-1 ou à l'IEC 61784-2.

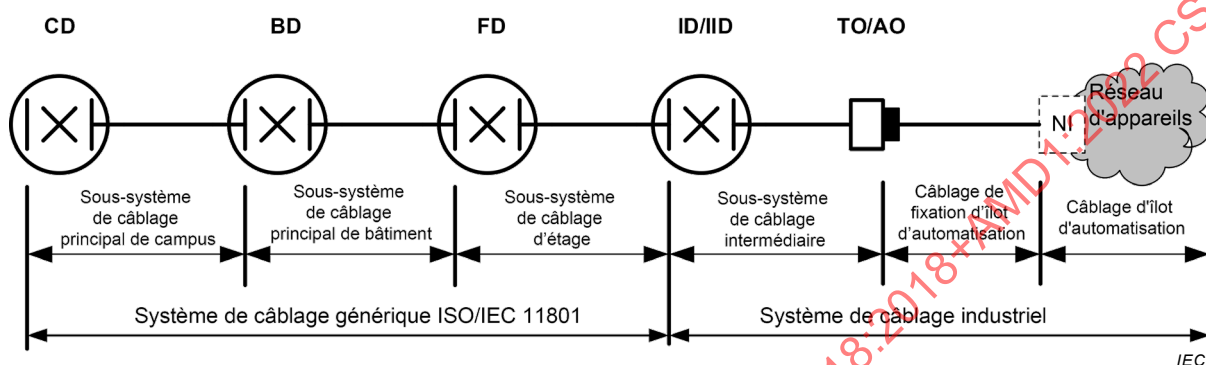


Figure 3 – Câblage d'îlot d'automatisation fixé à des éléments de câblage générique

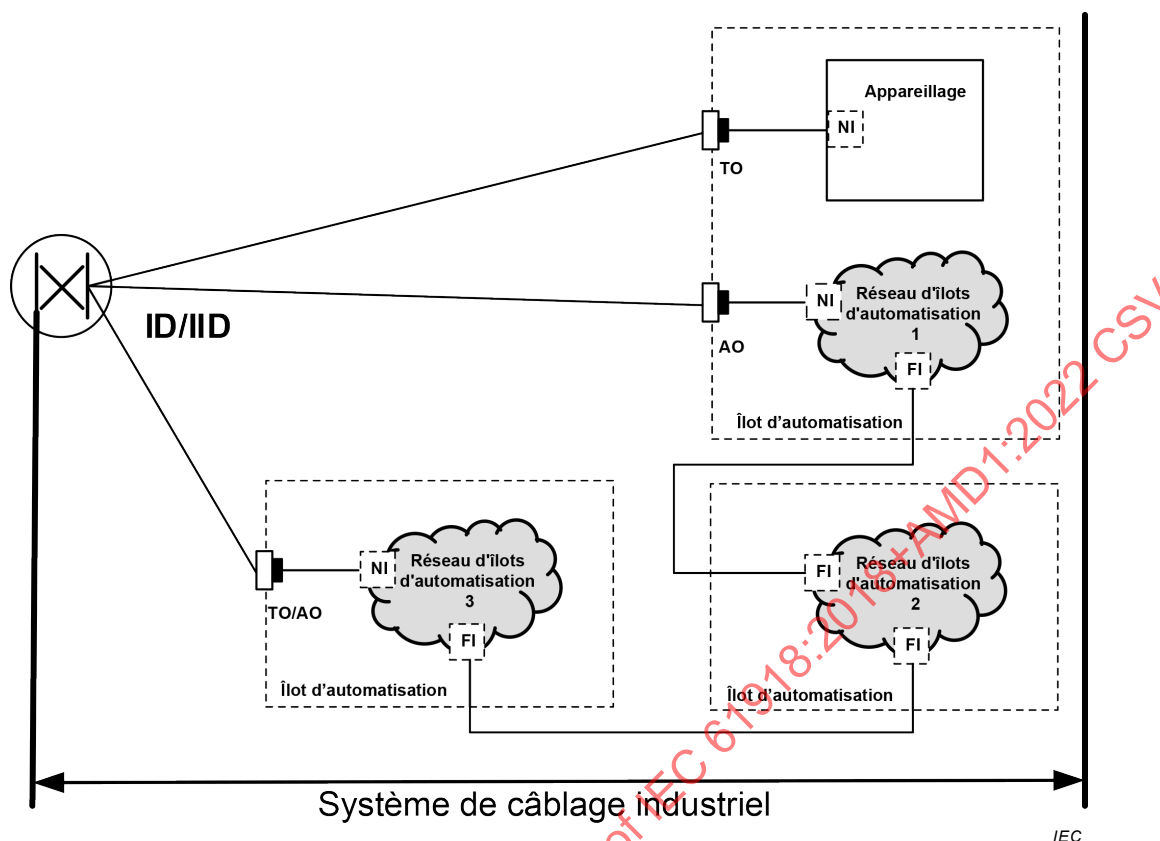


**Figure 4 – Îlots d'automatisation**

Le réseau d'AI et le câblage générique peuvent être connectés grâce à un convertisseur/adaptateur approprié (voir la Figure 5), alors que des AI peuvent être connectés en connectant un ou plusieurs bus de terrain (définis dans les profils d'installation de l'IEC 61784-5 (toutes les parties)) et des convertisseurs/adaptateurs appropriés ou par l'intermédiaire du câblage générique (voir la Figure 4).

En général, les convertisseurs/adaptateurs (des routeurs, des ponts et des passerelles, par exemple) doivent être utilisés pour assurer la conversion physique et la transformation de protocole entre les différents bus de terrain, comme indiqué dans les profils d'installation CP correspondants. Si les deux interfaces interconnectées (interface réseau et interface de bus de terrain) comportent des spécifications correspondantes, la fonction de convertisseur/adaptateur peut s'avérer inutile.

Si l'interconnexion entre les AI passe par le répartiteur intermédiaire/répartiteur industriel intermédiaire (ID/IID de la Figure 4), il revient au planificateur de vérifier l'aptitude du câblage générique à prendre en charge les exigences d'installation des réseaux de communication définis dans le présent document. Dans ce cas, les performances du canal doivent être satisfaites entre l'ID/IID et l'interface réseau (à l'exclusion de l'interface de connecteur au niveau de l'interface réseau).

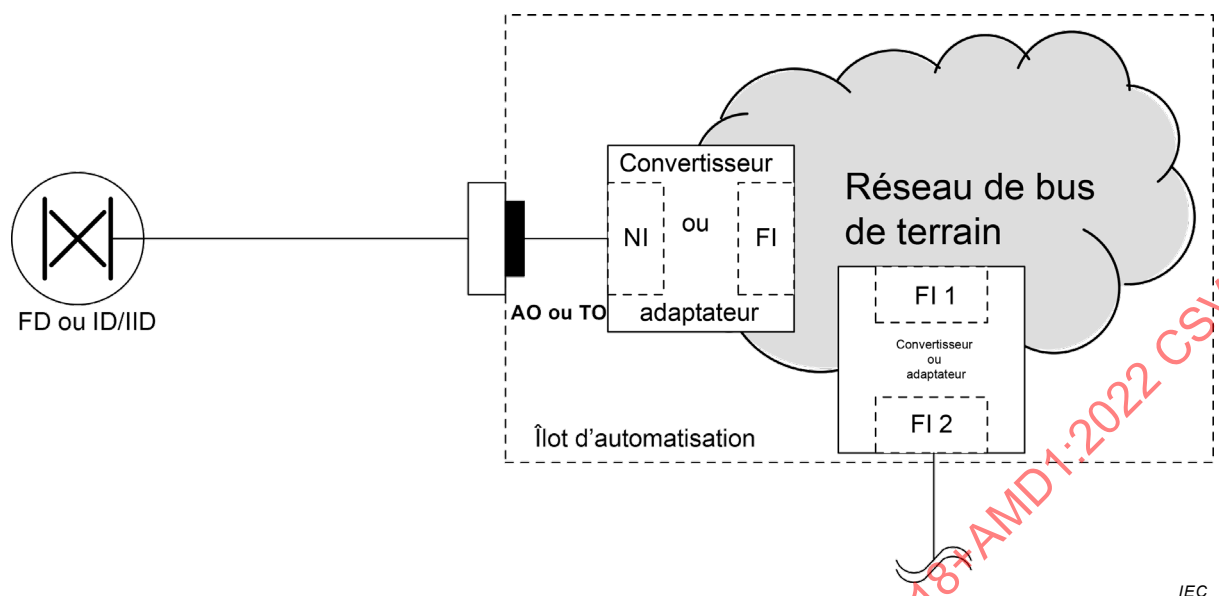


**Figure 5 – Connexions externes du réseau d'îlots d'automatisation**

#### 4.1.3 Processus de planification

La planification de la communication d'un système d'automatisation relève de la responsabilité (voir l'Annexe L) du concepteur de réseaux de bâtiment, du concepteur d'automatisation et/ou du concepteur de machines.

L'entrée du projet d'installation dépend du type d'application d'automatisation industrielle. Cette entrée est composée des exigences de conception générale, des manuels d'exploitation des machines ou des schémas de construction (P&ID) des installations de processus.

Cette entrée est composée des exigences de conception générale, des manuels d'exploitation des machines ou des schémas de construction (P&ID) des installations de processus conformément à l'IEC 62708.

Le projet d'installation de réseaux de communication industrielle suit trois étapes fondamentales.

L'étape 1 porte sur les facteurs spécifiques à l'installation suivants (voir 4.2):

- sûreté
  - les solutions doivent satisfaire aux réglementations locales et nationales existantes. Dans ces conditions, les exigences de sécurité spécifiées dans l'IEC 60950-1 IEC 61010-2-201 peuvent être prises en compte ;
  - si un réseau de communication est doté de terminaux et de fils aisément accessibles, il convient d'appliquer l'IEC 60364-4-41 relative à la protection contre les chocs électriques et aux exigences de comptabilité électromagnétique ;
  - le réseau de sécurité intrinsèque est hors du domaine d'application du présent document, mais il peut être abordé dans les profils d'installation CP (IEC 61784-5 (toutes les parties)).
- sécurité;
- environnement
  - il est recommandé d'utiliser la méthodologie MICE (Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical, and Electromagnetic) pour décrire les performances environnementales (voir 4.2.3) ;



- les sites industriels se caractérisent par la présence de réseaux d'alimentation basse tension (BT) et moyenne et haute tension (MHT) à proximité du réseau de communication. L'influence RF des émetteurs de grande puissance avoisinants (les émetteurs de télévision, par exemple) doit être prise en compte ;
- compatibilité électromagnétique.

L'étape 2 concerne les capacités des différents réseaux de communication (voir 4.3) :

- topologies;
- caractéristiques du réseau.

L'étape 3 concerne la sélection et l'utilisation des composants de câblage à la suite des étapes 1 et 2 (voir 4.4).

Le processus de planification décrit en 4.2, 4.3 et 4.4 permet de produire la documentation de planification de câblage décrite en 4.5, qui doit comprendre :

- a) une déclaration, signée par le planificateur responsable, expliquant dans quelle mesure l'installation prévue satisfait aux exigences de sûreté et de sécurité et aux conditions environnementales (brouillage mécanique, liquide, particulaire, climatique, chimique et électromagnétique) et intégrant tous les documents nécessaires (plans et listes, par exemple) pour l'installation résultant de l'étape 1 ;
- b) une documentation relative à la topologie de réseau planifiée, aux caractéristiques, à l'extension physique et aux performances de transmission résultant de l'étape 2 ;
- c) les spécifications de composant, dans lesquelles la conformité des données constitutives aux exigences du réseau planifié (sécurité de fonctionnement et électrique, conditions environnementales et exigences de compatibilité électromagnétique) est documentée à la suite de l'étape 3 ;
- d) une table de comparaison des valeurs de performances nominales et réelles du réseau.

#### **4.1.4 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives à un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

#### **4.1.5 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

### **4.2 Exigences de planification**

#### **4.2.1 Sûreté**

##### **4.2.1.1 Généralités**

Le planificateur doit prendre en considération les réglementations en matière de sécurité des réseaux de communication, en accordant une attention particulière au montage, au câblage, à la vérification et à la validation.

Le planificateur doit inclure toutes les exigences applicables en matière de sécurité dans la documentation de planification du câblage.

##### **4.2.1.2 Sécurité électrique**

La bonne mise en œuvre des exigences du présent document implique la conformité des installations électriques aux normes pertinentes de l'IEC 60364 (toutes les parties), IEC 61010-2-201, IEC 61010-2-203 ou aux réglementations locales et nationales, comme exigé.

#### 4.2.1.3 Sécurité fonctionnelle

Si des communications numériques participent à une ou plusieurs fonctions de sécurité, il convient que l'intégrité du système de communication soit suffisante (en tenant compte du matériel, du logiciel et de l'environnement spécifié) pour satisfaire aux exigences d'intégrité de sécurité de toutes les fonctions de sécurité.

Par exemple, le câblage utilisé pour prendre en charge les systèmes instrumentés de sécurité peut exiger une installation particulière (une mise à l'écart totale de tous les autres câblages, par exemple) et un étiquetage (une couleur particulière pour le conduit, par exemple) afin de satisfaire aux exigences d'intégrité améliorée.

Les exigences d'intégrité de sécurité peuvent comporter des mesures particulières applicables à plusieurs phases du cycle de vie du support de communication associé (voir les parties relatives à la technologie de l'IEC 61784-3 (toutes les parties) et/ou IEC 61784-5). Le planificateur doit appliquer ces mesures particulières.

#### 4.2.1.4 Sécurité intrinsèque

Le cas échéant, le planificateur doit planifier le réseau conformément aux normes de sécurité intrinsèque applicables, à l'IEC 61158-2 et aux profils de communication applicables de l'IEC 61784-1.

#### 4.2.1.5 Sécurité des systèmes de communication par fibres optiques

Le câblage par fibres optiques doit être planifié conformément aux exigences de sécurité de l'IEC 60825-2 ou aux réglementations locales.

#### 4.2.2 Sécurité

Si des réseaux de communication conformes à l'IEC 62443 sont planifiés, le planificateur doit appliquer toutes les exigences de sécurité supplémentaires.

EXEMPLE Il est souvent demandé d'utiliser une protection supplémentaire contre la manipulation mécanique et les émissions électromagnétiques.

La nature universelle du câblage générique engendre des problèmes de sécurité supplémentaires, le câblage pouvant être utilisé pour fournir des applications gérées par différents groupes dans les locaux industriels. Par exemple, outre les connexions aux AI, un câblage générique peut assurer des services de téléphonie de base et des services de contrôle de la technologie d'informations et des bâtiments. La prévention des interruptions accidentelles de l'un de ces services exige une considération particulière.

La sécurité physique exige l'application des exigences décrites en 4.4.9.1, 4.4.9.6, 4.4.11 et 5.2.1.2.

#### 4.2.3 Considérations environnementales et compatibilité électromagnétique

##### 4.2.3.1 Méthodologie de description

Le planificateur doit décrire précisément l'environnement de base pour la sélection des composants et les exigences relatives aux mesures d'atténuation des impacts.

L'ISO/IEC 11801-1 applique une analyse environnementale appelée classification « MICE ». Cette approche est recommandée pour tous les profils de communication, étant donné qu'elle permet au planificateur de décrire précisément et sans équivoque les conditions environnementales.

L'utilisation de cette approche est expliquée ici et à l'Annexe B à l'intention du planificateur et de l'installateur.

NOTE 1 Le système de classification MICE de l'ISO/IEC 11801-1 n'est pas une spécification d'essai du composant.

NOTE 2 Le système de classification MICE de l'ISO/IEC 11801-1 ne remplace pas les normes nationales et internationales existantes.

NOTE 3 Les normes nationales et internationales existantes relatives aux composants contiennent les exigences d'essai et les plans de qualification du produit.

#### 4.2.3.2 Utilisation de l'environnement décrit pour produire une nomenclature

Le planificateur doit produire une nomenclature des composants satisfaisant à l'environnement ciblé en suivant la procédure ci-après.

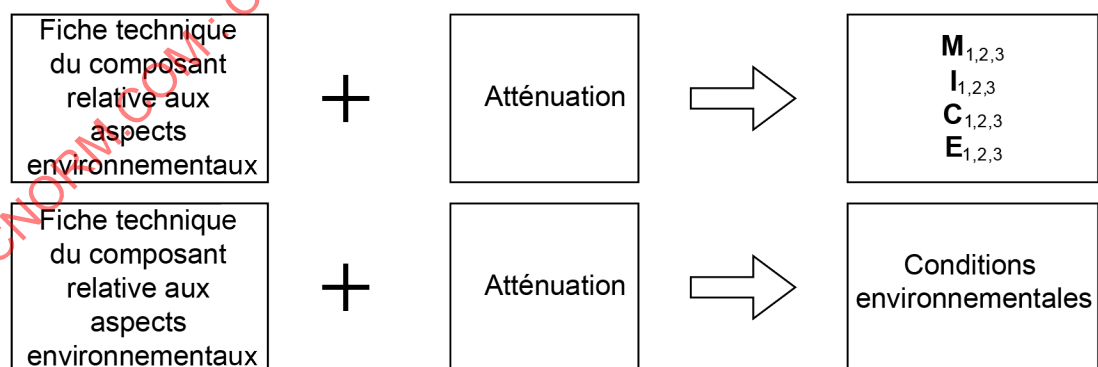
- Établir les conditions environnementales ambiantes pour chaque région différente de l'espace d'application (à côté de la machine, dans la salle de commande ou entre elles, par exemple).
- Définir les composants constituant le système de communication, y compris leurs spécifications environnementales.
- Définir la réduction supplémentaire des risques pour rapprocher les spécifications de composant(s) et l'environnement ciblé, si le composant ne satisfait pas à l'environnement ciblé.

Le planificateur doit décrire l'environnement à l'aide des tables MICE (offrant une classification précise de l'environnement) ou par une méthodologie équivalente. Le planificateur doit répondre aux exigences environnementales en spécifiant une combinaison de sélection de composants et de techniques d'atténuation à appliquer (voir la Figure 6).

Les produits (les enveloppes, par exemple), nécessaires à l'atténuation, doivent également être inclus dans la nomenclature.

La compatibilité des composants peut être satisfaite en combinant les trois méthodes ci-dessous :

- isolation en fonction de l'installation (protection avec enveloppe, par exemple) ;
- séparation (séparation physique des autres composants, par exemple) ;
- amélioration du composant (amélioration de la conception des paramètres du composant en ajoutant, par exemple, un blindage de câble ou un blindage externe). Le fournisseur du matériel peut améliorer les composants en limitant les exigences d'installation.



IEC

**Figure 6 – Comment satisfaire aux conditions environnementales**

La Figure 7 montre dans quelle mesure les trois méthodes (isolation, séparation et amélioration) coopèrent pour apporter une solution rentable et réalisable d'un point de vue technique pour une application donnée en matière d'environnement. Des exemples d'utilisation du concept MICE sont donnés à l'Annexe B, où la signification des indices 1, 2, 3 est expliquée.

Lorsque le planificateur consulte le fabricant de l'appareil et du câblage, il doit tenir compte des lignes directrices fournies en B.6 pour bien choisir l'appareil et le câblage en fonction du brouillage électromagnétique de l'environnement de l'installation à l'étude.

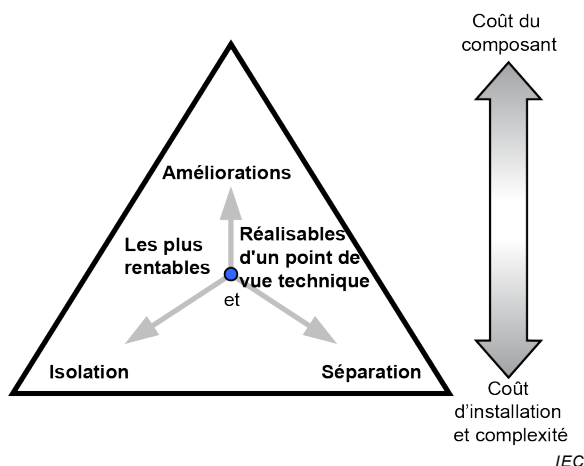


**Figure 7 – Comment les travaux d'amélioration, d'isolation et de séparation fonctionnent ensemble**

#### 4.2.4 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

### 4.3 Capacités du réseau

#### 4.3.1 Topologie du réseau

##### 4.3.1.1 Description commune

Il existe deux thèmes fondamentaux pour les réseaux d'AI industriels.

- Topologie physique du réseau de communication, du point de vue de la composition physique.

Ci-après les topologies physiques de base d'un réseau sont divisées en deux groupes:

- topologie physique des réseaux passifs;
- topologie physique des réseaux actifs.

- Topologie logique du réseau de communication, du point de vue de la diffusion des informations. Cela est hors du domaine d'application du présent document et peut être couvert par l'IEC 61784-1 et l'IEC 61784-2.

NOTE 1 Par exemple, pour distinguer les topologies physique et logique, un planificateur peut sélectionner une étoile physique à installer afin de prendre en charge une topologie en anneau logique.

Le planificateur doit choisir la topologie physique la plus appropriée sur la base des exigences en matière d'application (voir également l'Annexe C) et en fonction des topologies qui sont spécifiées pour le CP particulier. Les topologies de base définies en 4.3.1.2 et en 4.3.1.3, ainsi que leurs combinaisons (voir 4.3.1.4) sont les topologies physiques appropriées pour les réseaux d'AI.

NOTE 2 Tous les bus de terrain ne prennent pas en charge toutes les topologies de base et leurs combinaisons.

##### 4.3.1.2 Topologies physiques de base des réseaux passifs

Les topologies physiques de base d'un réseau passif, représentées à la Figure 8, se présentent comme suit.

- Bus
- Étoile

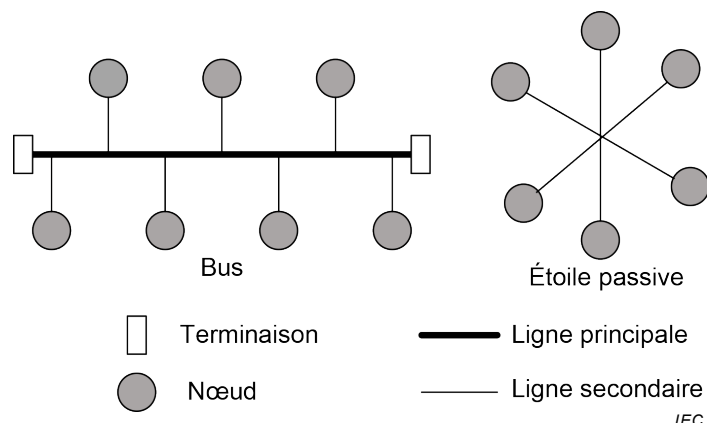


**Figure 8 – Topologies physiques de base des réseaux passifs**

#### 4.3.1.3 Topologies physiques de base des réseaux actifs

Les topologies physiques de base des réseaux actifs, représentées à la Figure 9, se présentent comme suit.

- Étoile
- Anneau
- Linéaire

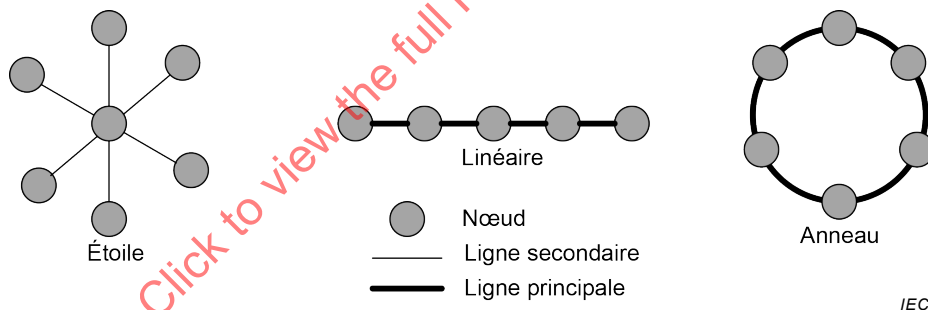


**Figure 9 – Topologies physiques de base des réseaux actifs**

#### 4.3.1.4 Combinaison de topologies de base

Les combinaisons de topologies de base sont admises et sont définies dans le profil d'installation CP.

La Figure 10 donne un exemple de configuration commune de deux segments de bus passifs interconnectés par un répéteur de bus actif.

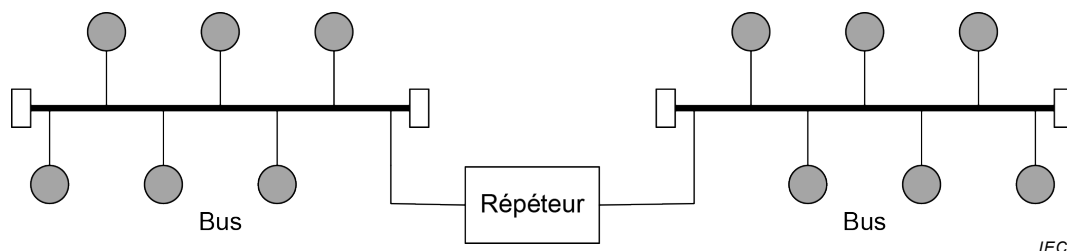


Figure 10 – Exemple de combinaison de topologies de base

#### 4.3.1.5 Exigences spécifiques pour les CP

Des informations supplémentaires relatives aux exigences topologiques d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

#### 4.3.1.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3

Les canaux de câblage générique conformes à l'ISO/IEC 11801-3 peuvent constituer des éléments de réseaux décrits de 4.3.1.2 à 4.3.1.5. Des restrictions particulières sont détaillées dans l'ISO/IEC 11801-3 et peuvent être étendues ou modifiées par le profil d'installation respectif.

### 4.3.2 Caractéristiques du réseau

#### 4.3.2.1 Généralités

Il est de pratique habituelle de placer un réseau d'AI industriel dans un sous-réseau lorsqu'un grand nombre de dispositifs doivent être connectés.

Chaque spécification de réseau est composée des caractéristiques de base suivantes:

- vitesses de transfert;
- type de support et performances;
- nombre maximal de dispositifs (nœuds), y compris les répéteurs par segment;
- nombre maximal de dispositifs (nœuds), y compris les répéteurs par réseau;
- nombre maximal de répéteurs (qui connectent les segments);
- longueur maximale de segment.

NOTE Les vitesses de transfert peuvent être exprimées en capacité de largeur de bande ou en débits de transmission effectifs des données à l'aide des méthodes de modulation et de codage d'une technologie de bus de terrain particulière. Les exigences de valeurs de débit de données effectives peuvent également inclure des déclarations de valeurs maximales acceptables pour le taux d'erreurs sur les bits et la salve d'erreurs (comme en 23.9 de l'IEC 61158-2:2014 et l'Annexe K, par exemple).

Les types de supports comprennent le câblage à fibres optiques, le câblage symétrique (4 paires, 2 paires, 1 paire), la liaison sans fil et d'autres types de supports spécifiques au CP. L'installation des réseaux sans fil ne relève pas du domaine d'application du présent document. Il convient que la sélection des technologies des supports physiques s'accompagne de considérations architecturales, en tenant compte de la topologie du réseau, des caractéristiques du réseau, ainsi que de la propagation et de l'agrégation des données dans l'ensemble du réseau.

La fibre optique est généralement recommandée lorsqu'une grande largeur de bande est nécessaire ou lorsqu'une grande intégrité des données est exigée. Si la transmission de puissance est exigée ou si la largeur de bande ou la longueur est réduite par rapport à la fibre optique, il est recommandé d'utiliser un câblage filaire. Les câbles à 4 paires sont surtout recommandés pour la connexion de l'équipement de commande et d'automatisation. Les

câbles à 1 paire (voir Annexe Q) sont essentiellement limités à la connexion de l'équipement de commande et d'automatisation avec les dispositifs de terrain.

Il convient que le planificateur tienne compte des performances du brouillage électromagnétique au moment de choisir les types de câbles et les espacements par rapport aux types de conducteurs. Dans la pratique, la nécessité de réduire le brouillage électromagnétique équivaut à augmenter l'espacement, ce qui peut générer des coûts d'installation. Le fait de ne pas tenir compte des performances et de l'atténuation du brouillage électromagnétique peut engendrer des zones à forte perturbation dans le réseau.

Des mesures comparatives (non blindé/blindé) ont montré que des constructions blindées appliquées conformément aux spécifications des fabricants peuvent assurer un niveau élevé de protection contre le brouillage électromagnétique.

#### 4.3.2.2 Caractéristiques du réseau pour un câblage à paires symétriques ne reposant pas sur Ethernet

Concernant le câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet, le planificateur doit s'appuyer sur les caractéristiques de base du réseau définies dans le profil d'installation respectif conformément aux modèles donnés au Tableau 1.

**Tableau 1 – Caractéristiques de base du réseau pour le câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet**

| Caractéristique                            | CP x/y                       |
|--------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Technologie de transmission de base</b> |                              |
| <b>Longueur/Vitesse de transmission</b>    | <b>Longueur du segment m</b> |
| 9 kbit/s à 33 kbit/s                       |                              |
| 33 kbit/s à 93 kbit/s                      |                              |
| 125 kbit/s                                 |                              |
| 187 kbit/s                                 |                              |
| 250 kbit/s                                 |                              |
| 500 kbit/s                                 |                              |
| 1,5 Mbit/s                                 |                              |
| 2 Mbit/s                                   |                              |
| 3 Mbit/s, 6 Mbit/s, 12 Mbit/s              |                              |
| 5 Mbit/s                                   |                              |
| 8 Mbit/s                                   |                              |
| 16 Mbit/s                                  |                              |
| <b>Capacité maximale</b>                   | <b>Nb. max.</b>              |
| Dispositifs/segment                        |                              |
| Dispositifs/réseau                         |                              |

#### 4.3.2.3 Caractéristiques du réseau pour un câblage symétrique reposant sur Ethernet

Concernant le câblage symétrique reposant sur Ethernet, le planificateur doit s'appuyer sur les caractéristiques de base du réseau définies dans le profil d'installation respectif conformément au modèle donné au Tableau 2.

NOTE La lettre X dans le Tableau 2 fait référence à l'Annexe X du profil d'installation lorsque le profil est spécifié.

**Tableau 2 – Caractéristiques de base du réseau  
pour le câblage symétrique reposant sur Ethernet**

| Caractéristique                                                                                                                                                                                                                 | CP x/y |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Vitesses de transmission prises en charge (Mbit/s)                                                                                                                                                                              |        |
| Longueur de canal prise en charge (m) <sup>b</sup>                                                                                                                                                                              |        |
| Nombre de connexions dans le canal (max.) <sup>a b</sup>                                                                                                                                                                        |        |
| Longueur du câble de raccordement (m) <sup>a</sup>                                                                                                                                                                              |        |
| Classe de canal conformément à l'ISO/IEC 11801-3 (min.) <sup>b</sup>                                                                                                                                                            |        |
| Catégorie de câble conformément à l'ISO/IEC 11801-3 (min.) <sup>c</sup>                                                                                                                                                         |        |
| Catégorie de matériel de connexion conformément à l'ISO/IEC 11801-3 (min.)                                                                                                                                                      |        |
| Types de câble                                                                                                                                                                                                                  |        |
| <sup>a</sup> Voir X. 4.4.3.2.<br><sup>b</sup> Pour les besoins du présent tableau, les définitions de canal de l'ISO/IEC 11801-3 s'appliquent.<br><sup>c</sup> Pour plus d'informations, voir l'IEC 61156 (toutes les parties). |        |

Pour les réseaux symétriques à 1 paire, les exigences spécifiées à l'Annexe Q s'appliquent.

#### 4.3.2.4 Caractéristiques du réseau pour un câblage à fibres optiques

Concernant le câblage à fibres optiques, le planificateur doit s'appuyer sur les caractéristiques de base du réseau pour chaque longueur d'onde définie dans le profil d'installation respectif conformément aux modèles donnés au Tableau 3 et aux conditions ci-après.

Pour les besoins du présent document, la perte d'insertion du canal et le bilan de puissance optique sont considérés comme étant équivalents. Le matériel de connexion utilisé pour le câblage à fibres optiques est tel que spécifié en X.4.4.2.5 du profil d'installation correspondant.

NOTE La lettre X fait référence à l'Annexe X du profil d'installation dans laquelle le profil est spécifié.



**Tableau 3 – Caractéristiques du réseau pour le câblage à fibres optiques**

| CP x/y                                                                                                                               |                                                                     |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| Type de fibre optique                                                                                                                | Type de fibre optique                                               |                |
| Silice unimodale                                                                                                                     | Largeur de bande (MHz) ou équivalent à $\lambda$ (nm)               |                |
|                                                                                                                                      | Longueur minimale (m)                                               |                |
|                                                                                                                                      | Longueur maximale <sup>a</sup> (m)                                  |                |
|                                                                                                                                      | Perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB) |                |
|                                                                                                                                      | Matériel de connexion                                               | Voir X.4.4.2.5 |
| Silice multimodale                                                                                                                   | Largeur de bande modale (MHz × km) à $\lambda$ (nm)                 |                |
|                                                                                                                                      | Longueur minimale (m)                                               |                |
|                                                                                                                                      | Longueur maximale <sup>a</sup> (m)                                  |                |
|                                                                                                                                      | Perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB) |                |
|                                                                                                                                      | Matériel de connexion                                               | Voir X.4.4.2.5 |
| POF                                                                                                                                  | Largeur de bande modale (MHz × 100 m) à $\lambda$ (nm)              |                |
|                                                                                                                                      | Longueur minimale (m)                                               |                |
|                                                                                                                                      | Longueur maximale <sup>a</sup> (m)                                  |                |
|                                                                                                                                      | Perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB) |                |
|                                                                                                                                      | Matériel de connexion                                               | Voir X.4.4.2.5 |
| Hard Clad Silica (HCS)                                                                                                               | Largeur de bande modale (MHz × km) à $\lambda$ (nm)                 |                |
|                                                                                                                                      | Longueur minimale (m)                                               |                |
|                                                                                                                                      | Longueur maximale <sup>a</sup> (m)                                  |                |
|                                                                                                                                      | Perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB) |                |
|                                                                                                                                      | Matériel de connexion                                               | Voir X.4.4.2.5 |
| <sup>a</sup> Cette valeur est réduite par les connexions, les épissures et les courbures conformément à la formule (1) en 4.4.3.4.1. |                                                                     |                |

#### 4.3.2.5 Caractéristiques spécifiques du réseau

Des informations supplémentaires relatives aux caractéristiques d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

#### 4.3.2.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3

Certains canaux de câblage générique conformes à l'ISO/IEC 11801-3 peuvent fournir des performances de transmission à l'appui des réseaux décrits en référence aux modèles de 4.3.2.2 à 4.3.2.5. Voir l'ISO/IEC 11801-3 pour plus de détails.

### 4.4 Sélection et utilisation de composants de câblage

#### 4.4.1 Sélection du câble

##### 4.4.1.1 Description commune

Le planificateur doit s'assurer que les câbles offrent les performances de transmission exigées dans l'environnement spécifié (en référence au système de classification MICE ou équivalent, voir 4.2.3.1).

Les câbles industriels peuvent faire l'objet de contraintes mécaniques extrêmes.

EXEMPLE Le câble peut assurer la connectivité pour le festonnage, piste "C" (chaînes de halage) ou les applications de flexion robotique.

Dans ces cas, le planificateur doit sélectionner le câblage en fonction des besoins de l'application prévue. Les instructions respectives du fabricant doivent être respectées.

Le planificateur peut choisir d'utiliser une partie d'un système de câblage générique existant pour connecter les réseaux d'AI. Dans ce cas, il revient au planificateur de s'assurer que ce système de câblage satisfait aux exigences de l'application.

NOTE Un câblage générique conforme à l'ISO/IEC 11801-3 peut ne pas être adapté à certains profils de communication.

Le planificateur doit s'assurer que les câbles qui doivent être enterrés sont adaptés et satisfont aux exigences suivantes:

- réglementations locales;
- protection contre les coups de foudre;
- résistance aux dommages causés par les rongeurs;
- résistance chimique.

Le revêtement métallique des câbles à fibres optiques offre une protection mécanique supplémentaire. Il convient que le planificateur sélectionne des câbles à fibres optiques à revêtement métallique pour les applications d'enfouissement direct et d'autres zones dans lesquelles une protection mécanique s'avère nécessaire.

Si l'emplacement du matériel exige l'utilisation de câbles particuliers et/ou la connexion d'éléments qui ne satisfont pas aux exigences de réseau de cette spécification, le planificateur doit consulter le fabricant du câble/connecteur afin d'obtenir les informations nécessaires pour déterminer la longueur de canal/liaison permanente.

#### 4.4.1.2 Câbles en cuivre

##### 4.4.1.2.1 Câbles symétriques pour les CP reposant sur Ethernet

Les câbles symétriques destinés aux CP reposant sur Ethernet doivent satisfaire aux exigences du Tableau 2. Pour les câbles symétriques à 1 paire, les exigences spécifiées à l'Annexe Q s'appliquent.

Le planificateur doit consulter le profil d'installation correspondant pour connaître les exigences ou recommandations supplémentaires relatives aux câbles symétriques.

Le planificateur doit avoir pris en considération les informations suivantes lorsqu'il précise le nombre de paires dans chaque câble symétrique:

- il convient que tous les câbles d'un canal comportent le même nombre de paires;
- un câblage à deux paires n'est pas générique et ne peut pas prendre en charge toutes les applications (par exemple, si des plans ultérieurs prévoient de procéder à une migration des données à des vitesses de transmission supérieures ou une alimentation par câble Ethernet (PoE), il convient de prendre en considération l'utilisation de câbles à quatre paires);
- il n'est pas recommandé d'utiliser des câbles contenant plus de 4 paires pour les applications de contrôle;
- dans un canal actif et en présence d'un câblage utilisant des éléments de câble à 2 et 4 ayant un nombre de paires mixtes variables dans le même canal (par exemple 2 et 4 paires ou 1 et 4 paires), toutes les paires non utilisées doivent être

terminées par l'impédance en mode différentiel ou commun du câble aux deux extrémités (c'est-à-dire que les câbles à quatre paires ne doivent pas être placés dans un matériel de connexion à deux paires). Cette exigence ne s'applique pas aux constructions de câbles utilisant des paires blindées individuelles.

~~NOTE Les câbles symétriques spécifiés dans les mises en œuvre de référence de l'ISO/IEC 11801-3 contiennent 4 paires et offrent une longueur maximale de canal de 100 m.~~

Pour les canaux dotés d'un équipement de source d'énergie (PSE) raccordé à des appareils non alimentés, le planificateur doit spécifier que la fonction PSE est désactivée afin d'empêcher d'appliquer l'alimentation.

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction des modèles donnés au Tableau 4 et au Tableau 5.

**Tableau 4 – Informations relatives au câble en cuivre: câbles fixes**

| Caractéristique                                                                                                                                                  | CP x/y |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Impédance nominale du câble (tolérance)                                                                                                                          |        |
| Résistance en courant continu des conducteurs                                                                                                                    |        |
| Résistance en courant continu du blindage                                                                                                                        |        |
| Nombre de conducteurs                                                                                                                                            |        |
| Blindage                                                                                                                                                         |        |
| Code couleur du conducteur                                                                                                                                       |        |
| Exigences de couleur de la gaine                                                                                                                                 |        |
| Matériau de la gaine                                                                                                                                             |        |
| Résistance au milieu agressif (UV, résistance à l'huile, LSOH, par exemple)                                                                                      |        |
| Notations d'agence                                                                                                                                               |        |
| Autres caractéristiques <sup>a</sup>                                                                                                                             |        |
| <sup>a</sup> Remplacer "Autres caractéristiques" par le nom des autres caractéristiques nécessaires (une ou plusieurs, selon le cas). Sinon, supprimer la ligne. |        |

**Tableau 5 – Informations relatives au câble en cuivre: cordons**

| Caractéristique                                                                                                                                                           | CP x/y |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Impédance nominale du câble (tolérance)                                                                                                                                   |        |
| Résistance en courant continu des conducteurs                                                                                                                             |        |
| Résistance en courant continu du blindage                                                                                                                                 |        |
| Nombre de conducteurs                                                                                                                                                     |        |
| Longueur                                                                                                                                                                  |        |
| Blindage                                                                                                                                                                  |        |
| Code couleur du conducteur                                                                                                                                                |        |
| Exigences de couleur de la gaine                                                                                                                                          |        |
| Matériau de la gaine                                                                                                                                                      |        |
| Résistance au milieu agressif (UV, résistance à l'huile, LS0H, par exemple)                                                                                               |        |
| Notations d'agence                                                                                                                                                        |        |
| Autres caractéristiques <sup>a</sup>                                                                                                                                      |        |
| <sup>a</sup> Remplacer "Autres caractéristiques" par le nom des caractéristiques supplémentaires nécessaires (une ou plusieurs, selon le cas). Sinon, supprimer la ligne. |        |

#### 4.4.1.2.2 Câbles en cuivre pour les CP ne reposant pas sur Ethernet

Les câbles en cuivre pour les CP ne reposant pas sur Ethernet doivent satisfaire aux exigences du Tableau 1 et à toutes les exigences ou recommandations supplémentaires du profil d'installation.

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction des modèles donnés au Tableau 4 et au Tableau 5.

#### 4.4.1.3 Câbles pour installation sans fil

Les câbles de communication permettant de connecter des dispositifs sans fil doivent être conformes aux exigences du présent document.

#### 4.4.1.4 Câbles à fibres optiques

Les câbles à fibres optiques prenant en charge des profils de communication particuliers doivent satisfaire aux exigences ou recommandations du profil de communication (voir l'IEC 60794 (toutes les parties)).

Le planificateur doit sélectionner le câble à fibres optiques approprié pour prendre en charge les longueurs de canal et le nombre de connexions exigés correspondant au profil de communication à installer.

Le planificateur doit consulter le profil d'installation correspondant pour connaître les exigences ou recommandations supplémentaires relatives aux câbles à fibres optiques.

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction des modèles donnés au Tableau 6. La norme applicable est définie dans les profils d'installation comme une référence soit à l'IEC 60793 ou l'IEC 60794 soit à OM1, OM2, OM3, OM4 ou OS1, OS2. OM1, OM2, OM3 et OS1, OS2 sont tels que spécifiés dans l'ISO/IEC 11801-1 et OM4 est tel que spécifié dans l'IEC 60793-2-10: type A1a.3.

NOTE Certaines informations supplémentaires devant être prises en considération par l'installateur et le personnel de maintenance sont données en 5.2.1.13 et à l'Article 8 du présent document.

**Tableau 6 – Informations relatives aux câbles à fibres optiques**

| Caractéristique                                                                         | Silice unimodale<br>9..10/125 µm | Silice multimodale<br>50/125 µm | Silice multimodale<br>62,5/125 µm | Fibre optique<br>plastique à saut<br>d'indice<br>980/1 000 µm | HCS à saut<br>d'indice<br>200/230 µm |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Normalisé                                                                               |                                  |                                 |                                   |                                                               |                                      |
| Affaiblissement<br>par km (650 nm)                                                      |                                  |                                 |                                   |                                                               |                                      |
| Affaiblissement<br>par km (820 nm)                                                      |                                  |                                 |                                   |                                                               |                                      |
| Affaiblissement<br>par km (1 310 nm)                                                    |                                  |                                 |                                   |                                                               |                                      |
| Nombre de fibres<br>optiques                                                            |                                  |                                 |                                   |                                                               |                                      |
| Exigences de<br>couleur de la<br>gaine                                                  |                                  |                                 |                                   |                                                               |                                      |
| Matériau de la<br>gaine                                                                 |                                  |                                 |                                   |                                                               |                                      |
| Résistance au<br>milieu agressif<br>(UV, résistance à<br>l'huile, LSOH, par<br>exemple) |                                  |                                 |                                   |                                                               |                                      |
| Autres<br>caractéristiques <sup>a</sup>                                                 |                                  |                                 |                                   |                                                               |                                      |

<sup>a</sup> Remplacer "Autres caractéristiques" par le nom des autres caractéristiques nécessaires (une ou plusieurs, selon le cas). Sinon, supprimer la ligne.

#### 4.4.1.5 Câbles symétriques et à fibres optiques spéciaux

Les câbles suivants offrent un support pour les applications particulières. Le planificateur doit prendre en considération les attributs de câblage supplémentaires exigés pour assurer le cycle de vie souhaité du système de câblage.

Des exemples de câbles symétriques et à fibres optiques spéciaux sont présentés ci-dessous:

- câbles guirlandes;
- câbles high-flex;
- câbles high-flex pour les mouvements en trois dimensions;
- câbles résistants aux UV;
- câbles résistants aux projections de soudure.

Il convient de choisir les câbles high-flex en fonction des éléments ci-dessous:

- les câbles sont assignés différemment pour les câbles mobiles "C-Track" (également appelés chaînes de halage) et les applications robotiques dans lesquelles le câble est déplacé avec souplesse en flexion (également appelé "tic-toc");
- il convient d'utiliser les câbles uniquement lorsque cela est nécessaire, c'est-à-dire dans la zone à flexion élevée;
- augmentation de l'affaiblissement des câbles en cuivre (en raison du câblage du conducteur, par exemple) pouvant affecter la longueur de canal;
- il convient de sécuriser correctement les câbles à la partie mobile de la machine afin de réduire le plus possible la flexion, les torsions et l'abrasion;
- le rayon de courbure spécifié du câble doit être maintenu;

- il convient d'installer les câbles avec des connecteurs à chaque extrémité pour la maintenance;
- seuls des lubrifiants homologués doivent être utilisés pour réduire le plus possible l'abrasion de la gaine.

Il est habituel d'utiliser les câbles high-flex dans les applications de soudure robotique. Dans ce cas, il convient de prendre en considération les matériaux de gainage résistants aux projections de soudure.

#### **4.4.1.6 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de câble d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

Si des câbles hybrides sont pris en charge pour un réseau, les exigences doivent être spécifiées dans le profil d'installation correspondant.

#### **4.4.1.7 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

L'ISO/IEC 11801-3 exige de sélectionner et d'utiliser les composants de manière à obtenir les performances de canal souhaitées dans l'environnement spécifié.

De même, l'ISO/IEC 11801-3

- précise les mises en œuvre de référence associant les spécifications d'un composant particulier aux performances de transmission du canal;
- propose des méthodes appropriées de spécification de composant, en faisant référence, par exemple, à des spécifications particulières produites par d'autres comités IEC.

Le planificateur doit s'assurer que les composants spécifiés et leur utilisation dans un canal offrent les performances de transmission exigées.

Le planificateur doit s'assurer qu'un système de maintenance est en place pour maintenir les performances du canal pendant la durée de vie utile du câblage.

#### **4.4.2 Sélection du matériel de connexion**

##### **4.4.2.1 Description commune**

Le planificateur doit s'assurer que les connecteurs offrent les performances de transmission exigées dans l'environnement spécifié (en référence au système de classification MICE ou équivalent, voir 4.2.3.1).

Le planificateur doit utiliser une attribution paire de fils/broche de connecteur appropriée conformément à l'Annexe H et au profil d'installation spécifique utilisé.

Les codes couleur des fils des connecteurs spécifiques au profil de communication sont définis à l'Annexe D.

##### **4.4.2.2 Matériel de connexion pour les CP de câblage symétrique reposant sur Ethernet**

Le présent document reconnaît la variante 1 et 6 des boîtiers de connecteur étanche de l'IEC 61076-3-106 et la variante 14 du boîtier de connecteur étanche décrite dans l'IEC 61076-3-117 pour l'encapsulation d'un connecteur modulaire 8 voies satisfaisant à l'IEC 60603-7. Dans le cas des applications exigeant une connectivité non étanche, les connecteurs modulaires 8 voies spécifiés dans l'IEC 60603-7 doivent être utilisés. L'installation de la variante 1, 6 ou 14 au niveau de la prise d'automatisation et dans l'AI est

fonction du profil de communication sélectionné. En outre, le connecteur M12-4 avec codage D décrit dans l'IEC 61076-2-101 et le connecteur M12-8 avec codage X décrit dans l'IEC 61076-2-109 peuvent être utilisés au niveau de la prise d'automatisation et dans l'AI.

NOTE Les variantes de connecteur ci-dessus (1, 6 et 14) sont rétrocompatibles avec les cordons définis par l'ISO/IEC 11801-3 et assurent la rétrocompatibilité avec l'IEC 60603-7. Par conséquent, le matériel d'essai normalisé peut être utilisé pour valider et dépanner le réseau.

Les dispositifs et prises d'automatisation doivent être dotés de supports. Les câbles doivent être dotés de fiches pour s'interfacer avec les dispositifs et les prises d'automatisation.

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction du modèle donné au Tableau 7.

**Tableau 7 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage symétrique reposant sur Ethernet**

|                                                                                                                 | Série IEC 60603-7 <sup>a</sup> |            | IEC 61076-3-106 <sup>b</sup> |        | IEC 61076-3-117 <sup>b</sup> | IEC 61076-2-101     | IEC 61076-2-109     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|------------------------------|--------|------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                                                                                                 | blindé                         | non blindé | Var. 1                       | Var. 6 | Var. 14                      | M12-4 avec codage D | M12-8 avec codage X |
| CP x/y                                                                                                          |                                |            |                              |        |                              |                     |                     |
| <sup>a</sup> Pour la série IEC 60603-7, le choix du connecteur repose sur les performances de canal souhaitées. |                                |            |                              |        |                              |                     |                     |
| <sup>b</sup> Boîtiers de protection des connecteurs.                                                            |                                |            |                              |        |                              |                     |                     |

Pour le matériel de connexion symétrique à 1 paire, les exigences spécifiées à l'Annexe Q s'appliquent.

#### 4.4.2.3 Matériel de connexion pour les CP de câblage en cuivre ne reposant pas sur Ethernet

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction des modèles donnés au Tableau 8. Des spécifications détaillées pour les connecteurs M12 sont normalisées dans l'IEC 60512-29-100.

**Tableau 8 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage en cuivre ne reposant pas sur Ethernet**

|                                                                                                                                                                    | IEC 60807-2 ou IEC 60807-3 | IEC 61076-2-101     |                     |                     | IEC 61169-8   | ANSI/(NFPA) T3.5.29 R1-2007 |                  | Autres       |                   |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|-----------------------------|------------------|--------------|-------------------|--------|
|                                                                                                                                                                    | D-sub                      | M12-5 avec codage A | M12-5 avec codage B | M12-n avec codage X | Coaxial (BNC) | M 18                        | 7/8-16 UN-2B THD | Style ouvert | Bloc de connexion | Autres |
| CP x/y                                                                                                                                                             |                            |                     |                     |                     |               |                             |                  |              |                   |        |
| NOTE De nombreuses applications utilisent des connecteurs M12-5 qui ne sont pas compatibles et qui, lorsqu'ils sont mélangés, peuvent endommager les applications. |                            |                     |                     |                     |               |                             |                  |              |                   |        |

#### 4.4.2.4 Matériel de connexion des installations sans fil

Aucune.

**4.4.2.5 Matériel de connexion pour câblage à fibres optiques**

Pour les connecteurs à fibres optiques d'un réseau industriel, le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction du modèle donné au Tableau 9 et au Tableau 10. Au Tableau 10, les relations entre le connecteur à fibres optiques et les types de fibres optiques sont exprimées selon le câble à fibres optiques qui s'applique (voir 4.4.1.4).

Plusieurs normes permettent de choisir la solution de connecteur adaptée correspondant à un environnement donné. Il convient que le planificateur et/ou l'installateur consulte(nt) l'ISO/IEC 11801-1:2017 et/ou l'IEC 61753-1 et l'IEC 61753-1-3 pour obtenir des informations supplémentaires relatives aux classifications environnementales des connecteurs.

**Tableau 9 – Matériel de connexion à fibres optiques**

|        | IEC 61754-2 | IEC 61754-4 | IEC 61754-24 | IEC 61754-20 | IEC 61754-22 | Autres |
|--------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------|
|        | BFOC/2,5    | SC          | SC-RJ        | LC           | F-SMA        |        |
| CP x/y |             |             |              |              |              |        |

NOTE La série IEC 61754 définit les interfaces mécaniques de connecteur à fibres optiques. Les spécifications de performances des connecteurs à fibres optiques terminés par des types de fibres particuliers sont normalisées dans la série IEC 61753.

**Tableau 10 – Relations entre les connecteurs à fibres optiques et le type de fibres (CP x/y)**

| FOC      | Type de fibre                 |                              |                                |                                                      |                                | Autres |
|----------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|--------|
|          | Silice unimodale 9..10/125 µm | Silice multimodale 50/125 µm | Silice multimodale 62,5/125 µm | Fibre optique plastique à saut d'indice 980/1 000 µm | HCS à saut d'indice 200/230 µm |        |
| BFOC/2,5 |                               |                              |                                |                                                      |                                |        |
| SC       |                               |                              |                                |                                                      |                                |        |
| SC-RJ    |                               |                              |                                |                                                      |                                |        |
| LC       |                               |                              |                                |                                                      |                                |        |
| F-SMA    |                               |                              |                                |                                                      |                                |        |
| Autres   |                               |                              |                                |                                                      |                                |        |

**4.4.2.6 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de matériel de connexion d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

**4.4.2.7 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Voir 4.4.1.7.

**4.4.3 Connexions dans un canal/une liaison permanente****4.4.3.1 Description commune**

Pour les besoins de 4.4.3, les termes "canal" et "liaison permanente" définis dans l'ISO/IEC 11801-1 sont modifiés comme en 3.1.22 et 3.1.60 afin de pouvoir les utiliser pour les profils de communication conformément à l'IEC 61784-5 (toutes les parties).



Le planificateur doit demander de ne pas dépasser les longueurs maximales de canal définies par le profil d'installation spécifique pour le support de câblage particulier. Toutefois, la qualité du service dépend de la longueur du canal et du nombre de connexions et d'épissures qu'il contient (voir 4.4.3.2.3).

Étant donné que le nombre de connexions et d'épissures dans le canal augmente, la perte d'insertion augmente également, qui diminue ensuite le rapport signal/bruit du canal.

Pour le câblage symétrique, le planificateur doit demander que les paires inutilisées d'un canal actif soient terminées conformément à 4.4.1.2.

Le planificateur doit veiller à tenir compte de l'impact du nombre de connexions dans le canal (voir 4.4.3) pour le câblage à 4 paires. Pour le câblage à 1 paire, les exigences spécifiées à l'Annexe Q s'appliquent. Eu égard au nombre de connexions dans un canal, les mises en œuvre de référence présentées dans l'ISO/IEC 11801-3 ~~sont limitées à 4~~ ont un nombre de connexions limité (par exemple 4 pour 4 paires et 10 pour 1 paire). Si la planification exige plus de 4 connexions que la mise en œuvre de référence correspondante, une analyse supplémentaire peut être exigée. Il peut être exigé de mesurer les performances du canal pour s'assurer qu'il satisfait aux exigences de l'application.

Le planificateur doit s'assurer qu'un système de maintenance approprié est en place pour maintenir les performances du canal pendant la durée de vie utile du câblage.

#### **4.4.3.2 Connexions et épissures de câblage symétrique pour les CP reposant sur Ethernet**

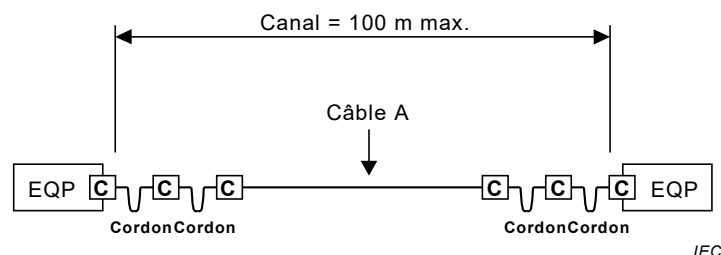
##### **4.4.3.2.1 Description commune**

Les réseaux Ethernet doivent satisfaire aux règles ci-dessous.

- Les mises en œuvre de référence décrites dans l'ISO/IEC 11801-3 (en précisant la structure, les composants et les performances).
- Les performances de transmission doivent être conformes aux exigences de classes pertinentes définies dans l'ISO/IEC 11801-3. Il doit être souligné que ces classes incluent les exigences en matière de TCL, d'ELTCTL et d'affaiblissement de couplage par rapport à la classification MICE (E1, E2 ou E3).
- Les configurations allant au-delà des mises en œuvre de référence prises en charge pour un profil de communication doivent être intégralement décrites dans le profil d'installation CP.

##### **a) Mise en œuvre de référence de base à 4 paires**

La Figure 11 présente le modèle utilisé pour corréliser les dimensions de câblage spécifiées en 4.4.3 avec les spécifications de canal de l'ISO/IEC 11801-3. Le canal de câblage présenté contient deux connexions à chaque extrémité et deux cordons à chaque extrémité du canal. Pour les besoins de 4.4.3, les jarretières sont considérées comme des cordons.



**Légende**

**C** = connection

EQP = équipement

**Figure 11 – Modèle de mise en œuvre de référence de base**

L'approche de mise en œuvre de référence de base du Tableau 11 permet d'ajuster la longueur du câble fixe A afin de compenser les longueurs de cordon variables et la température de fonctionnement du canal.

**Tableau 11 – Formules de mise en œuvre de référence de base**

| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Composant                                   |                                  |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Classe D                                    | Classe E                         | Classe F                         |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $C = (113 - 2 \times N - F \times Y) / X^a$ |                                  | -                                |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $C = (115 - N - F \times Y) / X$            | $C = (106 - N - F \times Y) / X$ | -                                |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $C = (119 - N - F \times Y) / X$            | $C = (109 - N - F \times Y) / X$ | $C = (106 - N - F \times Y) / X$ |
| <p>Si les températures de fonctionnement sont supérieures à 20 °C, il convient de réduire la longueur du câble C de 0,2 % par °C pour les câbles blindés, et de 0,4 % par °C (20 °C à 40 °C) et 0,6 % par °C (&gt; 40 °C à 60 °C) pour les câbles non blindés. Si la température de fonctionnement dépasse 60 °C, les informations du fabricant doivent être consultées pour savoir dans quelle mesure réduire la longueur du câble.</p> <p>NOTE Les performances exigées du canal sont déterminées à l'aide des formules présentées dans ce tableau et reposant sur une approche statistique de la modélisation des performances.</p> |                                             |                                  |                                  |
| <p><sup>a</sup> où</p> <p>C est la longueur du câble fixe A (m);</p> <p>N est le nombre de connexions (4 au maximum, sinon il convient de vérifier les performances NEXT, Return Loss (affaiblissement de réflexion) et ELFEXT);</p> <p>F est la longueur combinée des cordons et des jarretières (m);</p> <p>X est le rapport de la perte d'insertion du câble fixe A (dB/m) sur la perte d'insertion de la catégorie pertinente de câble (dB/m);</p> <p>Y est le rapport de la perte d'insertion des cordons/jarretières (dB/m) sur la perte d'insertion de la catégorie pertinente de câble (dB/m).</p>                             |                                             |                                  |                                  |

Dans le Tableau 11, il est supposé que

- la longueur de canal maximale est de 100 m;
- le câble fixe A peut faire l'objet d'une spécification de perte d'insertion différente de celle de la catégorie de câble pertinente spécifiée dans l'IEC 61156 (toutes les parties);
- le câble souple qui compose les cordons peut faire l'objet d'une spécification de perte d'insertion différente de celle utilisée dans le câble fixe;
- les câbles qui composent tous les cordons du canal font l'objet d'une spécification de perte d'insertion commune;
- tous les câbles et cordons sont soumis aux mêmes conditions de température;

- le câble A peut être construit à l'aide des mêmes types de câbles que ceux utilisés dans les cordons. Dans ce cas, la réduction correcte doit être utilisée (voir le Tableau 13).

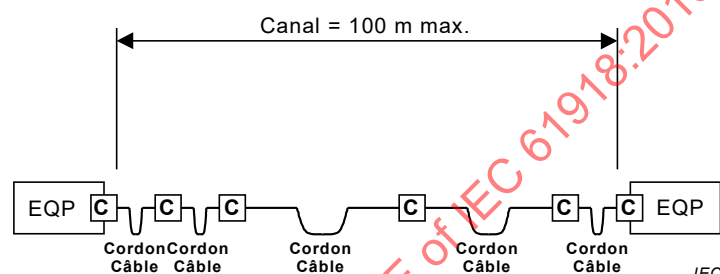
La longueur du câble A doit être déterminée par les formules définies au Tableau 11.

Si quatre connexions sont utilisées dans un canal, il convient que la longueur du câble fixe A soit d'au moins 15 m. La longueur maximale du câble fixe A dépend de la longueur totale des cordons à prendre en charge dans un canal. Les longueurs de cordons maximales doivent être fixes et, lors du fonctionnement du câblage installé, il convient de mettre en œuvre un système de gestion visant à s'assurer que les cordons utilisés pour créer le canal sont conformes à ces limites de conception.

#### b) Mise en œuvre de référence ~~améliorée~~ renforcée à 4 paires

La Figure 12 présente le modèle utilisé pour corréler les dimensions de câblage spécifiées en 4.4.3 avec les spécifications de canal de l'ISO/IEC 11801-3. Le câblage de canal présenté contient quatre connexions. Pour les besoins de 4.4.3, les jarretières sont considérées comme des cordons.

Un canal peut être assemblé avec des cordons et des câbles dans n'importe quel ordre.



#### Légende

 = connexion

EQP = équipement

**Figure 12 – Modèle de mise en œuvre de référence améliorée**

Dans le Tableau 12, il est supposé que

- la longueur de canal maximale est de 100 m;
- tous les câbles peuvent faire l'objet d'une spécification de perte d'insertion différente de celle de la catégorie de câble pertinente spécifiée dans l'IEC 61156 (toutes les parties);
- chaque câble peut faire l'objet de spécifications de perte d'insertion différentes;
- chaque câble peut faire l'objet de conditions de température différentes.

La longueur des cordons utilisés dans un canal d'une classe donnée doit être déterminée par les formules définies au Tableau 12 et au Tableau 13.

Si, dans le cadre d'une mise en œuvre proposée, un câble oblige à séparer deux paires de connexions dans le canal avec une longueur inférieure à  $15/Y$  (m), les performances du canal doivent être validées.

NOTE  $Y_i$  est défini au Tableau 12.

Le planificateur doit exiger que, lors de l'exploitation du câblage installé, l'organisme de maintenance s'assure que les cordons utilisés pour construire, mettre à jour ou réparer le canal respectent les règles de conception dudit canal.

**Tableau 12 – Formules de mise en œuvre de référence améliorées**

| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Composant                                                                     |                                                                    |                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Classe D                                                                      | Classe E                                                           | Classe F                                                           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\sum_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 113 - 2 \times N^a$ | -                                                                  | -                                                                  |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\sum_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 115 - N$            | $\sum_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 106 - N$ |                                                                    |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\sum_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 119 - N$            | $\sum_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 109 - N$ | $\sum_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 106 - N$ |
| NOTE Les performances exigées du canal sont définies à l'aide des formules présentées dans ce tableau et reposant sur une approche statistique de la modélisation des performances.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                               |                                                                    |                                                                    |
| <p><sup>a</sup> où</p> <p><math>I</math> est la section de câble de 1 à <math>j</math> (minimum 1 et maximum 5);</p> <p><math>N</math> est le nombre de connexions (4 au maximum, sinon il convient de vérifier les performances NEXT, Return Loss (affaiblissement de réflexion) et ELFEXT);</p> <p><math>F_i</math> est la longueur du câble (m);</p> <p><math>Y_i</math> est le rapport de la perte d'insertion du câble (dB/m) sur la perte d'insertion de la catégorie pertinente de câble (dB/m);</p> <p><math>Z_i</math> est le déclassement de perte d'insertion des cordons (dB/m) pour des températures de fonctionnement supérieures à 20 °C, définies au Tableau 13.</p> |                                                                               |                                                                    |                                                                    |

**Tableau 13 – Facteur de correction Z pour une température de fonctionnement supérieure à 20 °C**

| Construction du câble                                                                                                                            | Facteur de correction Z     |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                                                                                                                                  | 20 °C < $T$ < 40 °C         | 40 °C < $T$ < 60 °C         |
| Blindée                                                                                                                                          | $1 + 0,002 \times (T - 20)$ | $1 + 0,002 \times (T - 20)$ |
| Non blindée                                                                                                                                      | $1 + 0,004 \times (T - 20)$ | $1 + 0,006 \times (T - 20)$ |
| Si la température de fonctionnement dépasse 60 °C, les informations du fabricant doivent être consultées pour connaître les facteurs appropriés. |                             |                             |

Si les connexions d'extrémité sont différentes de celles spécifiées pour le canal normalisé, le planificateur doit demander l'étalonnage du matériel d'essai conformément aux instructions du fabricant du matériel et les têtes d'essai adaptées.

#### c) Liaison bout à bout

La liaison bout à bout est telle que décrite à l'Annexe O.

#### d) Câblage symétrique à 1 paire

Pour les connexions de câbles symétriques à 1 paire, les exigences spécifiées à l'Annexe Q s'appliquent.

#### 4.4.3.2.2 Distance minimale entre les connexions

Toutes les exigences du profil d'installation CP spécifique en matière de distance minimale entre les connexions doivent être appliquées.

#### 4.4.3.2.3 Épaisseurs de câblage symétrique

Les épissures doivent uniquement être utilisées pour les réparations provisoires. Les épissures doivent être réalisées avec des moyens permettant de maintenir les performances du canal et l'intégrité de l'environnement. Le nombre de connexions doit être pris en compte. La solution recommandée consiste à utiliser une combinaison fiche/prise pour une intégrité d'environnement appropriée. Il convient de soumettre à essai le segment de câble réparé avec le matériel d'essai sur le terrain approprié.

#### **4.4.3.2.4 Connexions de cloison de câblage symétrique**

Une connexion de cloison ne présentant pas les performances de transmission d'une seule connexion doit être considérée comme deux connexions.

Si la connexion de cloison prend en charge une conversion 4 paires/2 paires (module 8 voies en M12, par exemple), des ajustements doivent être réalisés pour terminer différemment les paires non utilisées. Il n'est pas autorisé que la mise à la terre soit directe ou passe par un condensateur.

NOTE Des informations supplémentaires relatives à la connexion de cloison sont proposées à l'Annexe J, dont le contenu diffère de celui de l'ISO/IEC 11801-3.

Un presse-étoupe de cloison peut être utilisé à la place d'une connexion de cloison si cette dernière ne respecte pas la limite de connexions dans le canal.

#### **4.4.3.2.5 Coupleur J-J de câblage symétrique (adaptateur J-J)**

La connexion d'un coupleur prise-prise ne présentant pas les performances de transmission d'une seule connexion doit être considérée comme deux connexions dans le canal.

Les coupleurs J-J permettent de connecter un câblage fixe et un câblage souple (pour câble mobile "C-Track" dans une machine, par exemple). Des coupleurs J-J permettent également d'assurer les connexions d'un tapis roulant composé de plusieurs modules reliés ensemble lorsqu'ils sont mis en fonctionnement. Les connexions venant à l'appui du remplacement de segments high-flex doivent être prises en compte dans les limites globales du canal pour le nombre de connexions admises.

#### **4.4.3.3 Connexions et épissures de câblage en cuivre pour les CP ne reposant pas sur Ethernet**

##### **4.4.3.3.1 Description commune**

Le nombre de connexions admis en fonction de la longueur de bus de terrain doit être conforme à la description du profil de communication correspondant.

##### **4.4.3.3.2 Distance minimale entre les connexions**

Voir 4.4.3.2.2.

##### **4.4.3.3.3 Épissures de câblage en cuivre**

Voir 4.4.3.2.3.

##### **4.4.3.3.4 Connexions de cloison de câblage en cuivre**

Voir 4.4.3.2.4.

##### **4.4.3.3.5 Coupleurs J-J de câblage en cuivre (adaptateurs J-J)**

Voir 4.4.3.2.5.

#### **4.4.3.4 Connexions et épissures de câblage à fibres optiques pour les CP reposant sur Ethernet**

##### **4.4.3.4.1 Description commune**

La perte d'insertion de canal maximale du profil de communication (en référence à l'~~ISO/IEC 8802-3~~ ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021) définit les configurations possibles du câblage à la longueur d'onde spécifiée, comme dans la formule (1).

$$L = 1000 \times \left[ A - \sum_{i=1}^J M_i - \sum_{i=1}^K S_i \right] / C \quad (1)$$

où

$L$  est la longueur de canal (m);

$A$  est la perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB);

$M_i$  est la spécification de perte d'insertion de chaque connexion (dB);

$S_i$  est la spécification de perte d'insertion de chaque épissure (dB);

$J$  est le nombre de connexions dans le canal;

$K$  est le nombre d'épissures dans le canal;

$C$  est l'affaiblissement linéique du câble (dB/km).

Le planificateur doit appliquer toutes les exigences relatives aux longueurs maximales de canal et au nombre (ou à la spécification) de composants dans le profil de communication spécifique. Il convient de faire référence au profil d'installation pertinent (IEC 61784-5 (toutes les parties)) pour déterminer s'il existe des exigences supplémentaires.

Il convient que la longueur du câble à fibres optiques utilisé dans le canal soit suffisante pour l'installation prévue afin d'empêcher les connexions et épissures. Le planificateur doit demander à l'installateur de prendre des mesures visant à s'assurer que le rayon de courbure du câble à fibres optiques ne soit pas inférieur au rayon de courbure minimal spécifié pour le câble (voir 5.2.1.2 et 5.2.1.6).

De plus amples détails sur les connexions de cloison sont donnés en 4.4.3.4.3.

#### 4.4.3.4.2 Épissures à fibres optiques

Deux méthodes permettent de réaliser des épissures optiques: la méthode mécanique et la fusion. Ces deux méthodes prévoient différentes pertes ayant un impact sur la perte d'insertion du canal. Le nombre d'épissures admis est fonction du bilan de puissance optique du système et doit être pris en compte dans le bilan de perte du canal.

#### 4.4.3.4.3 Connexions de cloison à fibres optiques

En règle générale, la perte d'insertion d'une connexion de cloison à fibres optiques est équivalente à celle d'une connexion.

#### 4.4.3.4.4 Coupleurs (ou adaptateurs) prise-prise à fibres optiques

En règle générale, la perte d'insertion d'un coupleur ou d'un adaptateur prise-prise à fibres optiques est équivalente à celle d'une connexion. Si ce n'est pas le cas, des connexions supplémentaires doivent être étudiées dans la formule appliquée (voir le Tableau 11 et le Tableau 12).

#### 4.4.3.5 Connexions et épissures de câblage à fibres optiques pour les CP ne reposant pas sur Ethernet

Le nombre de connexions et d'épissures admis est limité par l'affaiblissement de canal maximal admissible et/ou le bilan de puissance.

Le nombre de connexions et d'épissures admis en fonction de la longueur de bus de terrain doit être conforme à la description du profil d'installation CP correspondant.

#### 4.4.3.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3

Aucune exigence supplémentaire.

#### **4.4.4 Terminaisons**

##### **4.4.4.1 Description commune**

Les terminaisons réduisent les réflexions et aident à limiter les éventuels rayonnements et bruits dans un système de câblage. Le planificateur doit consulter le profil de communication pour connaître les exigences relatives aux terminaisons et à leurs valeurs.

Voir 4.4.1.2 pour connaître les exigences supplémentaires relatives à la terminaison de toutes les paires non utilisées.

##### **4.4.4.2 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de terminaison d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

##### **4.4.4.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Aucune exigence supplémentaire.

#### **4.4.5 Emplacement et connexion du dispositif**

##### **4.4.5.1 Description commune**

Il convient de placer les dispositifs de manière à ce qu'ils assurent un accès approprié pour la maintenance et le dépannage, en cohérence avec les performances exigées du canal. De plus, des considérations relatives aux conditions environnementales, à l'acheminement et à la connectivité du câble doivent être données (voir 4.4.11.1).

##### **4.4.5.2 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'emplacement et de connexion du dispositif d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

##### **4.4.5.3 Exigences particulières pour l'installation sans fil**

Aucune.

##### **4.4.5.4 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Le câblage générique doit uniquement être installé dans des zones où les applications critiques ne font l'objet d'aucune condition d'environnement typique des îlots d'automatisation.

Le câblage générique installé dans des îlots d'automatisation doit uniquement servir les applications (vocales, vidéo, etc.) qui ne sont pas menacées par les conditions d'environnement typiques des îlots d'automatisation.

#### **4.4.6 Codage et étiquetage**

##### **4.4.6.1 Description commune**

Il convient de prévoir un codage et un étiquetage en usine (rappelés dans la documentation de câblage en l'état) de manière à faciliter le travail d'examen et de remplacement des composants de réseau. Le codage de couleurs permet de distinguer le câblage à fibres optiques et le câblage symétrique.

NOTE Voir l'Article 7 pour obtenir des informations supplémentaires.

#### 4.4.6.2 Exigences complémentaires pour les CP

Il convient d'étiqueter les câbles et prises d'automatisation conformément aux dessins du système. Il convient d'utiliser l'étiquetage des connecteurs et/ou câbles (symétriques et à fibres optiques) pour faciliter l'identification. La sécurité doit être prise en compte lors du choix du codage et de l'étiquetage.

Des moyens d'identification de la polarité de fibre optique doivent être fournis.

#### 4.4.6.3 Exigences spécifiques pour les CP

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de codage et d'étiquetage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

#### 4.4.6.4 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

#### 4.4.7 Mise à la terre et équipotentialité du matériel et des dispositifs et câblage blindé

##### 4.4.7.1 Description commune

##### 4.4.7.1.1 Exigences fondamentales

Si des parties du câblage générique sont utilisées pour prendre en charge la communication d'un profil de communication donné, elles doivent respecter les exigences du profil de communication.

La mise à la terre et la mise au même potentiel du matériel et l'utilisation du câblage blindé sont des éléments très importants de l'installation du câblage.

Les différences de potentiel de terre entre les points d'extrémité du câblage induisent un bruit dans le système de câblage. Cela est particulièrement le cas dans les systèmes de câblage blindés. Il est très important de contrôler les courants de terre pour réduire les interférences générées par les différences de potentiel de terre. Les courants de blindage doivent être réduits à l'aide d'un système de mise à la terre correct et/ou de techniques de mise à la terre adaptées, tels que définis dans le présent document et les profils de communication correspondants. Si cette exigence ne peut pas être satisfaite, un autre support doit être examiné (câbles non blindés, câbles à fibres optiques ou sans fil, par exemple).

Les systèmes de câblage de mise à la terre des bâtiments et des usines sont mis en œuvre conformément aux réglementations ou normes locales, nationales ou internationales (IEC 60364-4-41 et IEC 60364-5-54, par exemple). Si la conformité est exigée, le planificateur/l'installateur et le vérificateur du réseau doivent obtenir confirmation de la conformité de l'installation aux normes en vigueur et au profil de communication correspondant.

##### 4.4.7.1.2 Tâches du planificateur

Le planificateur doit exécuter les tâches ci-dessous.

- **Exigence 1**

- Le planificateur doit vérifier, avec le propriétaire du bâtiment et de l'usine, la configuration du système de mise à la terre du bâtiment et de l'usine et la valeur de la résistance à la terre.

- **Exigence 2**



Pour assurer la connexion correcte au système de mise à la terre existant du bâtiment et de l'usine, le planificateur de l'installation du réseau doit spécifier les exigences suivantes.

- Exigence de qualité des connexions de mise à la terre (voir en 5.7.1).

Un réseau de masse équipotentiel (CBN) présentant l'impédance de terre exigée et une intensité de courant admissible élevée constitué de tous les composants de construction métalliques doit être disponible.

- Afin de garantir une fiabilité à long terme, des mesures appropriées doivent être prises pour protéger les câbles de mise à la terre et les connexions contre la corrosion.

Les méthodes de contrôle des différences de potentiel dans un système de mise à la terre et le choix des systèmes de mise à la terre et de mise au même potentiel doivent être conformes à la description de 4.4.7.1.3.

#### **4.4.7.1.3 Méthodes de contrôle des différences de potentiel dans le système de mise à la terre**

Le planificateur doit concevoir la mise à la terre du réseau de communication industriel conformément au présent document et au profil d'installation correspondant. L'IEC TR 61000-5-2 donne des recommandations supplémentaires.

Il existe deux méthodes éprouvées de mise à la terre: la méthode équipotentielle et l'étoile (voir 4.4.7.3). Le planificateur doit utiliser l'une de ces méthodes pour limiter les effets des différences de potentiel de terre.

Si cela s'avère impossible, un autre support de transmission doit être utilisé (câbles non blindés, câbles à fibres optiques ou sans fil, par exemple).

#### **4.4.7.1.4 Sélection des systèmes de mise à la terre et d'équipotentialité**

Il convient que le planificateur comprenne parfaitement la condition du système de mise à la terre et de mise au même potentiel existant du bâtiment ou de l'usine dans la zone de couverture du réseau. En présence d'un système adéquat de mise à la terre et de mise au même potentiel, l'ensemble du système peut être géré sans être partagé en sous-systèmes de mise à la terre. Si ce n'est pas le cas, il convient de partager le système en sous-systèmes de mise à la terre. Chaque sous-système de mise à la terre peut alors utiliser l'une des méthodes éprouvées de mise à la terre et de mise au même potentiel, comme exigé par le profil d'installation CP approprié. Il convient que le planificateur donne des conseils au fabricant de machines-outils quant au schéma de mise à la terre mis en œuvre dans l'installation, et lui permette d'assurer la mise à la terre de la machine conformément à ce schéma dans l'installation et le profil d'installation spécifique. L'organigramme présenté à la Figure 14 a pour objet d'aider le planificateur à déterminer la manière de procéder.

Le système de mise à la terre et de mise au même potentiel doit être composé de câbles, de barres omnibus et d'autres composants conformément à l'EN 50310 et ne doit pas comporter de chemins ni d'acier de construction. Les chemins et le système de construction doivent être reliés au système de mise à la terre et de mise au même potentiel.

Le planificateur doit documenter le système de mise à la terre choisi (mise à la terre ~~équipotentielle~~ maillée ou mise à la terre en étoile) pour l'ensemble du réseau de communication. L'Annexe E rappelle les raisons justifiant l'utilisation d'un système particulier pour le réseau d'alimentation.

#### **4.4.7.2 Équipotentialité et mise à la terre des enveloppes et des chemins**

##### **4.4.7.2.1 Dimension et longueur des conducteurs d'égalisation et de mise à la terre**

Les conducteurs d'égalisation et de mise à la terre doivent avoir une résistance  $< 1 \Omega$  (voir 5.7.1).

Il convient que le planificateur exige que la longueur de tous les conducteurs d'égalisation et conducteurs de mise à la terre soit coupée à des longueurs minimales. Il n'est pas permis d'enrouler le surplus de conducteurs de mise à la terre et d'égalisation, car cela diminue leur efficacité. La Figure 13 présente la relation entre la section et la longueur maximale du conducteur.

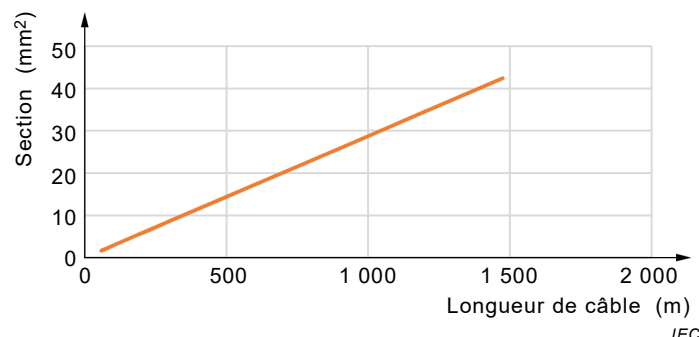
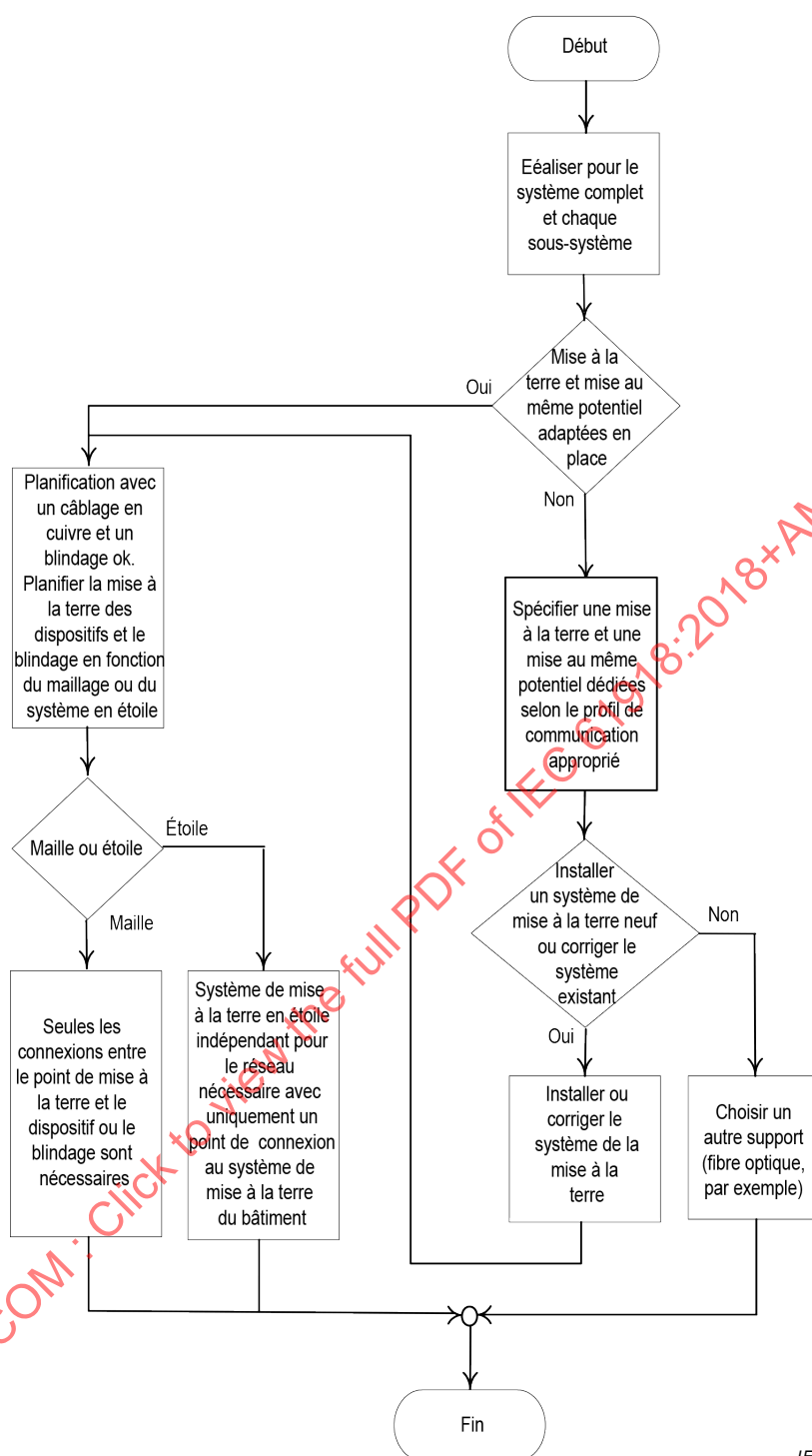


**Figure 13 – Section du conducteur d'égalisation et de mise à la terre par rapport à la longueur maximale**

Le Tableau 14 présente les longueurs maximales correspondant aux sections normalisées classiques exprimées en mm<sup>2</sup> (voir l'Annexe F pour obtenir une liste exhaustive des valeurs de l'IEC 60228 et AWG). Ces longueurs maximales impliquent une résistance maximale de 0,6  $\Omega$  afin de ne pas dépasser la résistance maximale de 1  $\Omega$  entre l'enveloppe et le point préexistant de mise à la terre et de mise au même potentiel.



IEC

**Figure 14 – Sélection des systèmes de mise à la terre et de mise au même potentiel**

NOTE Les longs conducteurs de mise à la terre peuvent augmenter l'impédance de terre, rendant la mise à la terre inefficace en cas de coup de foudre.

Pour la longueur nécessaire, la valeur de la section des conducteurs d'égalisation et de mise à la terre ne doit pas être inférieure à la valeur indiquée au Tableau 14 pour une longueur maximale supérieure à celle exigée. Il convient que la longueur des tresses de mise à la terre ne soit pas inférieure à 25 mm (1 in). Les réglementations locales peuvent avoir des exigences supplémentaires en matière de conducteur de mise à la terre.

**Tableau 14 – Dimension et longueur des conducteurs  
d'égalisation et de mise à la terre**

| Sections<br>mm <sup>2</sup>                                                           |              | Longueur maximale<br>m |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------|
| IEC 60228                                                                             | AWG          | a                      |
|                                                                                       | 8,36 (8 AWG) | 291                    |
| 10                                                                                    |              | 349                    |
|                                                                                       | 10,5 (7 AWG) | 368                    |
|                                                                                       | 13,3 (6 AWG) | 461                    |
| 16                                                                                    |              | 556                    |
|                                                                                       | 16,8 (5 AWG) | 582                    |
|                                                                                       | 21,1 (4 AWG) | 736                    |
| 25                                                                                    |              | 870                    |
| <sup>a</sup> Longueur d'un conducteur présentant une résistance $R = 0,6 \, \Omega$ . |              |                        |

**4.4.7.2.2 Tresses de liaison équipotentielle et dimensions**

Les tresses de métallisation doivent être en acier plaqué cuivre ou zinc (voir le Tableau 15 qui fournit des données extraites de l'IEC 60364-5-54).

Il convient de préférence que les tresses de métallisation soient torsadées afin de garantir leur efficacité à des fréquences élevées en raison de la surface importante.

**Tableau 15 – Section des tresses de métallisation**

| Matériau          | Section minimale<br>mm <sup>2</sup> |
|-------------------|-------------------------------------|
| Cuivre            | 6                                   |
| Acier plaqué zinc | 50                                  |

Le Tableau 16 (données extraites de l'IEC 60364-5-54) donne les exigences relatives à la protection de surface des plaquettes de métallisation.

**Tableau 16 – Protection de surface des plaquettes de métallisation**

| Matériau | Protection de surface | Épaisseur<br>μm |
|----------|-----------------------|-----------------|
| Cuivre   | Nu                    | Aucune          |
|          | Étamé                 | 1 à 5           |
|          | Galvanisé             | 20 à 40         |

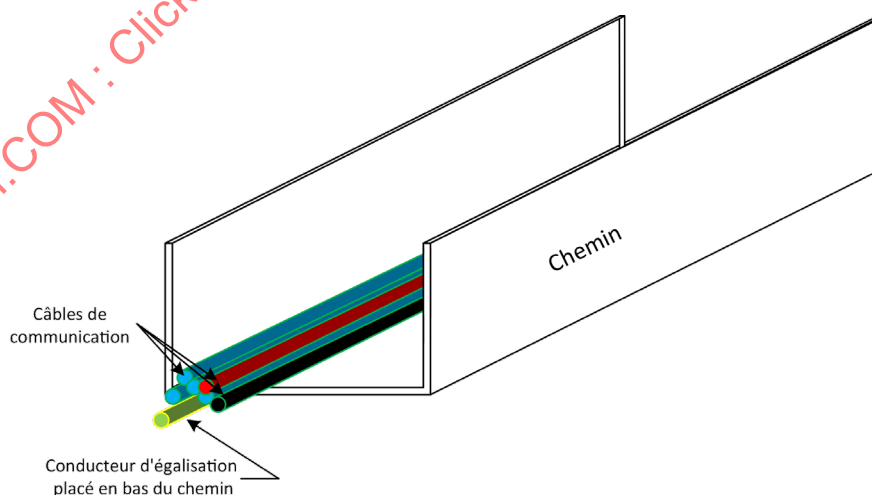
**4.4.7.2.3 Préparation de surface et méthodes**

La documentation de planification du câblage doit exiger de préparer toutes les connexions aux surfaces métalliques de manière à ce qu'elles offrent une faible résistance et à les protéger contre la corrosion. Le Paragraphe 5.7.2.3 donne des recommandations supplémentaires aux installateurs relatives à la manière de bien raccorder les connexions aux surfaces métalliques.

#### 4.4.7.2.4 Liaison équipotentielle et mise à la terre

Le planificateur doit exiger ce qui suit.

- a) Les connexions de mise à la terre des enceintes ne doivent pas se présenter en guirlande.
- b) En cas de séparation de deux chemins métalliques se déplaçant indépendamment, une tresse de métallisation souple doit être utilisée pour relier les deux sous-chemins métalliques (voir Figure 31).
- c) En cas de connexion mécanique de deux chemins métalliques à l'aide de tresses métalliques solides, une autre tresse de métallisation souple peut être utilisée.
- d) Les joints de dilatation et les connexions de joint doivent être associés par des tresses de métallisation souples (voir la Figure 31).
- e) Toutes les pièces métalliques inertes, particulièrement celles se trouvant aux abords immédiats des composants d'automatisation et des câbles de communication, doivent être reliées au système de mise à la terre. Il s'agit de pièces métalliques des enceintes, des pièces de construction et des pièces mécaniques, etc., n'ayant aucune fonction de conduction électrique dans le système d'automatisation.
- f) Si un réseau équipotentiel est exigé, des chemins d'accès de câble conducteur métalliques doivent être intégrés dans la liaison équipotentielle du réseau et entre les sections individuelles du réseau. Le planificateur doit préciser la fréquence à laquelle les chemins doivent être connectés au réseau équipotentiel.
- g) Les segments individuels de chemins de câble doivent être connectés les uns aux autres à faible impédance.
- h) Les conducteurs de mise à la terre doivent être aussi courts que possible.
- i) Le surplus de longueurs des conducteurs de mise à la terre et de mise au même potentiel ne doit pas être enroulé.
- j) Les conducteurs de mise à la terre et conducteurs d'égalisation doivent être placés au plus près du chemin métallique dans lequel ils sont installés, afin de réduire l'impédance du circuit de terre (Figure 15). Le fait que le bruit modifie, en fonction de sa fréquence, l'impédance des conducteurs de mise à la terre et des conducteurs d'égalisation doit faire l'objet d'une attention particulière. Le graphique de la Figure 16 présente les conséquences de l'augmentation de la longueur du conducteur de mise à la terre et d'égalisation sans augmentation des dimensions de fil.



IEC

Figure 15 – Placement des conducteurs d'égalisation

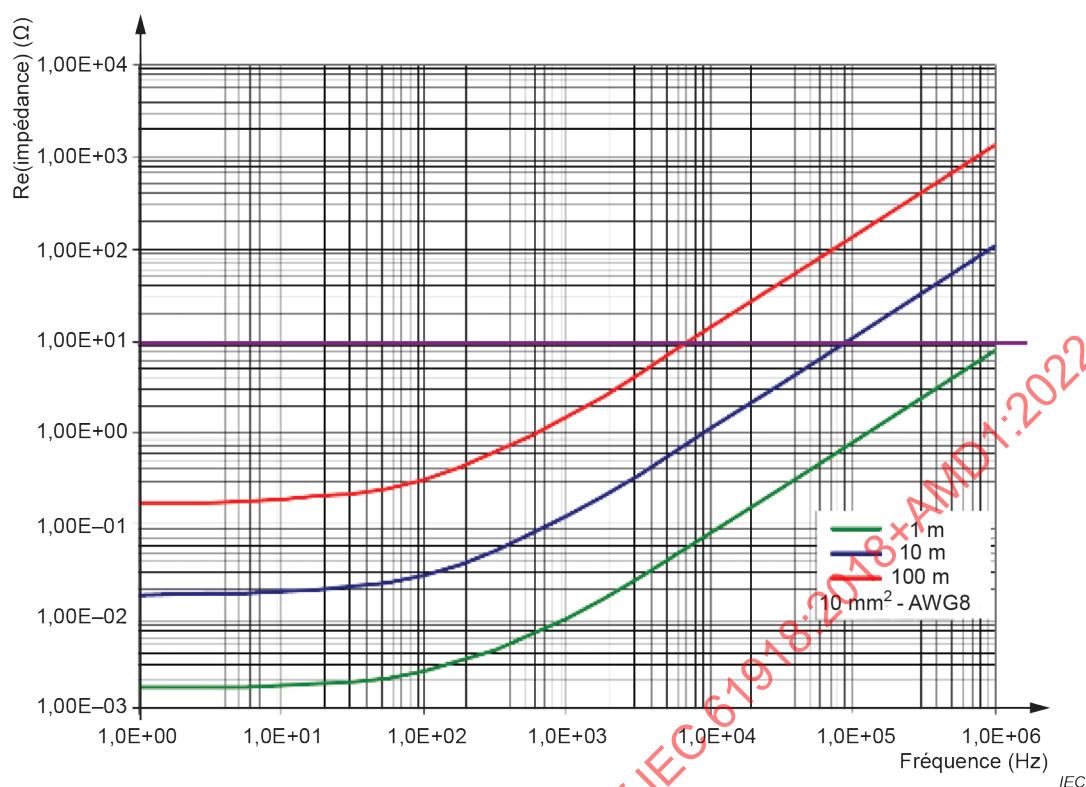


**Figure 16 – Impédance des conducteurs de mise à la terre et des conducteurs d'égalisation en fonction de la fréquence de bruit**

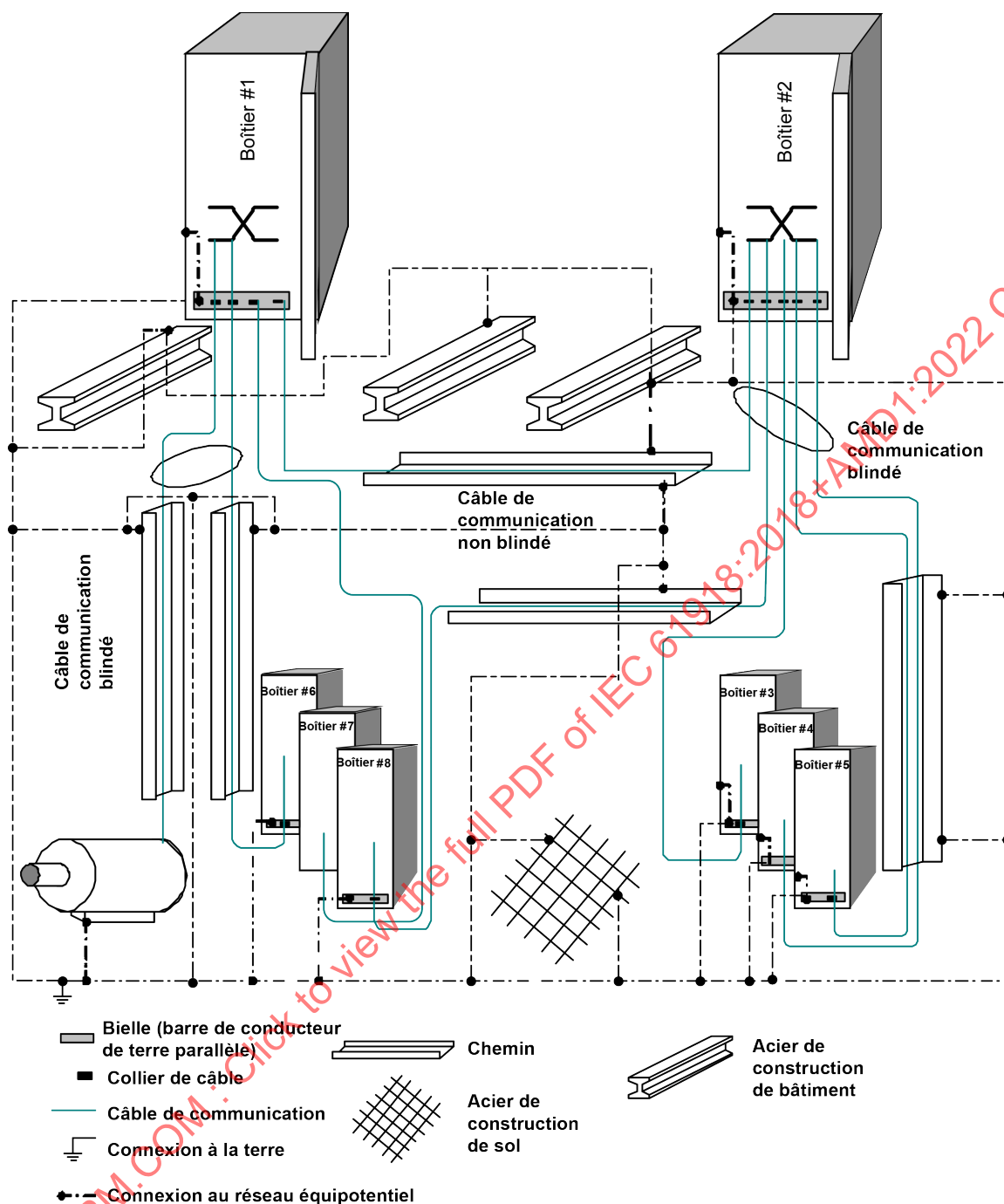
#### 4.4.7.3 Méthodes de mise à la terre

##### 4.4.7.3.1 Équipotentielle Maillée

La Figure 17 donne un exemple de câblage des enveloppes et chemins de mise au même potentiel et un câblage des terres disposé comme un maillage pour mettre en œuvre une configuration de mise à la terre équipotentielle.

Les câbles d'équipotentialité doivent être spécifiés conformément à 4.4.7.2.

Si un courant de terre ne peut pas être contrôlé, cela peut engendrer une défaillance du composant ou des défauts de communications. Dans ce cas, il convient d'étudier l'utilisation d'un autre support.



IEC

**Figure 17 – Câblage de mise au même potentiel et de mise à la terre dans une configuration ~~équipotentielle~~ maillée**

Les normes de sécurité locales, nationales ou internationales doivent être appliquées.

NOTE La sécurité l'emporte toujours sur la compatibilité électromagnétique.

#### 4.4.7.3.2 Étoile

Les courants du circuit de terre générés par des courants élevés peuvent être contrôlés grâce à un système de mise à la terre en étoile et en isolant la terre du signal de la terre du matériel. Cela est possible par deux mises à la terre en étoile: l'une pour le matériel et l'autre pour le matériel de communication. Les blindages du matériel de communication doivent être référencés uniquement par rapport à la terre du signal et aucun autre matériel ne doit être

référéncé par rapport à la terre du signal. Chacune des mises à la terre en étoile des deux systèmes doit converger en un point du bâtiment (voir Figure 18).

Si les dispositifs doivent être connectés à un système de mise à la terre fonctionnel isolé du système de mise à la terre de protection au niveau des boîtiers, le planificateur doit spécifier la méthode à utiliser pour l'isolation. Les barres omnibus isolées peuvent être utilisées pour créer une mise à la terre du signal ou une mise à la terre fonctionnelle (voir la Figure 33).

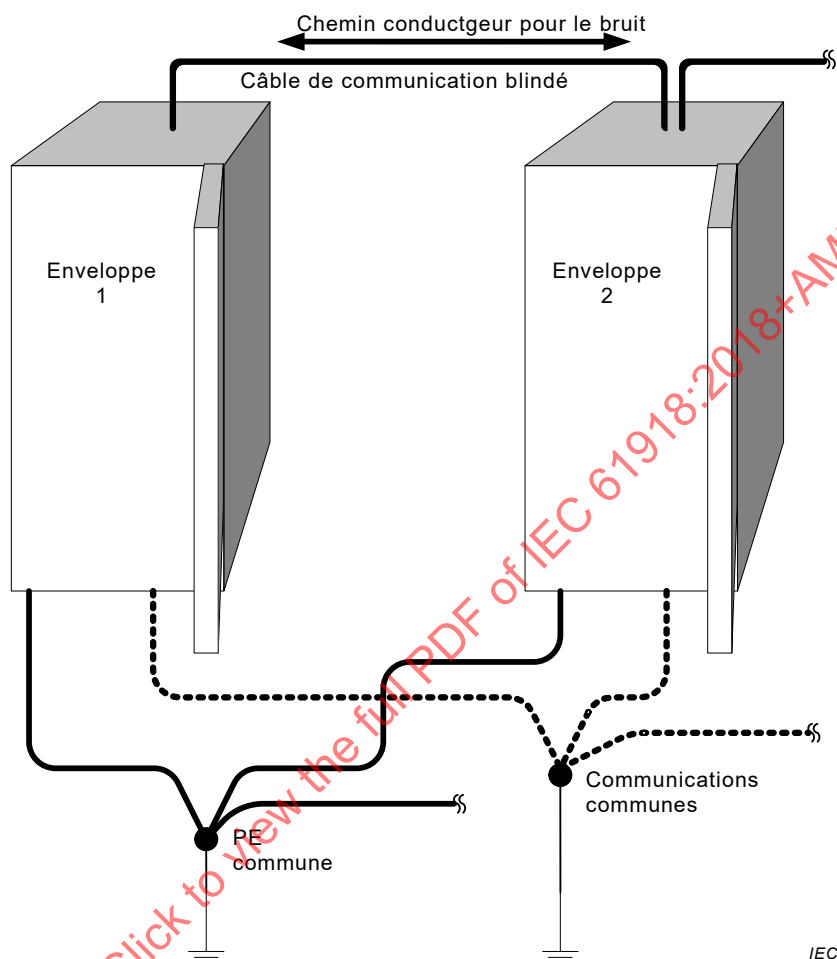


Figure 18 – Câblage des terres dans une configuration de mise à la terre en étoile

#### 4.4.7.3.3 Mise à la terre du matériel (des dispositifs)

En principe, le matériel est connecté à la terre, alors que la mise à la terre fonctionnelle du matériel (M) est connectée à la terre de protection (PEC) sur une large surface (voir la Figure 19). Dans des circonstances exceptionnelles, le matériel peut être organisé comme un système non relié à la terre. Cela peut s'avérer nécessaire si des courants de court-circuit élevés peuvent se produire (fours à induction, etc.). Dans un système non relié à la terre, un dispositif de surveillance d'isolation doté d'un limiteur de tension doit être prévu (voir la Figure 20). Le terme "non relié à la terre" est également utilisé si un circuit RC parallèle est placé entre le blindage de communication et la terre. La plupart des dispositifs sont dotés d'un circuit RC parallèle de ce type afin d'améliorer l'immunité aux interférences. Il convient de prendre cet élément en considération lors du choix d'un contrôleur de fuite à la terre. De plus, l'arrangement non relié à la terre permet de faire en sorte que les courants d'égalisation non contrôlés n'endommagent ni n'interrompent les dispositifs de communication présents sur le bus. Les règlements de sécurité pertinents doivent être respectés.



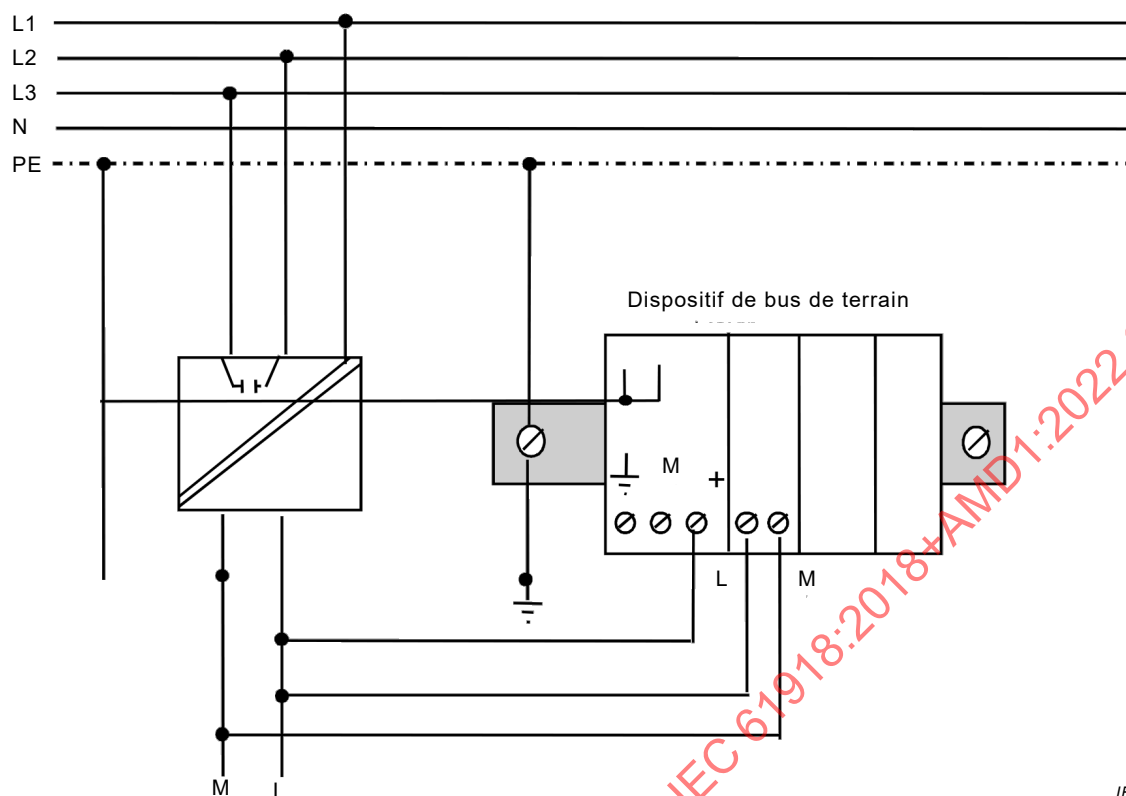


Figure 19 – Schéma de principe d'un dispositif de bus de terrain avec mise à la terre directe

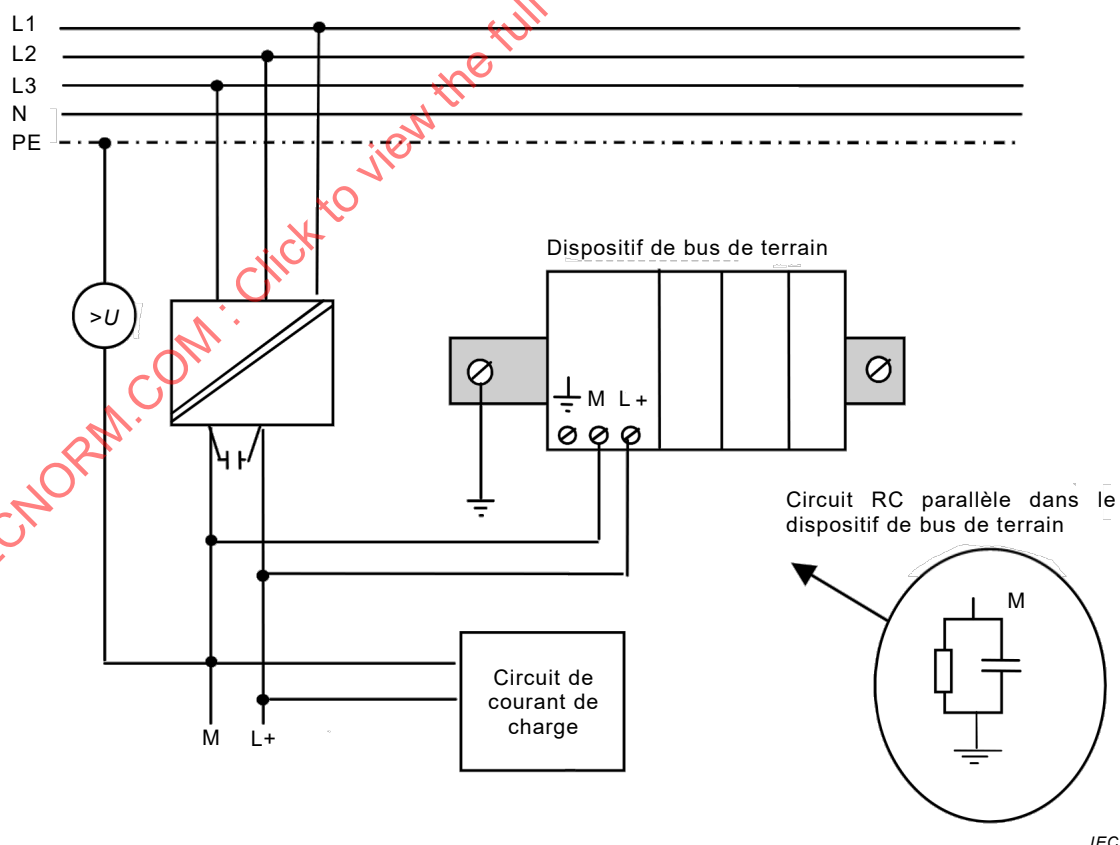


Figure 20 – Schéma de principe d'un dispositif de terrain avec mise à la terre du circuit RC parallèle

#### 4.4.7.3.4 Barres de bus en cuivre

Les barres omnibus doivent être utilisées pour interconnecter les conducteurs de mise à la terre.

Les barres omnibus doivent être sélectionnées et interconnectées conformément aux réglementations et normes locales, nationales et internationales.

Les barres omnibus doivent être en cuivre ou alliage de cuivre et présenter une conductivité minimale de  $5,52 \times 10^7$  S/m (95 % IACS) si elles sont recuites comme spécifié par l'International Annealed Copper Standard, et leurs surfaces doivent être étamées ou galvaniquement stabilisées.

Les dimensions de la barre omnibus doivent permettre d'acheminer les courants de bruit et les courants de défaut anticipés dans l'environnement d'installation et de fournir la capacité mécanique pour la connexion des conducteurs de mise à la terre.

L'impédance de la barre omnibus est vue en série avec tous les conducteurs de mise à la terre qui y sont connectés. Pour le courant admissible de défaut, la section de la barre omnibus doit être au moins cinq fois supérieure à la section du conducteur de mise à la terre connecté à la barre du bus. En prenant en considération le plus grand conducteur de mise à la terre indiqué au Tableau 14, elle doit mesurer au moins 125 mm<sup>2</sup>. Une épaisseur utile maximale de 9,25 mm est déterminée par l'effet de peau à 60 Hz. L'épaisseur minimale doit être de 5 mm pour la capacité mécanique, auquel cas, la largeur minimale doit être de 25 mm. La largeur de la barre omnibus doit assurer une couverture complète du matériel de connexion.

La longueur de la barre omnibus doit être telle que nécessaire pour prendre en charge le nombre de connexions de tous les conducteurs de mise à la terre, avec la longueur maximale donnée par la formule (2).

$$L_{\max} = Z_{\max} \times P \times \delta \times 10^{-6} / \rho \quad (2)$$

où

$L_{\max}$  est la longueur maximale en m;

$Z_{\max}$  est l'impédance maximale en  $\Omega$ ;

$P$  est le périmètre de la section de la barre omnibus, en mm;

$\delta$  est l'épaisseur de peau à une fréquence donnée. Pour le cuivre, sa valeur est de  $65,4 \text{ mm}/\sqrt{v}$  où  $v$  est la valeur sans unité de la fréquence en Hz et, pour l'alliage de cuivre recuit tel que spécifié ci-dessus, elle est de  $67,6 \text{ mm}/\sqrt{v}$ ;

$\rho$  est la résistivité du conducteur. Pour le cuivre, sa valeur est de  $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \times \text{m}$  (à 20 °C), et pour l'alliage de cuivre recuit comme spécifié ci-dessus, elle est de  $1,81 \cdot 10^{-8} \Omega \times \text{m}$  (à 20 °C).

EXEMPLE 1  $L_{\max} = 3,6$  m, avec  $Z_{\max} = 0,1 \Omega$  à 50 MHz pour une barre omnibus en cuivre présentant un périmètre de section de 60 mm.

EXEMPLE 2  $L_{\max} = 0,7$  m, avec  $Z_{\max} = 0,1 \Omega$  à 1 GHz pour une barre omnibus en cuivre présentant un périmètre de section de 60 mm.

Il convient que les barres omnibus soient dotées de trous préperforés destinés aux cosses de câble.

La barre omnibus doit être utilisée conformément à 5.7.2.3. S'il s'avère nécessaire d'isoler une barre omnibus en cuivre, l'isolation par rapport à la terre locale doit être de  $> 2 \text{ M}\Omega$ .

#### **4.4.7.4 Mise à la terre du blindage**

##### **4.4.7.4.1 Absence de mise à la terre ou RC parallèle**

Le planificateur doit préciser si l'installateur doit utiliser la terminaison du blindage mise à la terre avec un circuit RC parallèle (voir la Figure 35). De plus, le planificateur doit informer l'installateur du fait qu'une terminaison de blindage non mise à la terre peut avoir un impact sur l'intégrité du blindage en raison des courants de bruit dangereux provoqués par des différences de potentiel de terre.

Si les blindages de communication doivent être mis à la terre directement aux deux extrémités, la méthode de mise au même potentiel présentée à la Figure 17 doit être utilisée.

##### **4.4.7.4.2 Direct**

Le planificateur doit préciser si l'installateur doit utiliser la mise à la terre directe du blindage (voir 5.7.4.3).

Si le décalage de tension entre deux dispositifs de communication directement connectés à la terre est supérieur à 1 V à 50/60 Hz, un conducteur d'égalisation doit être ajouté afin de limiter les décalages de tension qui peuvent créer du courant dans les blindages de communication (voir la Figure 38). La section doit être conforme à 4.4.7.2.1, 4.4.7.2.4 et 5.7.2.1. Le planificateur doit justifier les exigences pour ce conducteur dans la documentation de planification du câblage.

##### **4.4.7.4.3 Dérivées de circuit RC direct et parallèle**

Le planificateur doit préciser les dérivées de mise à la terre de blindage RC direct et parallèle que doit utiliser l'installateur. Des exemples de dérivées sont donnés en 5.7.4.4.

##### **4.4.7.5 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de mise à la terre et de blindage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

##### **4.4.7.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

#### **4.4.8 Stockage et transport des câbles**

##### **4.4.8.1 Description commune**

Le planificateur doit demander que les exigences de manipulation et de stockage indiquées par le fabricant soient satisfaites pendant le transport, le stockage et l'installation en fonction des conditions environnementales locales. Pour protéger les extrémités de câble contre la corrosion, il convient de les sceller tant que les câbles n'ont pas été installés.

##### **4.4.8.2 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de stockage et de transport pour un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

##### **4.4.8.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

#### 4.4.9 Acheminement des câbles

##### 4.4.9.1 Description commune

Le Paragraphe 4.4.9 décrit les exigences d'acheminement des câbles des profils de communication à l'intérieur des bâtiments et des enveloppes et à l'extérieur des bâtiments. Il donne les recommandations relatives à l'acheminement des conducteurs de mise à la terre, des câbles de communication et des chemins.

NOTE 1 Les exigences d'acheminement des câbles sont indiquées dans l'ISO/IEC 14673-2, étant donné qu'elles concernent le câblage générique.

- Les parcours des câbles doivent être choisis afin de réduire le plus possible le couplage de bruit et la diaphonie.
- Les câbles en trop doivent être habillés afin de réduire le plus possible le couplage de bruit provenant des éléments rayonnants adjacents, c'est-à-dire en forme de 8 d'une longueur de 0,3 m à 0,5 m et maintenant un rayon de courbure correct.
- Les câbles (à fibres optiques et symétriques) doivent être acheminés de manière à ne pas être endommagés.
- Les câbles doivent être regroupés en fonction des types de circuits (voir le Tableau 17).
- Il convient de mettre en œuvre les parcours de câble des réseaux prenant en charge les systèmes de sécurité fonctionnelle en respectant les précautions spécifiées. Il peut être utile d'utiliser un seul étiquetage et une seule couleur afin d'identifier de manière unique ce câblage.

En outre, le planificateur doit demander de ne pas attacher les câbles, car cela peut provoquer un échauffement.

Pour placer et protéger des câbles autres que les ensembles préfabriqués (voir 4.4.9.2), le planificateur doit exiger l'utilisation de chemins de câble. Les chemins de câble doivent être conformes à l'ISO/IEC 14763-2:2012. Le choix du système de chemins de câble doit tenir compte des conditions d'environnement. Les instructions du fournisseur de câble doivent être consultées afin de confirmer que le système de chemins est adapté au câble à installer.

Le planificateur doit demander que l'installation des systèmes de chemins utilisés pour les besoins de compatibilité électromagnétique soit conforme aux règles suivantes (voir la Figure 31).

- Une paroi métallique solide doit être utilisée. Les structures fenestrées maillées sont uniquement admises si elles assurent le niveau exigé de protection CEM. Les chemins de fil électrique et les chemins dotés d'évents doivent être évités.
- Les chemins doivent être connectés à l'aide de tresses métalliques rigides assurant une couverture maximale de l'espace libre.
- L'utilisation de bandes de connexion à la masse est admise uniquement lorsque les deux parties connectées du système de chemins sont prévues pour se déplacer indépendamment l'une de l'autre.

Il convient que le planificateur demande de ne pas utiliser une seule bande de connexion à la masse entre deux parties du système de chemins, en raison des performances électromagnétiques dégradées provoquées par une impédance locale élevée.

NOTE 2 A partir de fréquences de quelques MHz, une bande de connexion à la masse de 10 cm placée entre les deux parties du système de gestion des câbles risque de dégrader l'impédance d'un facteur supérieur à 10.

Des chemins de câble appropriés et des systèmes de chemins doivent être spécifiés afin de protéger les câbles et de s'assurer que les spécifications du fournisseur en matière de rayon de courbure, de résistance à la traction, de résistance à la compression et de plage de températures sont satisfaites pendant l'installation et le fonctionnement.

Les câbles de traitement de l'information contenant des matériaux inflammables (des gaines en polyéthylène, par exemple) doivent

- a) se terminer à l'intérieur du bâtiment, à moins de 2 m (ou une autre distance, selon les règlements nationaux et locaux) du point de pénétration interne de l'écran coupe-feu (sol/plafond/mur, par exemple), ou
- b) être installés dans une canalisation ou un conduit faisant office d'écran coupe-feu conformément aux réglementations locales en matière d'incendie.

#### **4.4.9.2 Acheminement des câbles des assemblages**

Le planificateur ne doit pas définir les parcours de câble dont l'installation est exigée à proximité:

- des points lumineux,
- des moteurs,
- des contrôleurs d'entraînement,
- des soudeurs à arc électrique,
- des chauffages à induction,
- des champs de radiofréquences (émetteurs),
- des antennes.

Le planificateur doit vérifier que la conception des sous-assemblages préfabriqués d'un système d'automatisation doit être conforme à 4.4.10.

Le câble high-flex approprié doit être utilisé dans une application pour câble mobile "C-Track". Les câbles doivent être correctement assignés lorsqu'ils sont utilisés dans des applications exigeant qu'ils se déplacent constamment, telles que les applications robotisées dans lesquelles le câble se déplace avec souplesse en flexion (voir 4.4.1.5).

#### **4.4.9.3 Exigences relatives à l'acheminement des câbles à l'intérieur des enveloppes**

Le planificateur doit préciser:

- a) les exigences relatives aux chemins à utiliser (chemins métalliques continus, métalliques non continus, non métalliques, par exemple);
- b) que les câbles doivent être séparés en faisceaux individuels en fonction du type de circuit défini au Tableau 17 de 4.4.10;
- c) que le blindage de câble doit être continu et se terminer conformément aux instructions du fabricant et au profil d'installation CP.

#### **4.4.9.4 Acheminement des câbles à l'intérieur des bâtiments**

Outre les exigences spécifiées en 4.4.9.1, le planificateur doit exiger ce qui suit.

- a) Les câbles de communication acheminés à l'intérieur des bâtiments doivent être séparés des autres circuits de câble (voir le Tableau 17).
- b) Lorsqu'ils sont installés dans des chemins métalliques, les chemins doivent être mis à la terre et mis au même potentiel conformément à la Figure 16.
- c) Si les câbles de communication partagent le même chemin avec d'autres circuits de câble, ils peuvent exiger une isolation à l'aide de partitions métalliques. La partition métallique doit être sélectionnée en fonction du comportement nécessaire du point de vue de la compatibilité électromagnétique (voir la Figure B.5).
- d) Si un seul chemin métallique est disponible pour plusieurs types de circuits, les câbles de communication et câbles d'alimentation basse tension ou les types de circuits de câbles individuels doivent être isolés les uns des autres par une partition métallique. La partition doit être directement connectée au chemin.

#### **4.4.9.5 Acheminement des câbles à l'extérieur des bâtiments et entre les bâtiments**

Les règles décrites en 4.4.9.4 s'appliquent également pour l'installation du câblage à l'extérieur des bâtiments. Les câbles installés entre les bâtiments doivent être séparés pour assurer la protection physique (à l'aide d'un tuyau en plastique, par exemple).

Le cas échéant, le câblage en cuivre installé au-dessus de la terre doit être protégé contre la foudre.

Il convient que le planificateur étudie l'utilisation de câbles à fibres optiques pour les connexions entre les bâtiments, et entre les bâtiments et les installations extérieures si la foudre représente un réel problème et/ou en présence d'un important décalage de terre potentiel entre les bâtiments et les installations extérieures.

#### **4.4.9.6 Installation des câbles de communication redondants**

Il convient de toujours installer des câbles redondants dans des parcours de câble distincts afin d'éviter de les endommager simultanément. Il convient d'utiliser des étiquettes et des couleurs de câble/conduit différentes afin de distinguer les câbles redondants (voir 4.4.6). Le planificateur peut exiger des mesures supplémentaires conformément à l'IEC 62439.

#### **4.4.10 Séparation des circuits**

Le Tableau 17 définit les distances minimales entre les types de circuit à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

Les exigences du Tableau 17 s'appliquent à tout le câblage.

**Tableau 17 – Types de circuit de câble et distances minimales**

| Type de circuit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Câbles pour                                                                                                           | Distance d'acheminement à l'extérieur de l'enveloppe | Distance d'acheminement à l'intérieur de l'enveloppe ou du chemin métallique |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Lignes d'alimentation en courant alternatif de plus de 100 kVA<br>E/S courant alternatif numérique à haute puissance<br>E/S courant continu numérique à haute puissance<br>Raccordements électriques (conducteurs) entre les modes d'entraînement et les moteurs                                                                              | Moteurs<br>Moteurs d'entraînement<br>Soudeurs à l'étincelle secondaires, alimentations principales                    | 0,6 m                                                | 0,3 m                                                                        |
| Lignes E-S analogiques et circuits analogues<br>Lignes E-S courant alternatif/courant continu numériques à basse puissance<br>Câbles de communication pour le contrôle<br>Lignes d'alimentation en courant alternatif d'au moins 20 A, mais uniquement jusqu'à 100 kVA                                                                        | E-S commuté<br>Solénoïde<br>Contacteurs                                                                               | 0,3 m                                                | 0,15 m                                                                       |
| Lignes d'alimentation en courant continu basse tension<br>Câbles de communication pour connecter les composants système de la même enveloppe<br>Signaux de processus ( $\leq 25$ V)<br>Tensions en courant continu non blindées ( $\leq 60$ V)<br>Tensions en courant alternatif non blindées ( $\leq 25$ V)<br>Conducteurs inférieurs à 20 A | Alimentations en courant continu<br>E/S courant continu basse tension                                                 | 0,15 m                                               | 0,08 m                                                                       |
| Alimentation électrique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Distance minimale: 8 cm:<br>0 V à 100 V: 8 cm<br>101 V à 200 V: 11 cm<br>201 V à 300 V: 13 cm<br>301 V à 400 V: 16 cm |                                                      |                                                                              |

#### 4.4.11 Protection mécanique des composants de câblage

##### 4.4.11.1 Description commune

Installer les câblages de composant à l'abri des mouvements de machine, notamment des tracteurs de manutention.

Une protection supplémentaire peut être exigée afin qu'ils ne soient pas exposés aux chutes d'objets, aux liquides, à la chaleur et aux étincelles.

Les connecteurs spécifiés dans le profil d'installation doivent être utilisés dans les cloisons de protection.

#### **4.4.11.2 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences sur la protection mécanique des composants de câblage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

#### **4.4.11.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

#### **4.4.12 Installation dans des zones particulières**

##### **4.4.12.1 Description commune**

La construction ou la protection du câble doit être sélectionnée en fonction des caractéristiques de la zone ou de l'application. Par exemple, les applications de projection de soudure exigent un câblage particulier ou des gaines de protection placées sur le câblage.

Les documents de mise en œuvre de l'installation doivent être fournis.

##### **4.4.12.2 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives à l'installation selon des exigences de zones particulières d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

##### **4.4.12.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

#### **4.5 Documentation de planification du câblage**

##### **4.5.1 Description commune**

La documentation de planification du câblage doit être conçue en fonction des exigences de 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4 et doit contenir les éléments figurant en 4.5.2, 4.5.3 et 4.5.4 selon le cas, qui doivent être rassemblés dans des documents organisés et nommés selon l'IEC 62708.

##### **4.5.2 Documentation de planification du câblage pour les CPs**

Il convient que la documentation de planification du câblage contienne les informations suivantes:

- environnement spécifié;
- emplacement de chaque prise d'automatisation;
- emplacement des interconnexions;
- emplacement de la connexion d'un dispositif;
- topologie;
- exigences de mise à la terre, de mise au même potentiel et de blindage;
- type de câble (blindé, non blindé, à fibres optiques, etc.);
- exigences supplémentaires relatives au câble pour satisfaire à l'environnement spécifié (flexion, liquide ou taux de pénétration de poussières, temps, etc.);
- longueur de la section de câble;



- type de chemins (chemins de câbles, conduit, conduite, glissière métallique, etc.);
- instructions de placement relatives aux câbles (acheminement);
- instructions d'étiquetage de la prise d'automatisation et des câbles;
- type de connecteur, y compris les exigences de scellement, pour l'environnement spécifié et l'attribution de paires de broches;
- exigences d'installation des connecteurs;
- atténuation exigée;
- performances exigées du canal/de la liaison permanente;
- cycle de vie du câblage;
- désignation des zones contenant le câblage à fibres optiques conformément à l'IEC 60825-2;
- liste des essais exigés;
- table de comparaison des valeurs de performances nominales et réelles du réseau;
- liste des pièces détachées;
- déclaration de conformité du planificateur (voir 4.1.3).

#### **4.5.3 Documentation de certification du réseau**

Si une certification de sécurité électrique est exigée, le planificateur doit définir les documents exigés et la liste des actions à réaliser pour obtenir la certification et les documents exigés.

#### **4.5.4 Documentation de planification du câblage relative au câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

#### **4.6 Vérification de la spécification de planification du câblage**

Le planificateur doit vérifier que la planification du câblage est intégralement et correctement documentée (voir 4.1.3). Il doit particulièrement vérifier les points suivants:

- que les composants de la conception correspondent à l'environnement spécifié;
- que le système de mise à la terre adapté de l'usine/du bâtiment est en mesure d'assurer les performances de communication exigées.

### **5 Mise en œuvre de l'installation**

#### **5.1 Exigences générales**

##### **5.1.1 Description commune**

L'installation doit être conforme à la documentation de planification du câblage (voir 4.5). L'installateur doit consulter le planificateur avant de s'éloigner de la spécification d'installation. Tous les écarts ayant fait l'objet d'un accord doivent être consignés dans la documentation de planification du câblage.

Les exigences spécifiées au présent Article 5 pour les CP s'appliquent également pour la mise en œuvre de l'installation de réseaux symétriques à 1 paire spécifiée à l'Annexe Q.

Les exigences supplémentaires sont spécifiées en Q.3.

### 5.1.2 Installation des CP

Pour le câblage venant à l'appui des profils de communication spécifiés dans l'IEC 61784 (toutes les parties), le personnel d'installation (appelé "installateur" dans le présent document) doit bien connaître le profil d'installation approprié de l'IEC 61784-5 (toutes les parties).

### 5.1.3 Installation du câblage générique dans des locaux industriels

Pour le câblage générique conforme à l'ISO/IEC 11801-3, les exigences et recommandations d'installation doivent être conformes à l'ISO/IEC 14763-2.

## 5.2 Installation des câbles

### 5.2.1 Exigences générales relatives aux types de câblage

#### 5.2.1.1 Stockage et installation

Les composants de câblage doivent être transportés, stockés et installés conformément aux lignes directrices du fabricant et à 4.4.8.

En outre, les exigences présentées dans la documentation de planification du câblage (4.4.8) doivent être appliquées.

#### 5.2.1.2 Protection des câbles de communication contre les éventuels dommages mécaniques

Les câbles de communication ne doivent pas faire l'objet de charges mécaniques supérieures aux spécifications du fabricant et aux valeurs ou plages de valeurs définies dans le profil d'installation, conformément aux modèles donnés au Tableau 18, au Tableau 19, au Tableau 20 et au Tableau 21. Les chemins de câble et systèmes de chemins spécifiés par le planificateur doivent être installés de manière à protéger les câbles et s'assurer que les spécifications du fournisseur en matière de rayon de courbure, de résistance à la traction, de résistance à la compression et de plage de températures sont satisfaites pendant l'installation.

NOTE Des exemples de valeurs ou de plages de valeurs sont donnés dans les profils d'installation des profils de communication.

**Tableau 18 – Paramètres pour câbles symétriques**

|                        | Caractéristique                                   | Valeur |
|------------------------|---------------------------------------------------|--------|
| <b>Force mécanique</b> | Rayon de courbure minimal, courbure unique (mm)   |        |
|                        | Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)       |        |
|                        | Forces de traction (N)                            |        |
|                        | Forces de tension permanentes (N)                 |        |
|                        | Forces latérales maximales (N/cm)                 |        |
|                        | Plage de températures pendant l'installation (°C) |        |

**Tableau 19 – Paramètres pour câbles à fibres optiques en silice**

| Caractéristique        |                                                   | Valeur |
|------------------------|---------------------------------------------------|--------|
| <b>Force mécanique</b> | Rayon de courbure minimal, courbure unique (mm)   |        |
|                        | Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)       |        |
|                        | Forces de traction (N)                            |        |
|                        | Forces de tension permanentes (N)                 |        |
|                        | Forces latérales maximales (N/cm)                 |        |
|                        | Plage de températures pendant l'installation (°C) |        |

**Tableau 20 – Paramètres pour câbles à fibres optiques plastiques (FOP)**

| Caractéristique        |                                                   | Valeur |
|------------------------|---------------------------------------------------|--------|
| <b>Force mécanique</b> | Rayon de courbure minimal, courbure unique (mm)   |        |
|                        | Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)       |        |
|                        | Forces de traction (N)                            |        |
|                        | Forces de tension permanentes (N)                 |        |
|                        | Forces latérales maximales (N/cm)                 |        |
|                        | Plage de températures pendant l'installation (°C) |        |

**Tableau 21 – Paramètres pour câbles à fibres optiques HCS**

| Caractéristique        |                                                   | Valeur |
|------------------------|---------------------------------------------------|--------|
| <b>Force mécanique</b> | Rayon de courbure minimal, courbure unique (mm)   |        |
|                        | Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)       |        |
|                        | Forces de traction (N)                            |        |
|                        | Forces de tension permanentes (N)                 |        |
|                        | Forces latérales maximales (N/cm)                 |        |
|                        | Plage de températures pendant l'installation (°C) |        |

Il convient de protéger les câbles de communication par un conduit métallique fermé continu ou par une galerie de câbles en acier placée dans les zones de chemin du bâtiment et des sections de machine, et aux environs des routes et autoroutes de transport.

Les instructions du fournisseur de câble doivent être consultées afin de confirmer que le système de chemins est adapté au câble à installer.

Les systèmes de chemins doivent être tels que spécifiés par le planificateur, puis installés de manière à ne pas être endommagés par des arêtes vives ou des coins. Il convient de protéger les arêtes comme indiqué à la Figure 21. Si cela est exigé, l'installateur doit installer des chemins qui assurent la protection contre l'humidité ou autres liquides contaminants.

Les chemins doivent rester propres et libres de tout obstacle grâce aux séparateurs et entretoises placés avant l'installation du câblage. Les points d'accès ne doivent pas être encombrés.

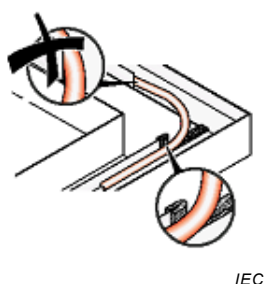


**Figure 21 – Insertion de protecteur d'arête**

Si le câble doit être tiré dans des chemins partagés, l'installateur doit prendre toutes les précautions nécessaires pour ne pas endommager les câbles et structures nouveaux ou existants.

Il convient de toujours installer les câbles redondants dans des parcours de câble distincts afin d'éviter les dommages simultanés en cas d'événement identique (voir 4.4.9.6).

#### 5.2.1.3 Prévention de formation de boucles

Lors du tirage des câbles dans les chemins, l'installateur doit utiliser une méthode de gestion adaptée de la bobine de câble afin d'éviter les dommages causés par les torsions et la formation de boucles (voir la Figure 22).

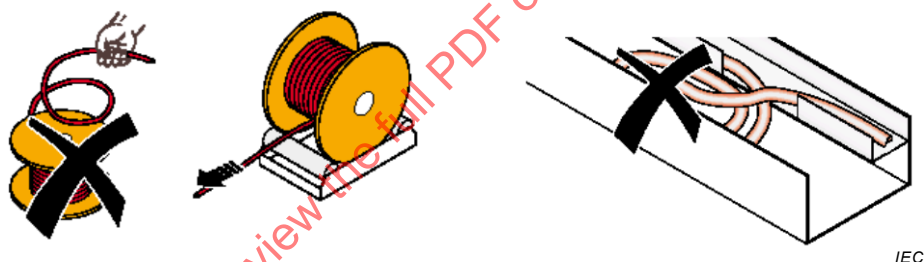


**Figure 22 – Utilisation d'un dispositif de déroulage et prévention de formation de boucle**

#### 5.2.1.4 Torsion

Une contrainte de torsion peut se traduire par un décalage axial des éléments de construction de câble, et donc avoir un impact négatif sur les propriétés électriques du câble. C'est la raison pour laquelle les câbles de communication ne doivent pas être torsadés (voir la Figure 23), sauf s'ils ont été spécialement prévus à cet effet (dans les applications robotisées, par exemple).

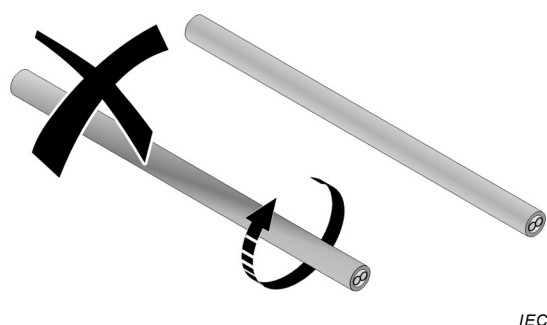


Figure 23 – Prévention de la torsion

#### 5.2.1.5 Résistance à la traction (des câbles installés)

Lors de l'installation de câbles supplémentaires dans les chemins, l'installateur doit utiliser des méthodes d'installation de manière à ne pas dépasser les limites de résistance à la traction.

#### 5.2.1.6 Rayon de courbure

Le rayon de courbure minimal d'un câble est spécifié en 5.2.1.2, conformément à la fiche technique du fabricant. Le rayon de courbure ne doit à aucun moment se trouver au-dessous de la valeur spécifiée.

NOTE 1 Tout manquement à cette exigence risque de dégrader définitivement les performances électriques ou optiques du câble.

NOTE 2 Le rayon de courbure d'un câble dépend de ce qui suit.

- Le rayon de courbure est plus important lorsque le câble est tiré sous effort de tension qu'au repos.
- Le rayon de courbure concerne uniquement le côté plat s'il s'agit de la courbure de câbles plats. La courbure du côté arrondi exige des rayons plus importants.

Il est recommandé de sécuriser les câbles avec des colliers en cas d'installation en angle droit et avec un réducteur de tension approprié (voir la Figure 24).

NOTE 3 Un serrage excessif des colliers pourrait écraser le câble.

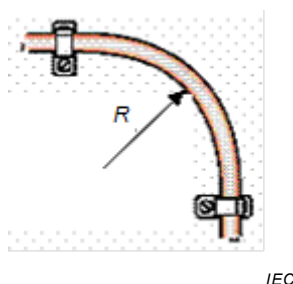
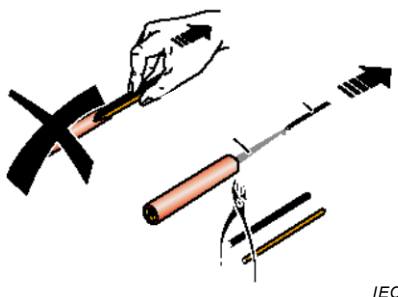


Figure 24 – Maintien du rayon de courbure minimal

#### 5.2.1.7 Force de traction

La force de traction admise d'un câble est spécifiée en 5.2.1.2, conformément à la fiche technique du fabricant. La force de traction agissant sur le câble ne doit pas dépasser la résistance maximale à la traction du câble lors de la manipulation (le rembobinage, par exemple) ou de l'installation. Les câbles ne doivent pas être tirés par leurs fils ou fibres optiques (voir la Figure 25).

Installer un filet de tirage à l'extrémité du câble à tirer. Cela permet de limiter l'effort sur le câble lors du tirage dans les chemins. Il convient d'utiliser des laminoirs à fil afin de limiter l'effort sur le câble lors du tirage dans le chemin.



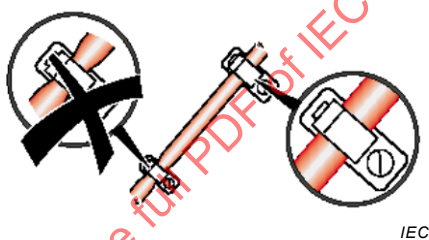
IEC

**Figure 25 – Ne pas tirer par les fils individuels**

#### 5.2.1.8 Ajustement du réducteur de tension

Un réducteur de tension doit être placé à environ 1 m du point de connexion de tous les câbles faisant l'objet de forces de tension (voir la Figure 26).

NOTE 1 Les colliers de câble fixés aux gaines de blindage ne suffisent pas à réduire la tension.



IEC

**Figure 26 – Utilisation de colliers de câble avec une grande (large) surface**

La tension des câbles doit être correctement réduite si les applications sont suspendues au plafond.

Les colliers de câble doivent être utilisés pour sécuriser les câbles en place dans les armoires de commande.

NOTE 2 Un serrage excessif des colliers pourrait écraser le câble.

Les câbles doivent être sécurisés à l'aide d'éléments de fixation velcro ou en plastique à large surface afin d'éviter de déformer les câbles. Il convient que la largeur des éléments de fixation soit d'au moins 5 mm, et il convient de les fixer sans outil électrique.

#### 5.2.1.9 Installation des câbles dans l'armoire et les enveloppes

Des presse-étoupes de câble dotés de protection de courbure ou d'autres dispositifs adaptés doivent être utilisés pour éviter d'endommager le câble si son rayon de courbure minimal a été dépassé (voir la Figure 27).

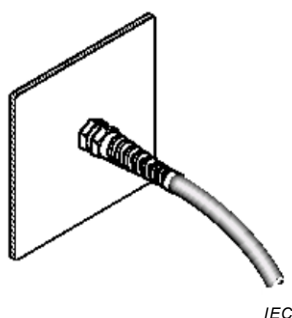


**Figure 27 – Presse-étoupe avec protection de courbure**

#### **5.2.1.10 Installation sur des parties mobiles**

Si les câbles sont installés sur ou entre des parties mobiles (des portes dans des armoires de commandes/enveloppes industrielles, par exemple), ils doivent être protégés par des accessoires appropriés afin de ne pas compromettre le rayon de courbure spécifié (voir la Figure 28).

#### **5.2.1.11 Écrasement du câble**

Les câbles doivent être protégés contre l'écrasement. Les câbles doivent être correctement placés ou faire l'objet d'une protection mécanique adaptée.

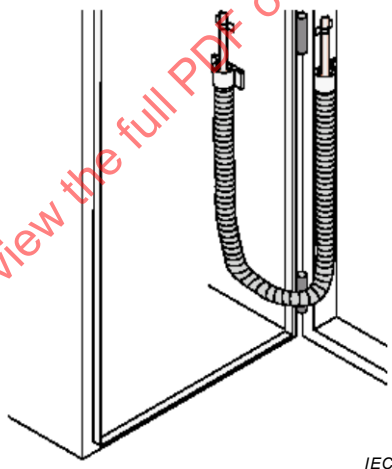


**Figure 28 – Tube en spirale**

#### **5.2.1.12 Installation des câbles de flexion continue**

Si les câbles sont installés sur des applications pour câble mobile "C-Track", ils doivent être droits et parallèles au mouvement de la glissière. En outre, les règles de séparation des autres circuits doivent être respectées. Le câble high-flex approprié doit être utilisé dans une application pour câble mobile "C-Track". Les câbles de flexion continue doivent être installés conformément à 4.4.1.5.

#### **5.2.1.13 Instructions supplémentaires pour l'installation des câbles à fibres optiques**

##### **5.2.1.13.1 Utilisation d'outils de tirage de câble**

Les outils de tirage de câble doivent uniquement être utilisés

- s'ils sont spécifiés dans les instructions des fournisseurs de câbles;

- s'ils s'appliquent aux éléments de construction des câbles, comme indiqué dans les instructions du fournisseur du câble.

#### **5.2.1.13.2 Avertissements relatifs à la manipulation des câbles à fibres optiques**

L'installation du câblage à fibres optiques doit être conforme aux exigences de sécurité de l'IEC 60825-2 ou aux réglementations locales.

Les extrémités accessibles des fibres optiques doivent être éloignées de la peau et des yeux.

Une bonne pratique consiste à suivre les recommandations suivantes:

- a) il convient que les installateurs et le personnel de maintenance ne fixent jamais l'extrémité des fibres optiques sans protection oculaire ou microscope;
- b) lors de l'examen du connecteur à fibres optiques, il convient que l'installateur vérifie que l'extrémité opposée de la fibre optique n'est pas connectée à l'émetteur-récepteur ou à la source de lumière.

#### **5.2.1.13.3 Propreté des fiches**

Les adaptateurs et fiches à fibres optiques exposés doivent être dotés de capuchons de protection afin de ne pas contaminer et endommager les extrémités de fibre optique.

#### **5.2.1.13.4 Changement d'atténuation sous charge**

Si les câbles optiques sont utilisés avec d'autres types de câbles, il convient de prendre soin de bien respecter l'ordre d'installation des câbles afin de ne pas les endommager.

NOTE Il s'agit de protéger les câbles à fibres optiques contre toute augmentation des efforts de flexion et de traction (en cas de remplacement des câbles symétriques dans le chemin de câble partagé, par exemple).

#### **5.2.1.13.5 Réducteur de tension**

Des réducteurs de tension doivent être utilisés pour limiter les contraintes mécaniques dont fait l'objet l'interface de connecteur de câble.

#### **5.2.1.13.6 Robustesse CEM**

Les câbles à fibres optiques, même s'ils ne contiennent ni gaine ni blindage métallique, résistent aux influences électromagnétiques. Si les règlements locaux le permettent, les câbles à fibres optiques peuvent être directement associés à d'autres circuits (une alimentation électrique 230/400 V, par exemple).

#### **5.2.1.13.7 Résistance à la compression**

Les gâines ou blindages métalliques offrent une protection mécanique des câbles à fibres optiques. Si une protection conductrice est utilisée sur les câbles à fibres optiques, une attention particulière doit être prise en cas d'utilisation avec d'autres circuits à haute tension.

### **5.2.2 Installation et acheminement**

#### **5.2.2.1 Description commune**

L'installateur doit vérifier que les câbles sont compatibles avec les conditions environnementales de l'itinéraire proposé. Pour faciliter la classification de l'environnement, voir 4.2.3 et l'Annexe B.

Une attention particulière est à porter sur les éléments suivants:



- lors de l'acheminement des câbles dans des zones présentant des températures extrêmes, les câbles en cours d'installation doivent être adaptés tant à la température d'installation qu'à la température de fonctionnement des environnements locaux;
- lors de l'acheminement des câbles dans des zones humides, les câbles installés doivent être adaptés à ce type d'environnement;
- lors de l'acheminement des câbles dans des zones contenant des produits chimiques ou gazeux agressifs, les câbles installés doivent être adaptés pour les produits chimiques spécifiques de l'environnement.

L'acheminement des câbles doit tenir compte de la présence, ou de l'éventuelle présence, de brouillage électromagnétique. A moins de sélectionner les composants appropriés ou d'appliquer les techniques d'atténuation:

- les câbles doivent être acheminés à partir des sources de brouillage électromagnétique élevé (les moteurs, les entraînements de moteur, les soudeurs à l'arc, les fours à induction, etc.);
- les câbles ne doivent pas être acheminés parallèlement aux autres conducteurs transmettant le bruit, y compris l'alimentation sur le secteur.

L'installateur doit prendre des mesures visant à empêcher la fuite de tous les matériaux inflammables que contiennent les câbles (le gel de pétrole, par exemple) dans les chemins, les fermetures ou en un point de terminaison.

Si les câbles contiennent des matériaux de remplissage liquide ou en gel, il est conseillé d'utiliser des capuchons de protection (ou équivalents) sur les extrémités exposées du câble. Cela est particulièrement important lorsqu'il peut y avoir des délais importants entre l'installation du câble et la mise en place finale.

Lorsque du câblage avec téléalimentation est utilisé, les effets de la chaleur sur le câblage doivent être considérés comme spécifié à l'Annexe P.

L'installateur doit faire en sorte de placer les conducteurs de mise à la terre et d'égalisation aussi près du chemin métallique que possible. Il convient que les conducteurs de communication en cuivre se trouvent au-dessus des conducteurs de mise à la terre et d'égalisation.

Comme pour les câbles à fibres optiques, l'installateur doit respecter les exigences d'affaiblissement de trajet minimal du câblage (câbles et connecteurs) afin d'assurer le bon fonctionnement du canal. De plus, les instructions du fabricant du câble, du connecteur et du dispositif doivent être respectées.

Il convient que l'installateur place les câbles à fibres soit dans un chemin distinct soit de manière à ne pas être endommagés par la charge du câble ou pendant la maintenance (voir la Figure 29, par exemple).

Les étiquettes doivent être appliquées conformément à la documentation de planification du câblage.

#### **5.2.2.2 Séparation des circuits**

Pour éviter les effets négatifs sur la communication en raison d'un brouillage électromagnétique, les distances minimales de séparation doivent être respectées entre les câbles des différents circuits définis par le planificateur, conformément aux exigences données en 4.4.10.

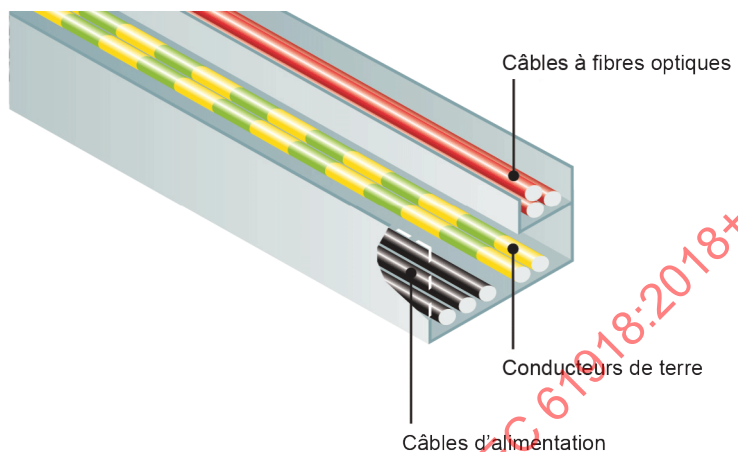
Il convient d'installer les câbles de communication dans un chemin séparé des autres circuits, afin de réduire les effets du brouillage électromagnétique sur les câbles de communication.

Dans les chemins partagés, les câbles de communication doivent être isolés des autres circuits par des barrières métalliques, comme indiqué par le planificateur (voir la Figure B.5).

La Figure 29 donne un exemple de séparation des câbles à fibres optiques.

NOTE La séparation présente un certain nombre d'avantages:

- amélioration de la compatibilité électromagnétique;
- protection des câbles existants contre les dommages liés au tirage de câbles supplémentaires dans le chemin;
- facilité de localisation en cas de dépannage.



IEC

**Figure 29 – Séparation de câbles dans les chemins**

### 5.2.3 Exigences spécifiques pour les CP

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de câble d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

### 5.2.4 Exigences particulières pour l'installation sans fil

Aucune.

### 5.2.5 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

## 5.3 Installation de connecteur

### 5.3.1 Description commune

Les câbles doivent être terminés conformément aux instructions du fabricant/fournisseur du matériel de connexion. Si des outils particuliers sont exigés pour assurer le raccordement, seuls ceux recommandés par le fabricant doivent être utilisés.

Après le raccordement, les éléments de câble doivent être disposés de manière à pouvoir accéder aux connecteurs, joints et câbles individuels en interrompant le moins longtemps possible les composants avoisinants pendant la réparation, l'expansion ou l'extension du câblage installé.

La conception en paire de broches du connecteur doit être conforme à la documentation de planification du câblage.

Lors de la confection des câbles ou des jeux de cordons, l'installateur doit se référer à l'Annexe H pour connaître le connecteur et le câblage de connecteur appropriés.

Les erreurs les plus fréquentes ci-après doivent être évitées:

- a) coupe de l'isolation du fil, lors du dénudage du câble. Si l'installateur abîme l'isolation, il/elle doit couper l'extrémité du câble et recommencer;
- b) incapacité de placer le boîtier ou le carter du connecteur dans le bon ordre d'installation du connecteur;
- c) détorsion trop importante des paires de câbles multipolaires symétriques. Cela est important pour maintenir les performances des systèmes de câblage symétrique;
- d) placement incorrect des conducteurs dans le connecteur.

De plus, pour terminer les extrémités de câble à paires torsadées non blindées et blindées, il convient d'appliquer les recommandations et règles de base suivantes décrites en 5.3.2 et 5.3.3.

Raccourcir autant que possible les conducteurs avant de les installer dans le corps de connecteur. La longueur de la gaine doit être suffisante pour s'insérer au dos du connecteur.

Les étiquettes doivent être appliquées conformément à la documentation de planification du câblage.

### 5.3.2 Connecteurs blindés

Le blindage doit assurer un blindage à 360 degrés autour du câble sur toute sa longueur (un contact de blindage uniquement appliqué par l'intermédiaire du fil de continuité n'a que peu d'effets à hautes fréquences). Les blindages de câble doivent être terminés à tous les points de raccordement.

A chaque point de raccordement:

- a) l'assemblage des éléments de connexion doit faire l'objet d'une attention particulière. Le contact de blindage doit être appliqué à 360° conformément au principe de la cage de Faraday. Le blindage doit être terminé afin de fournir une terminaison à faible impédance;
- b) le blindage doit se poursuivre par une connexion appropriée du blindage; des contacts à broches normales seuls ne doivent pas être utilisés;
- c) les discontinuités de blindage doivent être évitées (les petits trous dans le blindage, les spirales, les boucles, par exemple);
- d) les connexions de blindage doivent être solidement fixées (par cerclage ou serrage, par exemple);
- e) les blindages ne doivent pas faire office de réducteur de tension;
- f) les blindages doivent être mis à la terre conformément à la documentation de planification du câblage et aux exigences correspondantes des profils de communication.

Les connecteurs blindés doivent être installés conformément aux procédures de raccordement de connecteur et de jeu de cordons données à l'Annexe H et à l'Annexe I.

### 5.3.3 Connecteurs non blindés

Installer les connecteurs conformément aux recommandations du planificateur et aux informations du fabricant.

Les connecteurs non blindés doivent être installés conformément aux procédures de raccordement de connecteur et de jeu de cordons données à l'Annexe H et à l'Annexe I.

#### **5.3.4 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de connecteur d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

#### **5.3.5 Exigences particulières pour l'installation sans fil**

Aucune.

#### **5.3.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

### **5.4 Installation des terminaisons**

#### **5.4.1 Description commune**

L'installation des terminaisons doit être conforme à la documentation de planification du câblage.

NOTE Une terminaison inadaptée d'un élément de câble symétrique ou du blindage peut dégrader les performances de transmission, augmenter les émissions et réduire l'immunité (d'après 10.1.6 de l'ISO/IEC 11801-1:2017).

#### **5.4.2 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de terminaison d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

### **5.5 Installation du dispositif**

#### **5.5.1 Description commune**

Après accord avec le planificateur, l'installateur doit mettre une note dans la documentation de câblage en l'état concernant le remplacement des dispositifs s'éloignant de la documentation de planification du câblage.

#### **5.5.2 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de dispositif d'un réseau industriel particulier peuvent être consultées dans le profil d'installation respectif.

### **5.6 Codage et étiquetage**

#### **5.6.1 Description commune**

Le codage et l'étiquetage doivent être appliqués conformément aux exigences du planificateur.

#### **5.6.2 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de codage et d'étiquetage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

## **5.7 Mise à la terre et équipotentialité du matériel et des dispositifs et câblage blindé**

### **5.7.1 Description commune**

L'installateur doit procéder à la mise à la terre de l'installation (y compris le matériel, les chemins, les appareils et les blindages de câble) conformément à la documentation de planification du câblage, comme détaillé en 5.7. Par ailleurs, il convient d'appliquer les recommandations de l'IEC TR 61000-5-2.

Si la documentation de planification du câblage l'exige, l'installateur doit vérifier que les conducteurs de mise à la terre satisfont aux spécifications suivantes.

- Il convient que l'impédance de terre résistive soit inférieure à  $0,6 \Omega$ . Elle doit être inférieure à  $1 \Omega$ . La terre résistive est mesurée entre deux points de mise à la terre des dispositifs de communication ou des blindages de câble.

NOTE 1 Les facteurs inductifs des conducteurs de terre augmentent l'impédance de mise à la terre réelle en cas d'événements à hautes fréquences (voir l'Annexe B).

NOTE 2 Une faible résistance n'est pas une condition suffisante pour garantir des performances de fonctionnement par rapport aux erreurs de communication.

L'installateur doit également s'assurer que la résistance de connexion au bus de terre est de  $< 0,005 \Omega$  (voir 5.7.2.3).

Les étiquettes doivent être appliquées conformément à la documentation de planification du câblage.

### **5.7.2 Équipotentialité et mise à la terre des enveloppes et des chemins**

#### **5.7.2.1 Dimension et longueur des conducteurs d'égalisation et de mise à la terre**

Le placement des conducteurs de terre et d'égalisation doit être conforme aux instructions du planificateur. Si les exigences de dimension des conducteurs ne sont pas définies dans la documentation de planification du câblage, l'installateur doit utiliser les valeurs de section de câble définies en 4.4.7.2.1.

Les conducteurs de mise à la terre doivent être à la longueur minimale permettant d'assurer la connexion.

Le surplus de longueur des conducteurs de mise à la terre et de mise au même potentiel doit être coupé et ne doit pas être enroulé. En effet, l'enroulement augmente l'inductance et l'impédance et diminue l'efficacité du circuit de mise à la terre.

Les graphiques de la Figure 30 présentent les conséquences sur l'impédance à la suite de l'augmentation de l'espacement entre le conducteur de mise à la terre et le chemin métallique. L'installateur doit tenir compte du fait que le circuit d'égalisation et de mise à la terre devient moins efficace au fur et à mesure de l'augmentation de l'impédance avec l'espacement entre 1 mm et 10 mm ou 100 mm, etc.

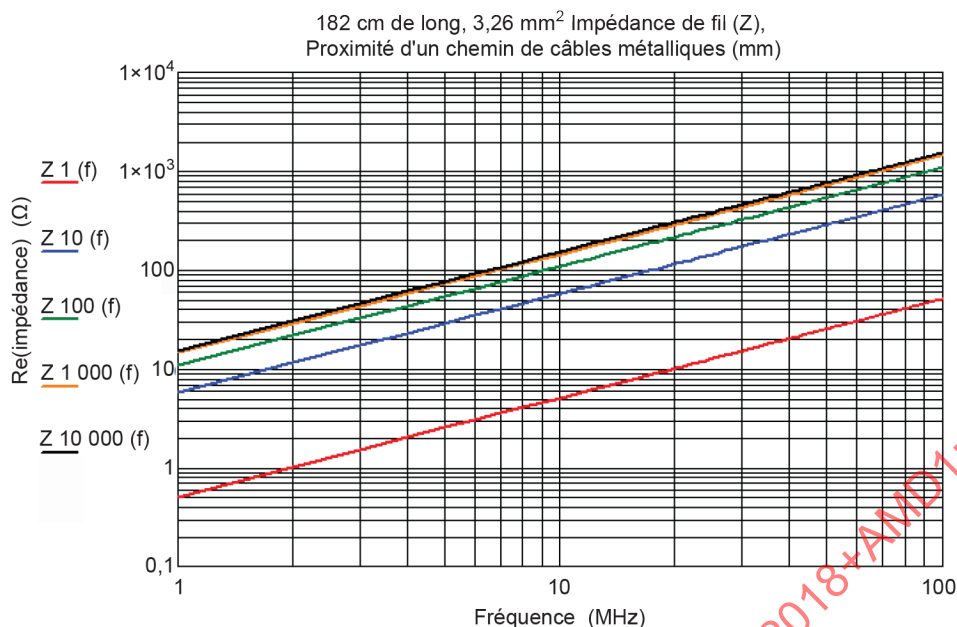


**Figure 30 – Impédance du circuit de mise à la terre en fonction de la distance par rapport au chemin métallique**

Un conducteur de mise à la terre ne doit pas être placé dans un conduit métallique tant que le conducteur n'est pas mis au même potentiel à chaque extrémité dudit conduit.

NOTE Le non-respect des exigences de mise au même potentiel augmente l'impédance des conducteurs de mise à la terre et menace son efficacité en tant que circuit de terre à faible impédance pour le bruit.

### 5.7.2.2 Tresses de liaison équipotentielle et dimensions

Si les exigences relatives aux tresses de métallisation ne sont pas définies dans la documentation de planification du câblage, l'installateur doit utiliser les dimensions de tresse de métallisation indiquées à la Figure 31.

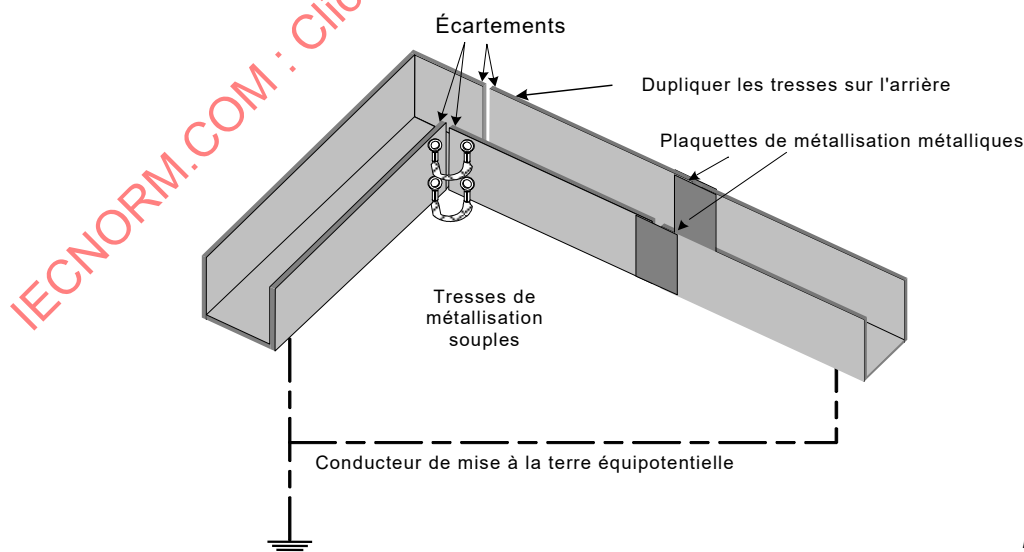


**Figure 31 – Utilisation de tresses de métallisations souples dans les chemins métalliques mobiles**

La Figure 31 explique comment l'installateur doit utiliser les tresses de métallisation souples et les tresses de métallisation métalliques conformément aux exigences du planificateur spécifiées en 4.4.7.2.4.

### 5.7.2.3 Préparation de surface et méthodes

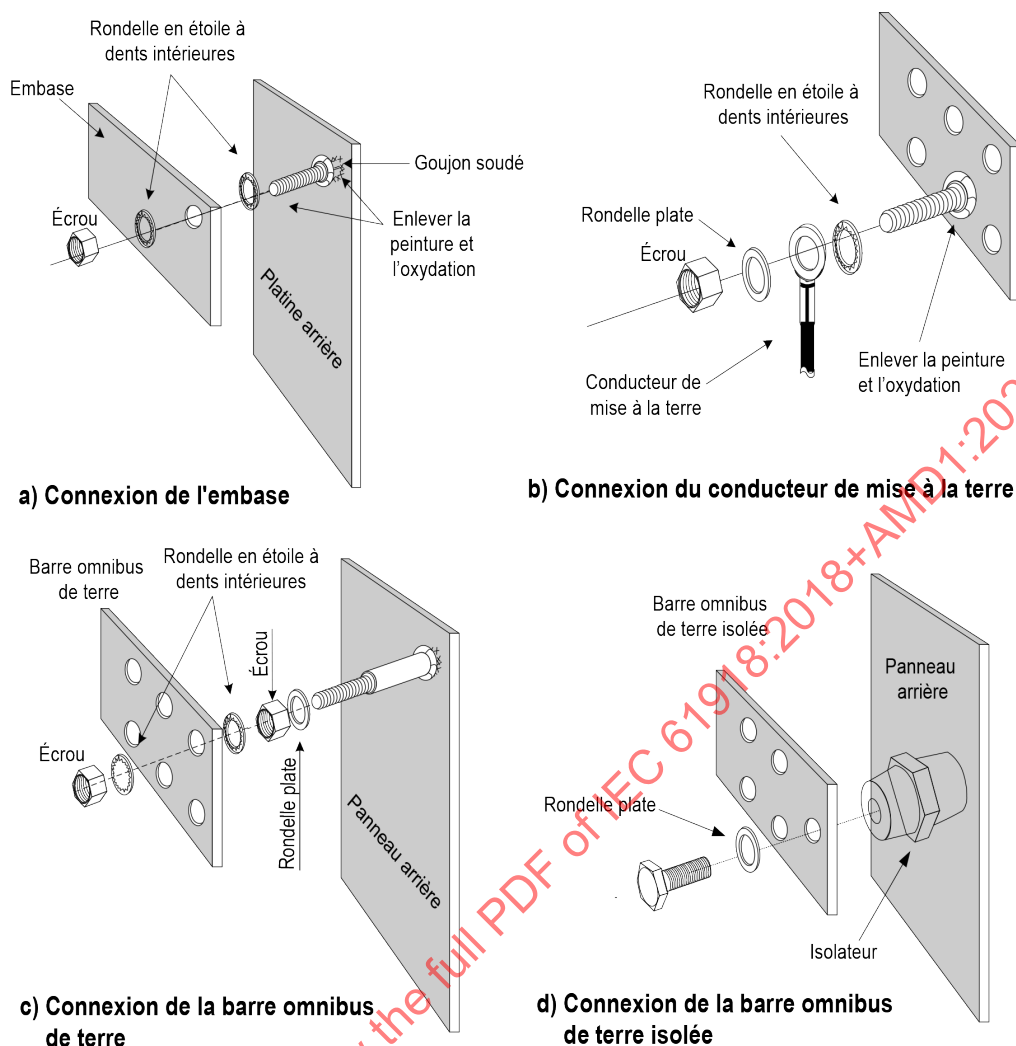
La Figure 32 donne des exemples de mise en œuvre mécanique correcte de connexions de mise à la terre.

La Figure 32 a) explique comment connecter une embase à une platine arrière, la Figure 32 b) explique comment connecter un conducteur de mise à la terre à une barre omnibus ou à une embase, la Figure 32 c) explique comment connecter une barre omnibus de mise à la terre à un panneau arrière, et la Figure 32 d) explique comment connecter une barre omnibus de mise à la terre isolée à un panneau arrière.

L'installateur doit procéder comme suit lors de l'installation du matériel de mise à la terre:

- éliminer la peinture et l'oxydation de tous les contacts et toutes les surfaces d'insertion avant de fixer les conducteurs de mise à la terre;
- utiliser soit les rondelles en étoiles à dents intérieures ou une rondelle plate comme indiqué à la Figure 32.

Les connexions à la terre doivent être protégées contre la corrosion afin d'assurer une stabilité à long terme.



IEC

**Figure 32 – Préparation de surface pour les connexions électromécaniques de mise à la terre et de mise au même potentiel**

### 5.7.3 Méthodes de mise à la terre

#### 5.7.3.1 Équipotentielle

Lors de l'installation des enveloppes et des dispositifs de communication, outre ce qui a été défini avec le planificateur, l'installateur doit vérifier ce qui suit et ce qui a été spécifié en 5.7.2.2.

- Le rail d'équipotentialité est mis à la terre dans chaque armoire de commande/enveloppe industrielle et connecté aux rails d'équipotentialité des autres armoires de commande.
- Chaque partie du réseau et des dispositifs installés doit être électriquement connectée au système d'équipotentialité/à la terre fonctionnelle en autant d'endroits que possible, comme indiqué par le planificateur. Il convient d'intégrer le conducteur de terre, les coffres ou les pièces de machines ou de châssis et tous les conducteurs de mise au même potentiel supplémentaires dans le système équipotentiel.

#### 5.7.3.2 Étoile

Si la documentation de planification du câblage spécifie un système de mise à la terre en étoile et que les dispositifs doivent être connectés à un système de mise à la terre fonctionnelle isolé du système de terre de protection, la méthode spécifiée par le planificateur



doit être utilisée en complément des spécifications ci-dessous: les barres omnibus offrent un point de mise à la terre en étoile pratique pour les systèmes de mise à la terre en étoile.

Une méthode de réduction de la longueur des conducteurs de mise à la terre dans un système de mise à la terre en étoile exige d'associer une cellule à une connexion en étoile commune, puis de raccorder cette connexion en étoile commune au système de mise à la terre du bâtiment, ce qui permet d'éliminer les différences de potentiel de terre dans une cellule locale. Si les câbles de communication blindés passent d'un espace de travail à un autre, les terres associées doivent faire partie intégrante du système de mise à la terre en étoile.

### **5.7.3.3 Mise à la terre du matériel (des dispositifs)**

#### **5.7.3.3.1 Absence de mise à la terre ou RC parallèle**

Si la documentation de planification du câblage exige d'isoler les dispositifs de la terre, le courant de fuite doit être conforme au profil d'installation correspondant.

Si un circuit RC parallèle est utilisé entre la terre et le dispositif, il doit être installé conformément à la documentation de planification du câblage et au profil de communication pertinent. La valeur de RC doit être conforme au profil de communication pertinent. L'installateur doit confirmer la présence du circuit RC parallèle pour s'assurer que le dispositif est correctement isolé. La borne isolée présentée à la Figure 33 peut être exigée pour empêcher le court-circuit du circuit RC.

#### **5.7.3.3.2 Direct**

La connexion directe à la terre doit être établie conformément aux spécifications fournies en 5.7.1.

#### **5.7.3.3.3 Installation des barres de bus en cuivre**

Si la documentation de planification du câblage prône l'utilisation de barres omnibus isolées, les exigences spécifiées par le planificateur doivent être utilisées en plus des spécifications suivantes.

- La Figure 33 donne un exemple de points de connexion fournis par les barres omnibus isolées.
- Si les composants de communication sont des glissières DIN montées, les isolateurs des glissières DIN doivent être utilisés (voir l'exemple de la Figure 34).

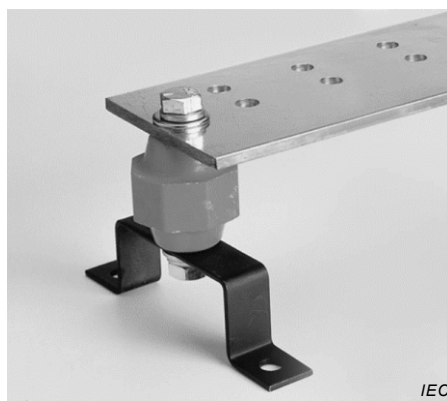


**Figure 33 – Exemple de barre omnibus isolée**



Figure 34 – Exemple d'isolateur pour le montage de rails DIN

## 5.7.4 Méthodes de mise à la terre du blindage

### 5.7.4.1 Généralités

Si des câbles blindés sont utilisés, l'enveloppe du dispositif et l'armoire de commande dans laquelle le dispositif de bus de terrain est monté doivent présenter le même potentiel de terre en assurant un contact métallique étendu à la terre (grâce au cuivre, par exemple, permettant d'assurer une bonne connexion).

Il est essentiel que les blindages de câble de communication n'acheminent pas les courants de bruit dus aux différences de potentiel de terre et à la mise à la terre incorrecte des dispositifs et des enveloppes. Les courants de bruit dans le blindage de câble causeraient des perturbations dans le réseau de communication.

Les Paragraphes 5.7.4.2 à 5.7.4.4 décrivent les techniques de mise à la terre dont il a été démontré qu'elles réduisent les défauts de communication dus au décalage de terre dans lesquelles les blindages pourraient être terminés. Le lecteur est invité à examiner d'autres normes comme l'IEC 60364 relatives à la terminaison correcte des câbles blindés et des structures métalliques exposées.

### 5.7.4.2 RC parallèle

La mise à la terre RC parallèle est assurée par une combinaison de R et de C (voir la Figure 35).

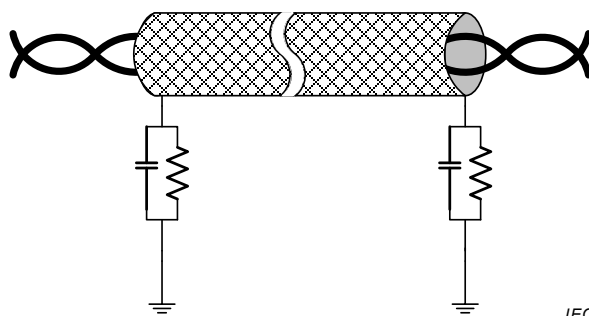


Figure 35 – Mise à la terre RC parallèle

### 5.7.4.3 Direct

La mise à la terre directe d'un blindage est représentée à la Figure 36.

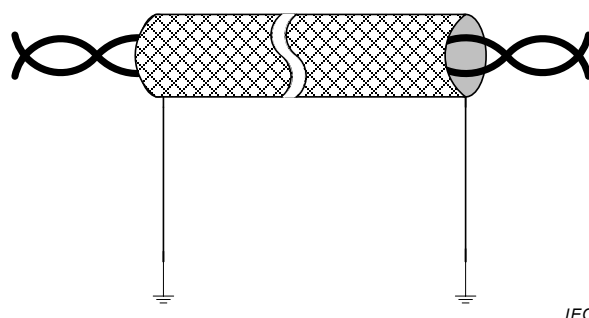


**Figure 36 – Mise à la terre directe du blindage**

En outre, l'installateur doit respecter les points suivants.

- Ne pas endommager les feuilles et tresses de blindage lors du dénudage de la gaine extérieure du câble.
- Les contacts de câble peuvent uniquement être établis avec les gaines de blindage en tresses de cuivre, pas avec les gaines de blindage en feuille d'aluminium, qui sont souvent également présentes. En règle générale, un côté de la gaine de blindage par feuille est fixé à un film plastique afin d'augmenter la résistance à l'usure de la gaine. Par conséquent, elle n'est pas conductrice.
- Les colliers de câble métalliques permettant de fixer le blindage en tresses doivent être sélectionnés en fonction de la dimension du câble (voir la Figure 37). L'installateur ne doit pas oublier ce qui suit:
  - si cette connexion est trop serrée, elle endommage définitivement le câble en dégradant les performances de transmission; et,
  - si la connexion est trop lâche, cela introduit du bruit dans le système.

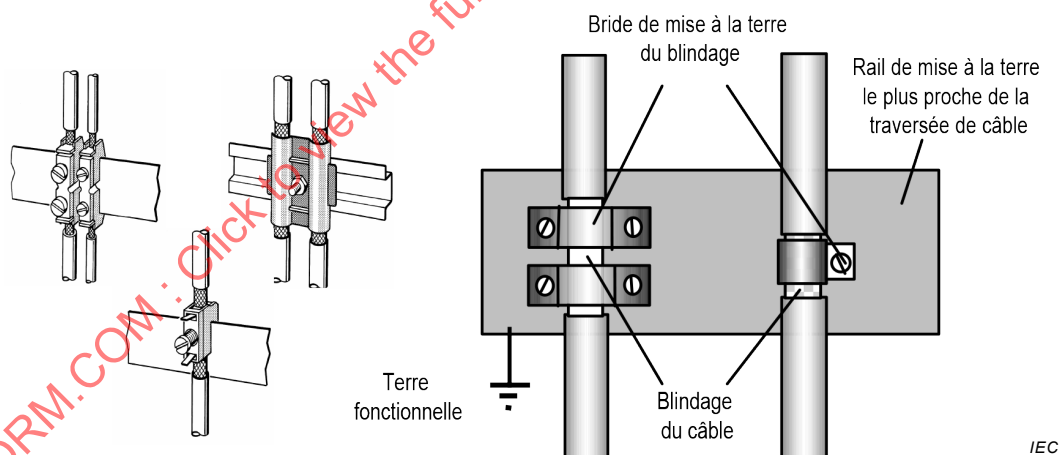


**Figure 37 – Exemples d'application de blindage**

- Les surfaces étamées ou galvaniquement stabilisées sont idéales pour établir un bon contact. Avec les surfaces galvanisées, le contact nécessaire doit être établi à l'aide d'une connexion à vis appropriée. Les points de contact avec surfaces peintes ne sont pas adaptés.
- Il convient de ne pas utiliser les colliers de gaine de blindage/contacts en tant que réducteur de pression, sauf s'ils ont été conçus à cet effet. Le contact pourrait se détendre ou se détacher.

La Figure 38 montre comment l'installateur doit utiliser le conducteur d'égalisation pour limiter les décalages de tension, comme exigé par le planificateur (voir 4.4.7.4.2).

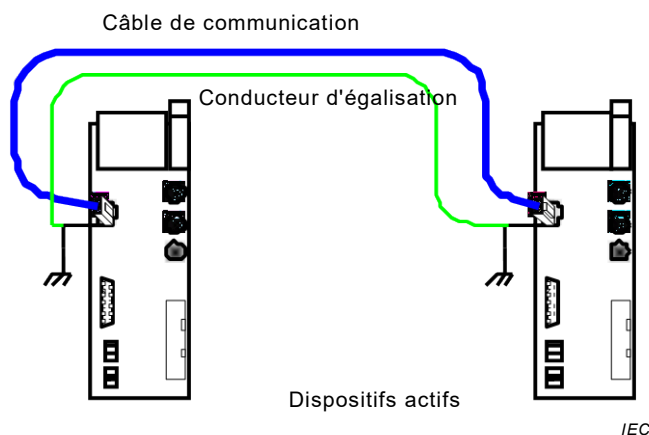


Figure 38 – Limitation du décalage de tension

#### 5.7.4.4 Dérivées de circuit RC direct et parallèle

Des exemples de dérivées de mise à la terre RC directe et parallèle du blindage sont donnés à la Figure 39 et à la Figure 40.

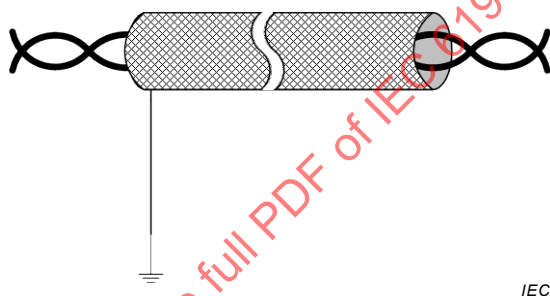


Figure 39 – Premier exemple de dérivées de mise à la terre du blindage

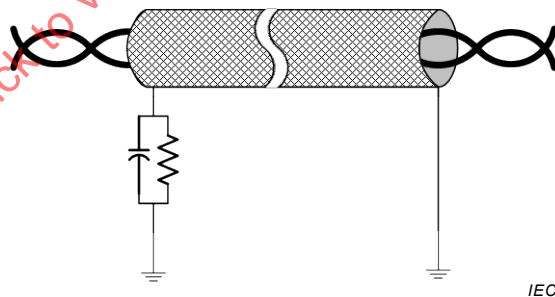


Figure 40 – Deuxième exemple de dérivées de mise à la terre du blindage

#### 5.7.5 Exigences spécifiques pour les CP

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de mise à la terre et de blindage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

#### 5.7.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

## 5.8 Documentation du câblage comme exécuté

L'installateur doit documenter le résultat de l'installation de réseau. Il convient que la documentation de câblage en l'état contienne au moins les éléments suivants, qui doivent être rassemblés dans des documents organisés et nommés conformément à l'IEC 62708:

- a) inventaire des composants installés;
- b) acheminement de câbles;
- c) étiquetage utilisé;
- d) emplacement des dispositifs à connecter au réseau;
- e) canaux mis en œuvre.

## 6 Installation, vérification et essai de réception de l'installation

### 6.1 Généralités

L'Article 6 aborde la vérification et les essais de réception d'installation d'une infrastructure de câblage installée.

La vérification de l'installation implique d'examiner l'infrastructure de câblage et de soumettre tous les éléments connexes à essai (les systèmes de mise à la terre, par exemple) en fonction des exigences de vérification ci-dessous:

- a) la documentation de planification du câblage, y compris les écarts et ajouts convenus par le planificateur;
- b) le profil d'installation approprié de l'IEC 61784-5 (toutes les parties) ou de l'ISO/IEC 11801-3 (en cas de câblage générique);
- c) les exigences de l'Article 5.

Les essais de réception garantissent que l'installation est en mesure de prendre en charge l'application exigée et comprennent

- l'examen du câblage installé;
- les essais de performance de transmission de câblage conformément à la documentation de planification du câblage et tous les écarts enregistrés.

Pour le câblage venant à l'appui des profils de communication de l'IEC 61784 (toutes les parties), le personnel procédant à l'essai doit bien connaître le profil d'installation CP approprié ou l'ISO/IEC 11801-3 (en cas de câblage générique).

Les exigences spécifiées au présent Article 6 pour les CP s'appliquent également pour la mise en œuvre de l'installation de réseaux symétriques à 1 paire spécifiée à l'Annexe Q.

Les exigences supplémentaires pour un réseau symétrique à 1 paire sont spécifiées en Q.4.

### 6.2 Vérification de l'installation

#### 6.2.1 Généralités

Le vérificateur doit contrôler (par un examen visuel et quelques mesures simples) que tout le réseau est installé en totale conformité avec la documentation de planification du câblage et que la documentation de câblage en l'état est exhaustive et correcte, comme cela est exigé.

La vérification a également lieu après chaque connexion supplémentaire ou après des ajouts, des suppressions, des opérations de maintenance ou des modifications.

NOTE En règle générale, le travail du vérificateur est exécuté par l'installateur lui-même à l'issue de l'installation.

Les éléments à vérifier conformément à la documentation de planification du câblage figurent dans les paragraphes de 6.2.

Ces éléments d'action de vérification visent à s'assurer que le réseau est installé conformément à la documentation de planification du câblage et qu'il prend en charge les activités ultérieures de maintenance et/ou dépannage.

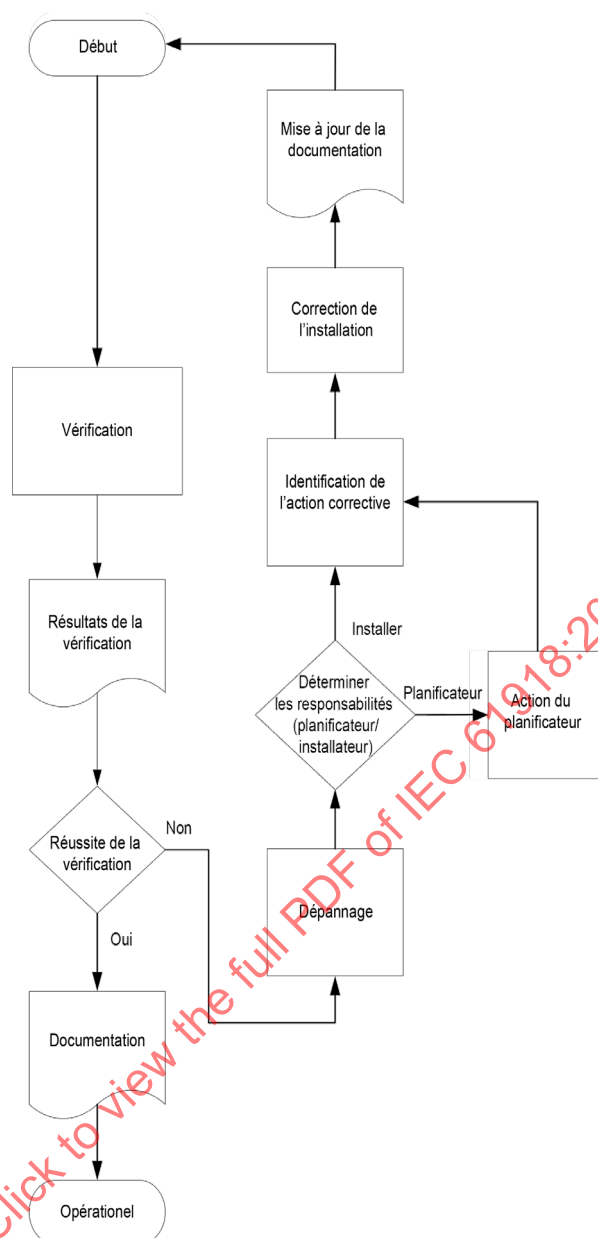
Le schéma de la Figure 41 a pour objet d'orienter le processus de vérification de l'installation.

Il convient de sélectionner les outils d'essai en fonction des besoins et des exigences du profil de communication spécifique. Les outils d'essai commerciaux peuvent être disponibles.

#### **6.2.2 Vérification conformément à la documentation de planification du câblage**

Pour une installation correcte, il convient de vérifier chaque câblage installé en fonction des exigences indiquées en 6.2.3 et des listes de contrôle de l'Annexe G.

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification de l'installation d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.



IEC

**Figure 41 – Processus de vérification de l'installation**

### 6.2.3 Vérification de la mise à la terre et de l'équipotentialité

#### 6.2.3.1 Généralités

Toutes les connexions de mise à la terre et de mise au même potentiel doivent être conformes à la documentation de planification du câblage et doivent être vérifiées afin de satisfaire aux exigences minimales de résistance spécifiées en 6.2.3.

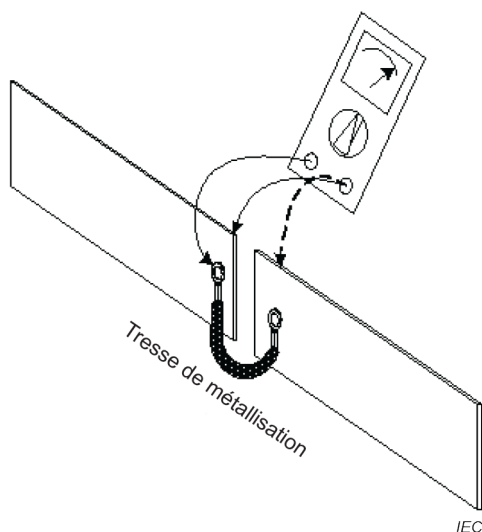


**Figure 42 – Essai des connexions de mise à la terre**

Valider par un essai (voir la Figure 42), à l'aide d'un voltmètre (ou d'un oscilloscope) adapté, que la résistance ou le décalage de tension entre une connexion de mise à la terre et de mise au même potentiel et un point de mise à la terre et de mise au même potentiel existant est conforme aux exigences de 5.7.1 et 5.7.2, les câbles de communication étant connectés ou 1 V respectivement sans câble de communication connecté. La résistance de la connexion mécanique entre un conducteur de mise au même potentiel ou de mise à la terre et une surface métallique doit être inférieure à  $0,005 \Omega$ . Si la distance empêche de procéder à cet essai, il convient d'utiliser les exigences concernant la vérification visuelle de la mise à la terre et de vérifier les mesures de résistance aux points de connexion. Il convient que la vérification visuelle prévoie de contrôler la dimension correcte des conducteurs de mise à la terre et de mise au même potentiel conformément à la documentation de planification du câblage. Si les conditions ci-dessus ne peuvent pas être satisfaites, il convient de corriger le système de mise à la terre ou un autre support doit être envisagé (câbles non blindés, câbles à fibres optiques ou sans fil).

Les exigences spécifiées en 6.2 s'appliquent à tous les matériels, enveloppes de matériel et salles de télécommunication.

La bonne installation des barres omnibus en cuivre doit être vérifiée. Si la barre de bus est isolée de l'acier de construction au point de montage, vérifier que la résistance d'isolation est  $> 2 \text{ M}\Omega$  entre la barre omnibus et le point de montage. Si elle est directement montée sur l'acier de construction, vérifier que la résistance est  $< 0,005 \Omega$  entre la barre de bus et l'acier de construction.

Vérifier que le conducteur qui connecte les barres omnibus respecte les exigences du planificateur définies en 4.4.7.3.4 en particulier. Vérifier que la dimension du conducteur est correcte et que la résistance équipotentielle est  $\leq 0,005 \Omega$  entre le fil et la barre omnibus.

Vérifier que la mise en œuvre de la configuration en étoile ou de la configuration équipotentielle est correcte.

Vérifier que le surplus de longueur des conducteurs de mise à la terre ou de mise au même potentiel a été retiré et n'est pas enroulé.

### **6.2.3.2 Exigences particulières relatives à la mise à la terre et à l'équipotentialité**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification de la mise à la terre et de la mise au même potentiel d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.



#### **6.2.4 Vérification de la mise à la terre du blindage**

Le Paragraphe 6.2.4 s'applique en cas d'utilisation de câbles blindés ou de câbles contenant des éléments ou unités blindés. Il ne donne que des recommandations élémentaires.

Les procédures nécessaires à une mise à la terre adéquate dans le cadre de la sécurité électrique et de la compatibilité électromagnétique font l'objet de réglementations nationales et locales, s'appuient sur main d'œuvre compétente et sont parfois exécutées uniquement dans le cadre d'une technique spécifique à l'installation.

Noter que le raccord inapproprié des blindages peut dégrader la sécurité et/ou les performances.

Lorsqu'ils doivent être mis à la terre, les blindages doivent être vérifiés conformément aux exigences du profil d'installation du profil de communication correspondant. En l'absence de recommandations spécifiques, la connexion doit être  $\leq 0,005 \Omega$  entre le blindage et le point de liaison à la terre.

#### **6.2.5 Vérification du système de câblage**

##### **6.2.5.1 Vérification de l'acheminement de câbles**

Il convient que l'examen visuel permette de vérifier la conformité de l'acheminement de câbles aux exigences du planificateur et aux techniques d'acheminement.

NOTE Selon le profil de communication et le réseau installé, il existe des limites topologiques spécifiques (voir l'Article 4 et le profil d'installation du profil de communication respectif pour connaître les topologies prises en charge). La documentation de planification du câblage définit la topologie du réseau à installer.

Il convient que l'examen visuel du réseau permette de vérifier que

- le câblage est correctement isolé et séparé des circuits, conformément au présent document et aux réglementations locales (voir 4.4.10), et
- le surplus de câble de communication est conforme à 4.4.9.1.

##### **6.2.5.2 Vérification de la protection du câble et du réducteur de traction approprié**

Vérifier que les câbles entrant et sortant des enveloppes assurent l'étanchéité et une réduction de tension correcte et forment des boucles d'écoulement, le cas échéant.

#### **6.2.6 Vérification de la sélection du câble**

##### **6.2.6.1 Description commune**

Il convient de vérifier que les composants installés sont conformes à la documentation de planification du câblage et à la documentation en l'état.

##### **6.2.6.2 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification de la sélection du câble d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

##### **6.2.6.3 Exigences particulières pour l'installation sans fil**

Aucune.

## 6.2.7 Vérification du connecteur

### 6.2.7.1 Description commune

La vérification du connecteur implique les deux exigences suivantes:

- les connecteurs sont conformes à la documentation de planification du câblage;
- le connecteur a été installé conformément au profil d'installation et à la fiche technique du fabricant.

### 6.2.7.2 Exigences spécifiques pour les CP

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification du connecteur d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

### 6.2.7.3 Exigences particulières pour l'installation sans fil

Aucune.

## 6.2.8 Vérification de la connexion

### 6.2.8.1 Description commune

Le vérificateur doit vérifier le nombre de connexions, les connecteurs utilisés et la table de correspondance des fils.

### 6.2.8.2 Nombre de connexions et de connecteurs

Vérifier le nombre exact de connexions et de connecteurs utilisés, conformément à la documentation de planification du câblage, et plus particulièrement le nombre de connexions autorisées.

### 6.2.8.3 Table de correspondance des fils

Le vérificateur doit s'assurer que la table de correspondance des fils est conforme à la documentation de planification du câblage. La méthode d'essai est donnée en ~~5.3.2.2 de l'IEC 61935-1:2015~~ 5.3.3.2 de l'IEC 61935-1:2019.

La table de correspondance des fils consiste à vérifier la terminaison broche à broche à chaque extrémité et à rechercher les erreurs de connectivité d'installation. Pour chacun des conducteurs du câble, la table de correspondance des fils indique :

- une continuité vers l'extrémité éloignée ;
- des courts-circuits entre au moins deux conducteurs ;
- des paires inversées;
- des séparées divisées;
- des paires transposées;
- toute autre erreur de câblage.

La Figure 43 et la Figure 44 donnent des exemples d'attribution de groupe de broches et de paires. Les paires incorrectes sont représentées à la Figure 45.

Une paire inversée apparaît lorsque la polarité d'une paire de fils est inversée à l'une extrémité de la liaison permanente (également appelée inversion en tête).

Une paire transposée apparaît lorsque les deux conducteurs d'une paire de fils sont connectés à l'emplacement d'une paire différente au niveau de la connexion éloignée.

NOTE 1 Les paires transposées sont parfois appelées « paires croisées ».

Des paires séparées apparaissent lorsque la continuité broche-broche est maintenue, mais que les paires physiques sont séparées.

NOTE 2 Lors de l'essai des systèmes à 2 paires, il peut s'avérer nécessaire de convertir le connecteur pour l'essai du câble afin de prendre en charge le connecteur M12. De plus, il est nécessaire que ce matériel prenne en charge des câbles à 2 paires avec la bonne configuration de câblage.

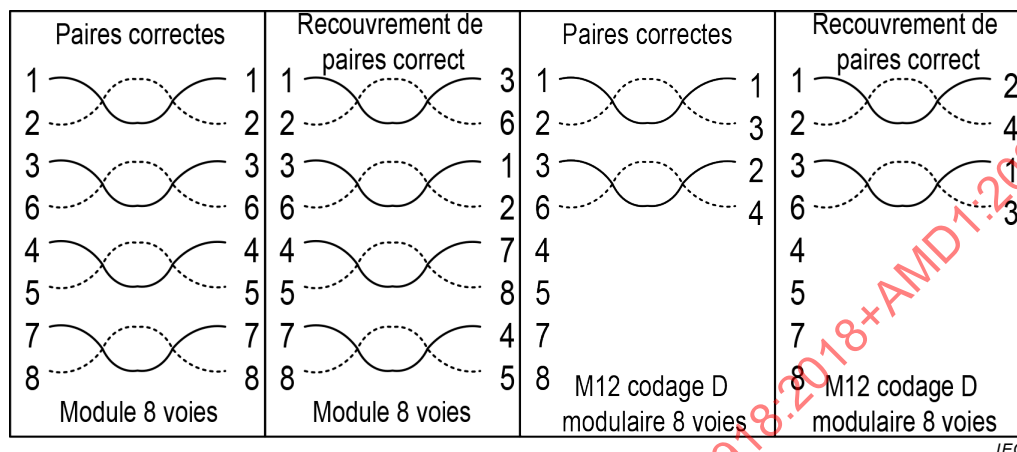


**Figure 43 – Attribution de groupes de broches et de paires pour deux connecteurs à huit positions (sous-parties IEC 60603-7) ou deux connecteurs à quatre positions (série IEC 60603 et IEC 61076-2-101)**

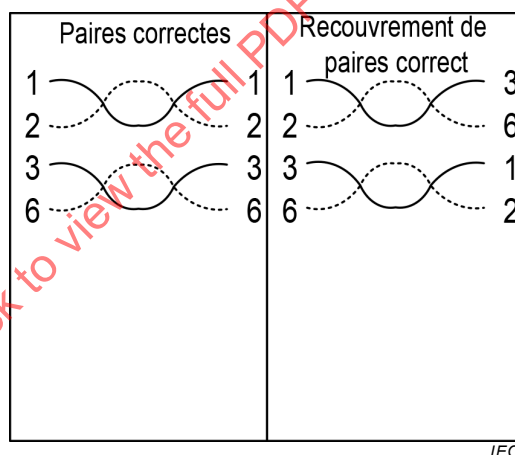


**Figure 44 – Connecteur modulaire 8 voies à deux paires**

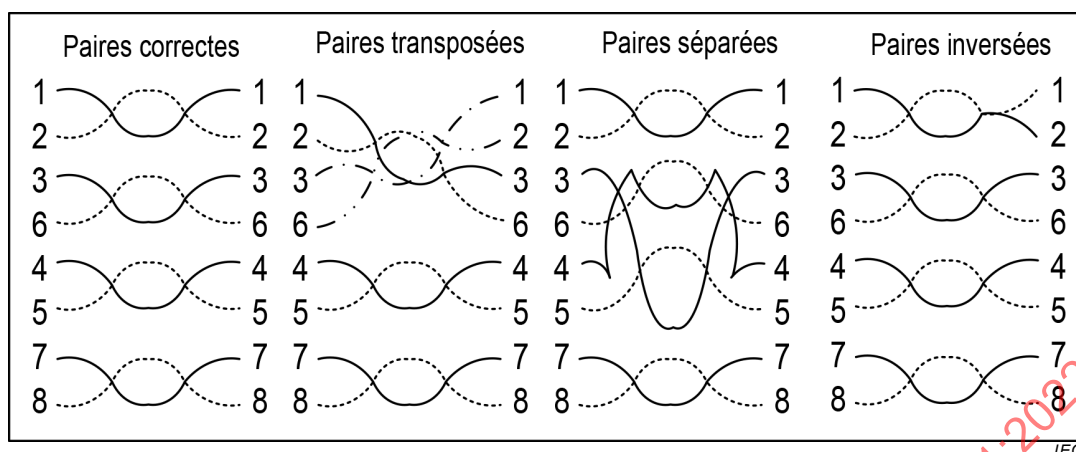


**Figure 45 – Paires transposées, paires séparées et paires inversées**

Pour les applications symétriques à 1 paire, les exigences spécifiées en Q.4.2 s'appliquent.

## 6.2.9 Vérification des terminaisons

### 6.2.9.1 Description commune

Le processus de vérification doit inclure une vérification visuelle et électrique (c'est-à-dire les valeurs, l'emplacement et la protection des terminaisons) conformément à la documentation de planification du câblage.

### 6.2.9.2 Exigences spécifiques pour les CP

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification de terminaison d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

## 6.2.10 Vérification du codage et de l'étiquetage

### 6.2.10.1 Description commune

Le vérificateur doit s'assurer de la présence de l'étiquetage, lequel contient le texte exigé dans la documentation de planification du câblage. Le cas échéant, le vérificateur doit s'assurer que l'étiquette est apposée sur un matériau durable et que le texte reste définitivement lisible.

### 6.2.10.2 Exigences particulières de vérification du codage et de l'étiquetage

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification de codage et d'étiquetage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

## 6.2.11 Rapport de vérification

La réussite de la vérification doit être documentée dans un rapport de vérification final. Le rapport doit contenir un exemplaire des listes de contrôle (voir l'Annexe G) renseignées par le vérificateur.

## 6.3 Essai de réception de l'installation

### 6.3.1 Généralités

L'organisation chargée de l'essai de réception doit évaluer l'aptitude du réseau à prendre en charge les applications exigées. Un "essai de réception" est un processus censé garantir la

conformité de la mise en œuvre à la norme, comme indiqué dans la documentation de planification du câblage (voir 4.5).

Le personnel chargé de l'essai de réception doit

- a) vérifier que la documentation de planification du câblage, avec les écarts et ajouts enregistrés, est exhaustive et correcte comme exigé;
- b) inclure un examen visuel de l'installation réseau afin de s'assurer que le réseau est correctement installé (voir 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6, 6.2.6.3, 6.2.9, 6.2.10);
- c) valider le réseau grâce à une liste définie de mesures et documenter les résultats des mesures.

NOTE 1 Il est important d'enregistrer les résultats d'essai positifs pour la maintenance et le dépannage.

NOTE 2 Dans le présent document, le terme "validation" prend la signification spécifique définie en 3.1.84.

De nombreux outils disponibles dans le commerce permettent de valider les performances du système de câblage. Il convient de sélectionner les outils d'essai en fonction du bus de terrain, de la couverture des essais et de la précision souhaitée.

La personne chargée de l'essai doit soumettre le réseau à essai conformément aux exigences d'essai de réception, comme indiqué en 6.3.2 (câblage reposant sur Ethernet) et en 6.3.3 (câblage ne reposant pas sur Ethernet).

Les enregistrements d'essai obtenus permettent une validation documentée du réseau.

L'organigramme de la Figure 46 a pour objet d'orienter le processus de validation.

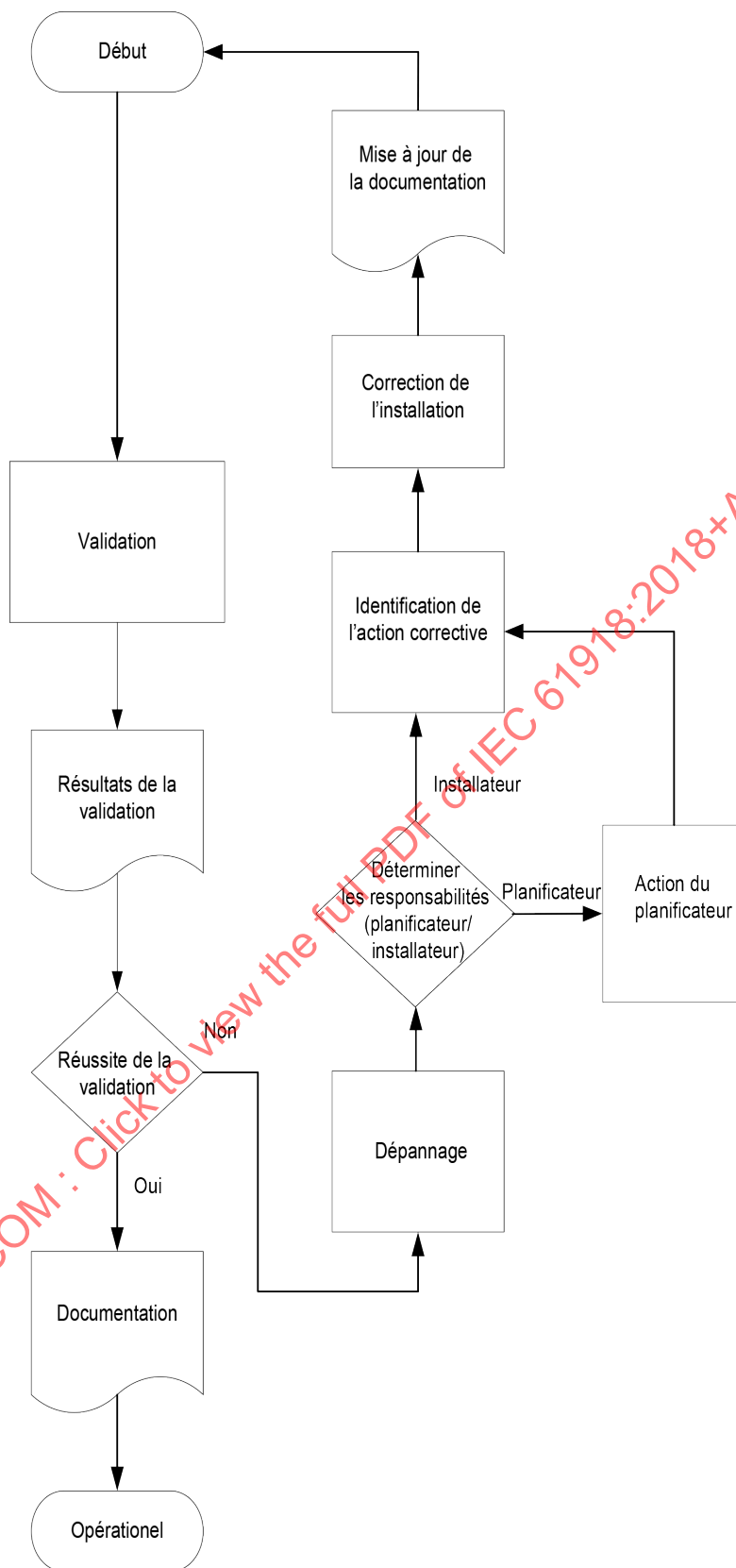


**Figure 46 – Processus de validation**

## 6.3.2 Essai de réception du câblage reposant sur Ethernet

### 6.3.2.1 Validation du câblage symétrique de CP reposant sur Ethernet

#### 6.3.2.1.1 Description commune

Les performances de transmission des canaux de câblage (voir la Figure 47) décrites à l'Article 4 peuvent uniquement être déterminées si les câbles et cordons connectant le câblage installé aux dispositifs sont présents. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix du matériel d'essai.

Les performances de transmission des liaisons permanentes (voir la Figure 48) peuvent uniquement être déterminées à l'aide de cordons d'essai particuliers. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix du matériel et des cordons d'essai.

S'il est spécifié qu'un profil de communication est pris en charge par une classe de performances de transmission comme indiqué dans l'ISO/IEC 11801-3, les méthodes d'essai de l'ISO/IEC 11801-3 peuvent être appliquées au canal.

Il convient d'appliquer un essai de liaison permanente, conformément aux exigences applicables de la classe de transmission appropriée de l'ISO/IEC 11801-3, uniquement s'il a été démontré que les composants de câblage ultérieurement associés à la liaison permanente pour former le canal de transmission maintiennent la classe de performances de canal exigée de l'ISO/IEC 11801-3.

Les exigences du matériel d'essai pour exécuter les essais conformément à l'ISO/IEC 11801-3 sont spécifiées dans l'IEC 61935-1 et l'ISO/IEC 14763-4 pour la liaison bout à bout (voir la Figure 49). Ce matériel est exigé pour générer la documentation spécifique couvrant les performances de transmission et la table de correspondance des conducteurs.

NOTE Conformément à l'IEC 61935-1, le matériel d'essai peut exiger d'être modifié afin de soumettre à essai le câblage symétrique à 2 paires.

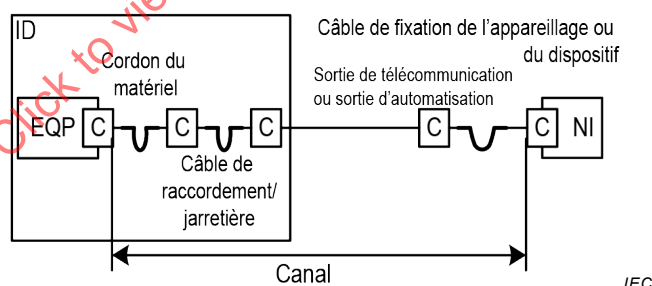


Figure 47 – Représentation schématique du canal

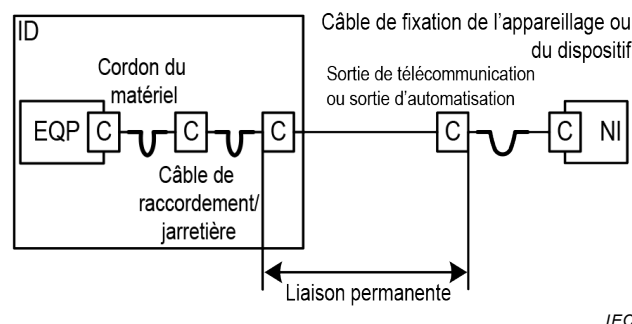


Figure 48 – Représentation schématique de la liaison permanente

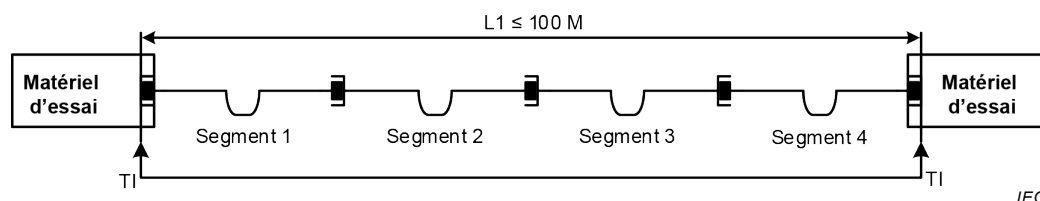


**Figure 49 – Représentation schématique de la liaison bout à bout**

Le matériel conforme à l'IEC 61935-1 peut être utilisé pour soumettre à essai les canaux et liaisons permanentes en fonction d'autres critères de performances Ethernet (ceux stipulés dans d'autres normes, par exemple). Toutefois, dans ces cas également, il convient de procéder à un essai de liaison permanente en fonction des exigences applicables, uniquement s'il a été démontré que les composants de câblage ultérieurement associés à la liaison permanente pour former le canal de transmission maintiennent les performances de canal exigées.

La Figure 49 donne une représentation schématique d'une liaison bout à bout à quatre segments et cinq connexions. Les légendes de cette figure sont décrites à l'Annexe O, dans laquelle d'autres configurations de liaisons bout à bout sont présentées.

L'essai de la liaison bout à bout doit être réalisé selon l'ISO/IEC 14763-4. L'Annexe O décrit la manière de soumettre à essai la liaison bout à bout.

Les autres exigences de performances du canal ou de la liaison permanente doivent être appliquées comme indiqué dans le profil d'installation du profil de communication correspondant.

Le matériel d'essai sur le terrain des réseaux Ethernet contenant des adaptateurs de connexion doit satisfaire au niveau de canal et d'exactitude approprié défini dans l'IEC 61935-1.

#### **6.3.2.1.2 Paramètres d'essai de performances de transmission**

Les paramètres pour lesquels les essais sur le terrain sont spécifiés dans l'ISO/IEC 11801-3 et dont il existe une prise en charge dans l'IEC 61935-1:2015 et l'IEC 61935-1-1:2019 sont les suivants:

- a) affaiblissement de réflexion;
- b) perte d'insertion;
- c) paradiaphonie (NEXT);
- d) télédiaphonie (FEXT);
- e) paradiaphonie cumulée (PSNEXT);
- f) rapport affaiblissement/diaphonie (ACR);
- g) rapport affaiblissement/diaphonie cumulée (PSACR);
- h) télédiaphonie de niveau égal (ELFEXT);
- i) télédiaphonie cumulée (PSELFEXT);
- j) résistance de boucle en courant continu;
- k) dispersion des temps de propagation;
- l) dispersion des temps.
- m) affaiblissement de symétrie, en extrémité proche (TCL)
- n) affaiblissement de symétrie, en extrémité éloignée (ELTCTL)



Les points m) et n) ci-dessus s'appliquent si des exigences sont données dans le CP correspondant.

NOTE 1 Cette liste suppose que la table de correspondance des fils et que la longueur ont été vérifiées étant donné que:

- des erreurs de mapping paire-broche donneraient lieu à des défaillances identifiées des performances de transmission;
- la longueur du canal/de la liaison permanente n'est pas un paramètre d'essai de performances de transmission (mais peut être important pour la gestion d'une documentation d'installation précise).

NOTE 2 La continuité n'est pas incluse étant donné que des erreurs de mapping paire-broche donneraient lieu à des défaillances identifiées des performances de transmission.

NOTE 3 Cette liste peut être modifiée dans les éditions ultérieures des normes ci-dessus.

Les résultats des essais doivent être enregistrés dans le rapport d'essai de réception.

#### **6.3.2.1.3 Exigences particulières pour les CP reposant sur Ethernet**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation d'un profil de communication particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

#### **6.3.2.2 Validation du câblage à fibres optiques des CP reposant sur Ethernet**

##### **6.3.2.2.1 Description commune**

Les performances de transmission des canaux de câblage décrites à l'Article 4 peuvent uniquement être déterminées si les câbles ou cordons connectant le câblage installé aux dispositifs sont présents. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix du matériel d'essai et des cordons d'essai.

Les performances de transmission des liaisons permanentes peuvent uniquement être déterminées à l'aide de cordons d'essai particuliers. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix du matériel et des cordons d'essai.

Les exigences de performances du canal ou de la liaison permanente doivent être appliquées comme indiqué dans le profil de communication correspondant, et aux longueurs d'ondes spécifiées.

Les paramètres suivants au moins doivent être mesurés:

- polarité de la fibre optique;
- perte d'insertion de la liaison permanente ou du canal;
- longueur.

Les méthodes d'essai de l'ISO/IEC 14763-3 doivent être appliquées. Les longueurs de câble peuvent être déterminées à l'aide du matériel d'essai fonctionnant dans le domaine temporel ou à partir des marquages de câble.

Il convient de procéder à un essai de liaison permanente en fonction des exigences applicables, uniquement s'il a été démontré que les composants de câblage ultérieurement associés à la liaison permanente pour former le canal de transmission maintiennent les performances de canal exigées.

### **6.3.2.2.2 Exigences particulières relatives aux CP de câblage à fibres optiques**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation du câblage à fibres optiques d'un profil de communication particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

### **6.3.2.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Le câblage générique installé pour les locaux industriels doit être soumis à essai conformément aux méthodes spécifiées dans l'ISO/IEC 11801-3 en fonction des exigences de la classe de performances de transmission pertinente de l'ISO/IEC 11801-3.

## **6.3.3 Essai de réception du câblage ne reposant pas sur Ethernet**

### **6.3.3.1 Câblage en cuivre pour les CP ne reposant pas sur Ethernet**

#### **6.3.3.1.1 Description commune**

Les mesurages de validation du câblage sont exigés dans le profil d'installation CP correspondant. Une liste des mesurages qui peuvent être exigés dans les profils d'installation CP est donnée ci-après:

- a) résistance de boucle (voir les spécifications du câblage);
- b) résistance en courant continu de la ligne de transmission de données (voir les spécifications du câblage);
- c) résistance en courant continu du blindage (voir les spécifications du câblage);
- d) résistance en courant continu entre les lignes de transmission de données (le résultat doit être "ouvert");
- e) résistance en courant continu entre les lignes de transmission de données et le blindage (le résultat doit être "ouvert");
- f) longueur du câble par un essai ou un examen;
- g) résistance en courant continu entre le blindage et la surface de mise au même potentiel (le résultat dépend de la méthode de mise à la terre du blindage mise en œuvre);
- h) valeur de terminaison (voir le profil d'installation CP).

L'Annexe N donne une procédure applicable aux mesures de la résistance en courant continu du câblage installé afin de valider:

- la résistance de boucle;
- la résistance en courant continu de la ligne de transmission de données;
- la résistance en courant continu du blindage;
- l'absence de courts-circuits entre les fils;
- l'absence de courts-circuits entre le fil et le blindage.

#### **6.3.3.1.2 Exigences particulières relatives au câblage en cuivre des CP ne reposant pas sur Ethernet**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation du câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

### **6.3.3.2 Câblage à fibres optiques pour les CP ne reposant pas sur Ethernet**

#### **6.3.3.2.1 Description commune**

Voir 6.3.2.2.1.

#### **6.3.3.2.2 Exigences particulières pour les CP ne reposant pas sur Ethernet**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation du câblage à fibres optiques ne reposant pas sur Ethernet d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

#### **6.3.3.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Le câblage générique installé pour les locaux industriels doit être soumis à essai conformément aux méthodes spécifiées dans l'ISO/IEC 11801-3 en fonction des exigences de la classe de performances de transmission pertinente de l'ISO/IEC 11801-3.

#### **6.3.4 Exigences particulières pour l'installation sans fil**

Aucune.

#### **6.3.5 Rapport d'essai de réception**

La réussite de l'essai de réception doit être documentée dans un rapport final.

Le rapport doit contenir un exemplaire de toutes les listes de contrôle renseignées par la personne chargée de l'essai de réception.

### **7 Administration de l'installation**

#### **7.1 Généralités**

L'opérabilité d'une infrastructure de réseau de communication repose sur une administration efficace. Chaque propriétaire d'un réseau doit établir et gérer les procédures d'administration en fonction des exigences de l'entreprise ou des normes disponibles.

L'Article 7 ne recommande aucune règle particulière d'administration du réseau. L'Article 7 donne les principes de base et les exemples à partir desquels un système d'administration adapté doit être développé et géré.

Il s'agit d'administrer le câblage tout au long de son cycle de vie, ce qui comprend

- l'ajout et la suppression de segments de bus;
- l'ajout et la suppression de points de connexion, y compris les câbles de fixation, les prises d'automatisation et les prises de télécommunication.

NOTE Des informations supplémentaires relatives à l'administration des réseaux sont disponibles dans l'EN 50174-1 et l'EIA/TIA 568.

Les exigences particulières d'administration de l'installation doivent être fournies comme suit.

- a) Les exigences particulières d'administration du câblage générique des locaux industriels sont spécifiées dans l'ISO/IEC 14763-2:2012.
- b) Les exigences particulières d'administration d'un câblage de profil de communication sont fournies dans le profil d'installation correspondant.

#### **7.2 Domaines couverts par l'administration**

L'administration d'un réseau est assurée tout au long du cycle de vie du réseau. Dans l'Article 7, le terme "infrastructure de bus de terrain" couvre le câblage de technique de l'information, ainsi que les applications et les équipements associés.

L'administration couvre les domaines suivants:

- principes de base du système d'administration;
- procédures de travail;
- identification de l'emplacement d'installation;
- étiquetage;
- documentation.

### 7.3 Principes de base du système d'administration

Le système d'administration du système de câblage est établi:

- de manière à être cohérent avec le système d'administration des autres systèmes de l'usine;
- de manière à ce que l'étiquetage des systèmes de câblage soit cohérent avec celui des autres systèmes de l'usine (le câblage électrique d'une machine, par exemple);
- de manière à ce que les informations pertinentes des autres systèmes de gestion puissent être intégrées et indiquent clairement l'emplacement du matériel ou du câblage. Les descriptions d'emplacement doivent être récupérées dans le système de gestion du câblage;
- de manière à associer les enregistrements de gestion du câblage les uns aux autres, ainsi qu'aux enregistrements d'autres services du bâtiment (éclairage, alimentation électrique, chauffage et plans du bâtiment, par exemple).

### 7.4 Procédures de travail

Les procédures de travail sont établies de manière à régler les problèmes ci-dessous en détail.

- a) L'étendue et le format de la documentation, exigés après la planification, la mise en œuvre de l'installation, la vérification et la validation, le fonctionnement et la maintenance de l'installation.
- b) La remise de cette documentation du fournisseur à l'organisme d'exploitation de l'infrastructure de bus de terrain.
- c) La durée de stockage de cette documentation.
- d) La mise à jour de cette documentation afin de refléter toutes les modifications ou corrections du câblage tout au long de son cycle de vie. Les actions à exécuter pour la mise à jour de la documentation sont les suivantes:
  - la documentation non valide est marquée comme telle;
  - à chaque modification ou correction, tous les enregistrements concernés sont mis à jour de sorte que plusieurs mises à jour soient compréhensibles;
  - les copies de ces enregistrements portent la mention "copie";
  - les copies de ces enregistrements ou une notice de mise en garde sont incluses dans les procédures de travail pour mise à jour;
  - l'heure de chaque modification ou correction apportée est enregistrée dans la documentation;
  - une méthode définie de contrôle de révision est appliquée (les caractères de révision utilisés dans la documentation, par exemple);
  - les modifications et corrections apportées dans la documentation d'une interface sont prises en considération pour de possibles modifications et corrections du matériel connecté à l'interface;
  - l'étiquetage et le marquage sont maintenus conformes à la documentation après chaque modification ou correction;
  - la documentation à jour est disponible pour le personnel d'exploitation et de maintenance et le personnel autorisé.

- e) Nécessité de procéder à l'inventaire des pièces détachées et du matériel d'essai pour la prise en charge du réseau.
- f) Les emplacements où la documentation explicative peut être trouvée, si elle est colocalisée ou dupliquée en plusieurs endroits.

### 7.5 Étiquetage de l'emplacement du dispositif

En règle générale, les éléments ci-dessous sont adoptés.

- a) Chaque emplacement de dispositif est identifié par un étiquetage approprié.
- b) Le matériau utilisé pour l'étiquetage est choisi en fonction de l'environnement.
- c) Tous les emplacements de dispositif sont marqués en un endroit pertinent (la zone à l'entrée, par exemple).

### 7.6 Étiquetage du câblage des composants

Il est recommandé d'avoir une approche cohérente de l'étiquetage. En règle générale, tous les principaux composants du système de câblage sont étiquetés. Par exemple, il convient d'étiqueter les extrémités de câble de manière à identifier exclusivement chaque câble, y compris les emplacements de début et de fin.

La liste ci-après répertorie les bonnes pratiques.

- a) Les étiquettes font partie intégrante du composant, elles lui sont associées ou se trouvent à sa proximité.
- b) Le cas échéant, les composants disposent de plusieurs étiquettes (les câbles généralement sont étiquetés à chaque extrémité, par exemple).
- c) Les étiquettes sont fixées de manière à pouvoir aisément y accéder, les lire et les remplacer.
- d) Les étiquettes restent lisibles pendant la durée de vie envisagée du câblage.
- e) Les matériaux d'étiquetage sont sélectionnés en fonction de l'environnement.
- f) L'étiquetage reflète la configuration la plus courante.
- g) La documentation, l'étiquetage et la configuration du réseau sont cohérents.

Le contenu et le format de l'étiquetage sont en général spécifiés sur la base de critères techniques et organisationnels: l'impression de l'étiquette doit contenir des informations claires et lisibles.

En règle générale, l'étiquetage contient:

- un identifiant unique (par exemple: sous-éléments d'un composant à plusieurs éléments);
- une description du type de composant;
- une identification de l'emplacement de l'installation;
- des informations supplémentaires.

Les informations relatives à la structure et au contenu de l'étiquetage sont fournies dans la documentation.

Les composants à étiqueter sont les suivants:

#### 1) Câbles

- Il convient d'appliquer un étiquetage clair sur chaque câble.
- Il convient d'étiqueter les câbles à chacune de leurs extrémités.
- Il convient d'identifier exclusivement tous les piquages avec une étiquette.

- Pour les câbles dotés de plusieurs fibres optiques, chacune d'elles doit être identifiée par un code couleur ou un étiquetage.
- 2) Point de connexion
    - Il convient d'étiqueter chaque point de connexion. Par exemple, il convient d'identifier clairement un bloc de connexion dans la documentation et au niveau du bloc de connexion.
  - 3) La mise à la terre et l'équipotentialité
    - Il convient d'étiqueter chaque connexion de la mise à la terre et de l'équipotentialité.
  - 4) Éléments actifs d'un réseau
    - Il convient d'étiqueter chaque élément.
  - 5) Chemins de câble
    - Il convient d'étiqueter chaque chemin de câble.

## 7.7 Documentation

En règle générale, la documentation du câblage contient les éléments suivants, qui doivent être rassemblés dans des documents organisés et nommés conformément à l'IEC 62708:

- a) Les dessins du système.
- b) Les plans du site, les implantations du bâtiment et les dessins d'ensemble, contenant l'identification et l'emplacement des points de connexion, de l'acheminement de câbles, des câbles, du matériel et des matériels de sécurité.
- c) Le schéma de principe et d'autres informations présentant les connexions électriques et le récapitulatif des câbles, les points de connexion, les connexions des matériels, la mise à la terre et l'équipotentialité, les longueurs de segment, le marquage et l'emplacement de tous les composants.
- d) Les dispositions relatives à l'enregistrement des résultats d'examen, y compris le résultat d'une comparaison entre la liste des matériaux commandés et la liste des matériaux reçus. De plus, les dispositions relatives à l'enregistrement des divergences ou des matériaux endommagés.
- e) Vérification de l'installation et rapport d'essai de réception.
- f) Les détails relatifs au système de mise à la terre installé déjà utilisé et les mesures prélevées comme indiqué dans la documentation de planification du câblage.
- g) Les enregistrements relatifs à l'acheminement de câbles comme indiqué dans la documentation de planification du câblage et dans la documentation de câblage en l'état.
- h) Une liste des composants utilisés, avec le numéro de commande du fabricant, la désignation du type de l'organisation de bus de terrain ou les désignations de matériau normalisées avec la quantité et les étiquettes attribuées respectives.
- i) Une liste des pièces détachées, câbles, jeux de câbles, connecteurs, outils, instruments de mesure, câbles de mesure, matériels exigés, etc.
- j) Les enregistrements de la date d'installation, de la date des examens, de maintenance, de mise en service, des mises à jour et de l'échange de chaque composant.
- k) La documentation des composants fournie par le fabricant ou le fournisseur (les manuels d'installation, par exemple).

## 7.8 Exigences spécifiques pour l'administration

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'administration d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

## 8 Maintenance et dépannage de l'installation

### 8.1 Généralités

Chaque propriétaire de réseau doit établir et assurer les procédures de maintenance et de dépannage, sur toute la durée de vie du réseau, en sélectionnant les procédures appropriées parmi les options décrites dans l'Article 8 et représentées à la Figure 50.

L'Article 8 s'applique également aux réseaux haute disponibilité spécifiés dans l'IEC 62439. L'installation de réseaux haute disponibilité doit inclure, au moins, les éléments suivants:

- la documentation de maintenance explique les techniques de redondance spécifiques utilisées par le réseau installé pour assurer la poursuite du fonctionnement au cours de la défaillance et de la réparation de l'un quelconque des composants ou des éléments de câble;
- les procédures de maintenance assurant l'absence d'incidence sur les performances des parties du réseau non touchées par la panne qui continuent à prendre en charge les applications utilisateur en cas d'actions diagnostiques et de restauration relatives à une partie en panne d'un réseau.

Une procédure de maintenance correcte appliquée aux réseaux de bus de terrain permet d'optimiser la valeur de temps moyen entre défaillances (MTBF). Une procédure de dépannage correcte, ainsi que les méthodes de réparation, les outils de diagnostic et la formation personnelle permettent de limiter la moyenne de temps pour la tâche de réparation.

Le propriétaire du réseau doit décider dans quelle mesure il est intéressant pour lui d'investir dans des outils de diagnostic et dans la formation du personnel de maintenance et de dépannage à l'utilisation de ces outils.

Pour obtenir d'autres conseils relatifs à l'administration de réseau, voir l'Article 7. L'Article 7 décrit les procédures de mise à jour de la documentation qui prend en charge le travail de maintenance et de dépannage.

Les exigences et recommandations de l'Article 8 peuvent s'appliquer au câblage générique, outre celles de l'ISO/IEC 11801-3.

### 8.2 Maintenance

#### 8.2.1 Maintenance programmée

La maintenance programmée est une sorte de maintenance préventive réalisée sur chaque composant afin de détecter sa dégradation avant qu'une défaillance ne se produise et de le restaurer à l'état dans lequel il peut exécuter la fonction exigée. L'intervalle (défini selon la durée et le nombre d'actions) entre les interventions est défini en fonction des caractéristiques du composant et des informations fournies par le fabricant. Le principal inconvénient de cette méthode est que, sur chaque composant, les interventions sont régulières, quel que soit l'état réel du composant. Cela se traduit par une perte de temps et d'argent car, dans la plupart des cas, le composant s'avère fonctionner correctement.

La maintenance programmée du réseau permet d'optimiser la valeur de temps moyen entre défaillances.

Deux types d'interventions peuvent être planifiés.

##### a) Examen visuel et contrôle.

L'examen visuel et le contrôle sont réalisés en comparant le résultat de l'examen et du contrôle aux informations de référence (base, issue des essais de réception) et aux limites de performances enregistrées dans la documentation de maintenance.

La documentation de l'examen visuel et des listes de contrôle inclut:

- 1) les composants à examiner/contrôler (le câblage utilisé, le câblage redondant, l'acheminement de câbles, le système de mise à la terre, par exemple);
- 2) l'intervalle de temps et le nombre d'actions pour l'examen visuel et le contrôle de chaque composant;
- 3) la base, les limites de performances et les critères de réussite/d'échec pour chaque composant;
- 4) les outils.

Si une action corrective s'avère nécessaire, le processus décrit en 8.2.3 s'applique.

b) Remplacement/ajustement du composant.

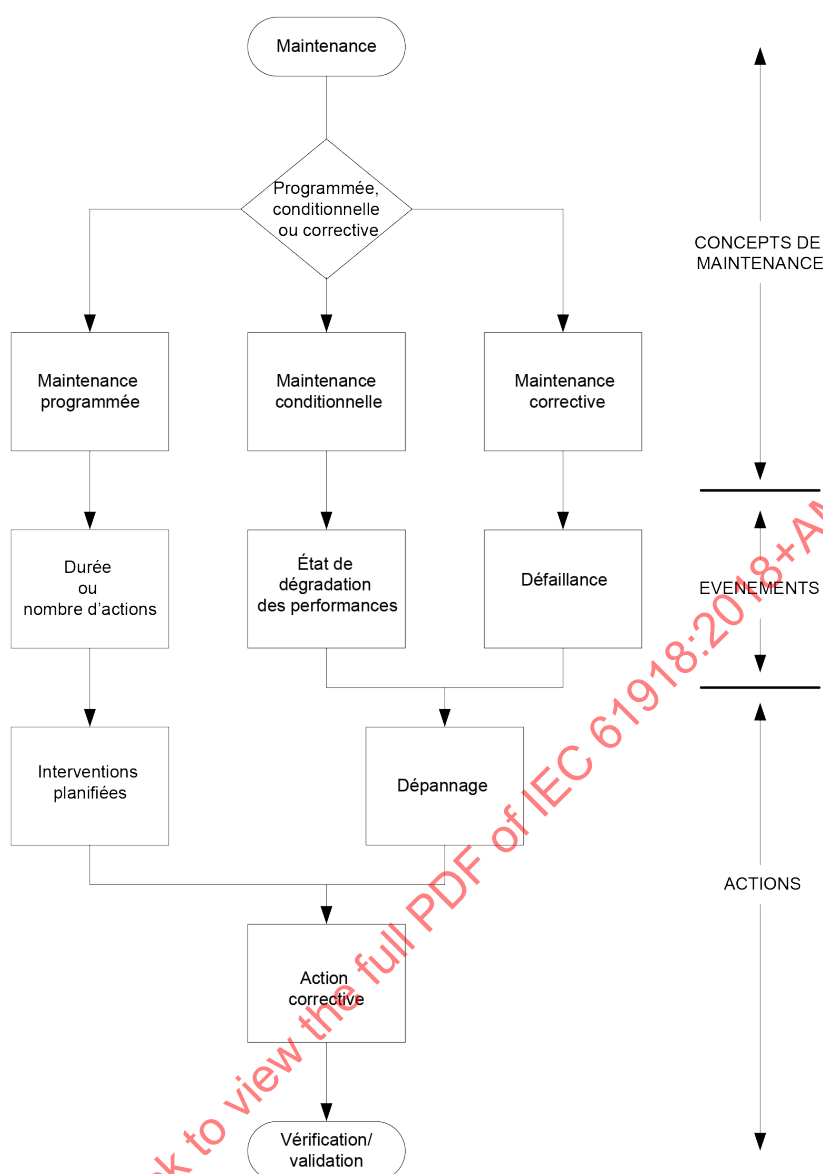
Intervention pour le remplacement/l'ajustement du composant afin de le maintenir dans un état acceptable défini (réinitialisation de tous les composants actifs après les transmissions d'un certain nombre de trames de données, par exemple). Cette intervention de maintenance concerne particulièrement les composants présentant un comportement critique (durée de vie limitée, par exemple).

La documentation pour cette intervention de maintenance répertorie:

- 1) les composants critiques;
- 2) l'intervalle de temps ou le nombre d'actions (les trames de données transmises, par exemple) pour remplacer/ajuster chaque composant;
- 3) la procédure de remplacement/d'ajustement de chaque composant;
- 4) les outils et pièces détachées.

Si une action corrective s'avère nécessaire, le processus décrit en 8.2.3 s'applique.





IEC

**Figure 50 – Maintenance du réseau de communication**

### 8.2.2 Maintenance conditionnelle

La maintenance conditionnelle est une sorte de maintenance préventive réalisée sur chaque composant en fonction des états connus des composants à entretenir. Un composant fait l'objet d'interventions uniquement si une dégradation est documentée et qu'elle est susceptible de se traduire par une défaillance du réseau. Si les états des composants sont surveillés en ligne, la dégradation peut être détectée en temps réel, et l'intervention peut être réalisée à temps et avant que la dégradation ne dépasse la limite acceptable. Comparée à la maintenance programmée, la maintenance conditionnelle exige en général beaucoup moins de temps et d'argent pour la prise en charge du personnel de maintenance.

La maintenance conditionnelle du réseau permet d'optimiser la valeur de temps moyen entre défaillances. Des investissements en outils de diagnostic en ligne adaptés et en formation du personnel de maintenance permettent de réduire le plus possible la moyenne de temps pour la tâche de réparation.

Exemples de dégradation:

- a) la résistance à la terre dépasse une valeur définie (par exemple  $1\ \Omega$ );
- b) le TEB entre deux composants dépasse une valeur définie (par exemple  $1 \times 10^{-9}$ ).

Si une action corrective s'avère nécessaire, le processus décrit en 8.2.3 s'applique.

### 8.2.3 Maintenance corrective

L'intervention corrective sur un composant après une défaillance a pour objet de restaurer l'état dans lequel le composant peut exécuter la fonction exigée.

Lorsqu'une défaillance se produit, le personnel de maintenance:

- identifie et résout la défaillance du réseau (voir 8.3);
- procède aux actions correctives décrites dans la documentation de maintenance.

La documentation pour cette intervention de maintenance répertorie:

- a) les procédures de réparation ou de remplacement des composants défaillants, en fonction de la documentation du fournisseur;
- b) les pièces détachées;
- c) les procédures de correction des pannes du réseau;
- d) les procédures de vérification et de validation du réseau après l'intervention corrective, conformément aux exigences sélectionnées de l'Article 6.

Le résultat de l'intervention est en général pris en considération pour la mise à jour de la spécification de maintenance, conformément aux exigences de l'Article 7.

## 8.3 Dépannage

### 8.3.1 Présentation générale

Le dépannage commence après une défaillance ou une dégradation des performances du réseau (voir la Figure 50).

L'organisme de dépannage commence par définir la documentation nécessaire et par former le personnel de dépannage.

La documentation pour l'intervention de dépannage répertorie:

- a) les recommandations pour le dépannage de réseau systématique (avec une liste de contrôle ou un organigramme, par exemple) en fonction de la documentation du fournisseur;
- b) les recommandations pour le dépannage de composants en fonction de la documentation du fournisseur;
- c) les outils d'essai pour le réseau spécifique.

### 8.3.2 Évaluation du problème

En règle générale, les réponses aux questions suivantes permettent de bien comprendre le problème et de dépanner efficacement le réseau.

- Toute la documentation du réseau est-elle disponible?
- L'infrastructure de réseau a-t-elle fait l'objet de récentes modifications?
- Comment le problème a-t-il été identifié?
- Depuis quand le problème a-t-il été identifié?
- L'application concernée fonctionnait-elle déjà sans défaillance?

- Quels utilisateurs/dispositifs sont affectés par le problème?
- Le problème se produit-il à certaines périodes?
- Est-il reproductible?
- Des tentatives de correction du problème ont-elles été engagées?

### 8.3.3 Problèmes classiques

Les problèmes généralement rencontrés par le personnel de maintenance sont décrits au Tableau 22 et au Tableau 23. Lors du dépannage d'installations non blindées, l'influence de CEM peut être quantifiée par des essais sur le terrain des paramètres de transmission TCL et ELTCTL. Si nécessaire, la réduction de l'impact du bruit peut être obtenue par l'identification des composants à risque et la sélection de composants de remplacement aux performances supérieures.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

**Tableau 22 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage symétrique**

| Problème                                                                                                                                              | Cause la plus probable                                                                                                                                   | Action corrective                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Échec des communications et/ou taux d'erreur élevés                                                                                                   | Terminaison lâche ou mauvais contacts de connecteur (ou de borne)                                                                                        | Rechercher et corriger la connexion intermittente                                                                                                          |
|                                                                                                                                                       | Influence de CEM provenant d'autres dispositifs, mauvaise mise à la terre, séparation incorrecte des dispositifs d'émission ou des câbles                | Rechercher et corriger la mise à la terre, identifier la séparation incorrecte ou le blindage, utiliser la fibre optique                                   |
|                                                                                                                                                       | Corrosion des contacts de blindage                                                                                                                       | Rechercher et remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles                                                   |
|                                                                                                                                                       | Contrainte mécanique dans les câbles ou les connexions                                                                                                   | Installer un support mécanique et un réducteur de tension                                                                                                  |
| Communications intermittentes pendant une courte durée et/ou taux de salves d'erreurs                                                                 | Influence de CEM d'autres dispositifs                                                                                                                    | Corréler le problème de communication avec les événements physiques ou environnementaux. Rechercher et exécuter les actions correctives (limitation, etc.) |
|                                                                                                                                                       | Terminaison lâche ou mauvais contacts de connecteur (ou de borne), par exemple, influence des vibrations ou de la température                            | Rechercher et remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles                                                   |
|                                                                                                                                                       | Corrosion des contacts de blindage                                                                                                                       | Rechercher et remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles                                                   |
|                                                                                                                                                       | Contrainte mécanique dans les câbles ou les connexions                                                                                                   | Installer un support mécanique et un réducteur de tension                                                                                                  |
|                                                                                                                                                       | Liquides de condensation entre les contacts électriques                                                                                                  | Nettoyer les connecteurs. Remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles                                       |
| Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic du câblage symétrique: facteur d'adaptation trop important                                      | Utilisation de câbles ou de cordons présentant une impédance incorrecte (différente de 100 $\Omega$ pour les systèmes Ethernet, par exemple)             | Utiliser les bons composants                                                                                                                               |
| Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic du câblage symétrique: câble trop long, affaiblissement ou résistance de boucle trop importante | Utilisation de câbles ou de cordons plus longs ou dont la dimension du fil est plus petite que ne l'autorise l'application. Risque de blessure également | Utiliser les bons composants et longueurs de câble ou remplacer les composants                                                                             |
| Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic du câblage symétrique: NEXT, PSNEXT, ACR, PSACR, ELFEXT, PSELFEXT                               | Utilisation de connecteurs, de câbles ou de cordons dont la qualité n'est pas celle attendue. Risque de blessure également                               | Utiliser les bons composants et longueurs de câble ou remplacer les composants                                                                             |

**Tableau 23 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage à fibres optiques**

| Problème                                                                                                                       | Cause la plus probable                                                                                                                                                                                                                                                                    | Action corrective                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Echec des communications et/ou taux d'erreur élevés                                                                            | Terminaison lâche ou mauvais contacts de connecteur (ou d'épissure), tel que l'influence des vibrations ou de la température                                                                                                                                                              | Rechercher et corriger la connexion intermittente                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                | Augmentation de l'affaiblissement de fibres optiques (vieillesse ou poussière)                                                                                                                                                                                                            | Nettoyer l'extrémité de la fibre optique conformément aux procédures de nettoyages. Remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles              |
|                                                                                                                                | Dégradation de la puissance d'émetteur (vieillesse)                                                                                                                                                                                                                                       | Remplacer le module                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                | Liquides ou liquides de condensation entre les extrémités de fibres optiques                                                                                                                                                                                                              | Nettoyer et protéger les extrémités de fibres optiques conformément aux procédures de nettoyage. Remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles |
|                                                                                                                                | Contrainte mécanique dans les câbles ou les connexions                                                                                                                                                                                                                                    | Installer un support mécanique et un réducteur de tension                                                                                                                                   |
| Aucune puissance mesurée à la source optique                                                                                   | La source optique est défectueuse                                                                                                                                                                                                                                                         | Remplacer le module                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                | Le module n'est pas alimenté en électricité                                                                                                                                                                                                                                               | Mettre le module sous tension                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                | Un cordon est défectueux                                                                                                                                                                                                                                                                  | Remplacer le cordon                                                                                                                                                                         |
| Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic des fibres optiques: la perte de puissance est plus importante que prévu | Les fibres optiques sont connectées aux mauvais ports de l'unité d'essai                                                                                                                                                                                                                  | Consulter l'étiquetage et la documentation pour connaître le schéma de câblage correct et corriger, si nécessaire                                                                           |
|                                                                                                                                | Les fibres optiques ont été intervenues à l'une des extrémités de la liaison                                                                                                                                                                                                              | Consulter l'étiquetage et la documentation pour connaître le schéma de câblage correct et corriger, si nécessaire                                                                           |
|                                                                                                                                | Un cordon est cassé                                                                                                                                                                                                                                                                       | Procéder de nouveau à l'essai avec un autre jeu de cordons                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                | La liaison connaît une ou plusieurs connexions défectueuses                                                                                                                                                                                                                               | Nettoyer toutes les extrémités du connecteur à fibres optiques, puis procéder de nouveau à l'essai                                                                                          |
|                                                                                                                                | Le testeur SETUP ne contient pas assez de connecteurs, d'adaptateurs ou d'épissures                                                                                                                                                                                                       | Corriger conformément à la documentation du réseau                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                | Le niveau de puissance de référence est incorrect                                                                                                                                                                                                                                         | Redéfinir la référence en utilisant les mêmes câbles de raccordement que ceux utilisés pour l'essai                                                                                         |
|                                                                                                                                | La dimension de l'âme d'un segment de cordon ou de fibre optique n'est pas correcte. Par exemple, des cordons de raccordement de 62,5 µm sont connectés à une fibre optique de 50 µm. Des cordons de raccordement ou adaptateurs multimodaux sont connectés à une fibre optique unimodale | Utiliser les bons composants dans le canal correspondant à la longueur d'onde et la dimension de fibres optiques décrites                                                                   |
| Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic des fibres optiques: un câble est trop long ou trop court                | L'indice de réfraction n'est pas correctement défini pour la fibre optique soumise à essai                                                                                                                                                                                                | Définir l'indice de réfraction afin de donner la longueur correcte à la fibre optique                                                                                                       |

### 8.3.4 Procédure de dépannage

La procédure présentée à la Figure 51 est un exemple de procédure de dépannage générique qui peut être adaptée à la plupart des réseaux.

La procédure de dépannage présentée à la Figure 51 s'applique en l'absence de procédure définie.

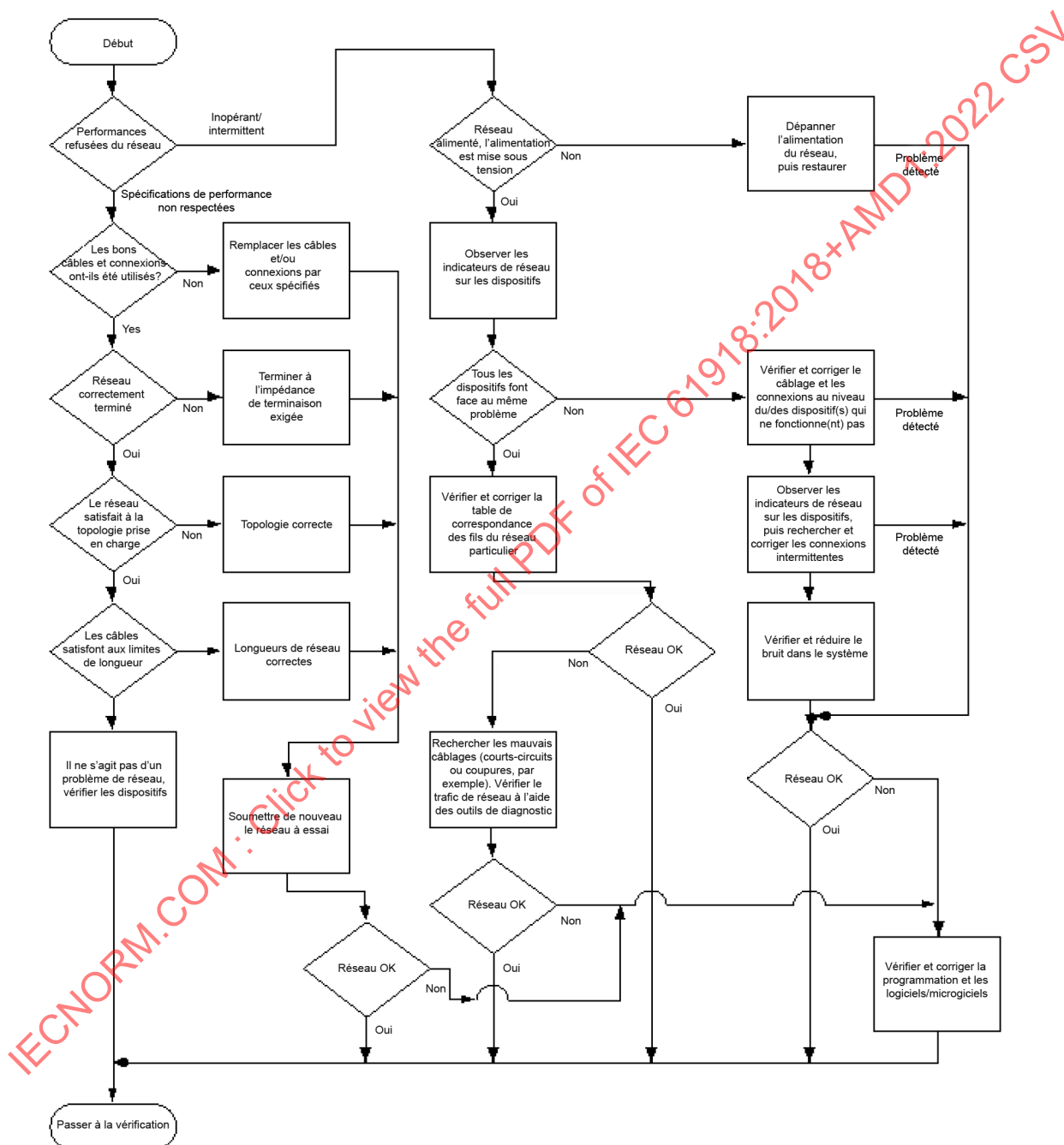


Figure 51 – Procédure de dépannage

### 8.3.5 Procédure de dépannage simplifiée

La Figure 52 présente un exemple de procédure de dépannage simplifiée suffisante dans la plupart des cas. Cette procédure n'exige pas l'utilisation d'outils particuliers. Elle s'applique si une procédure spécifique n'est pas établie.

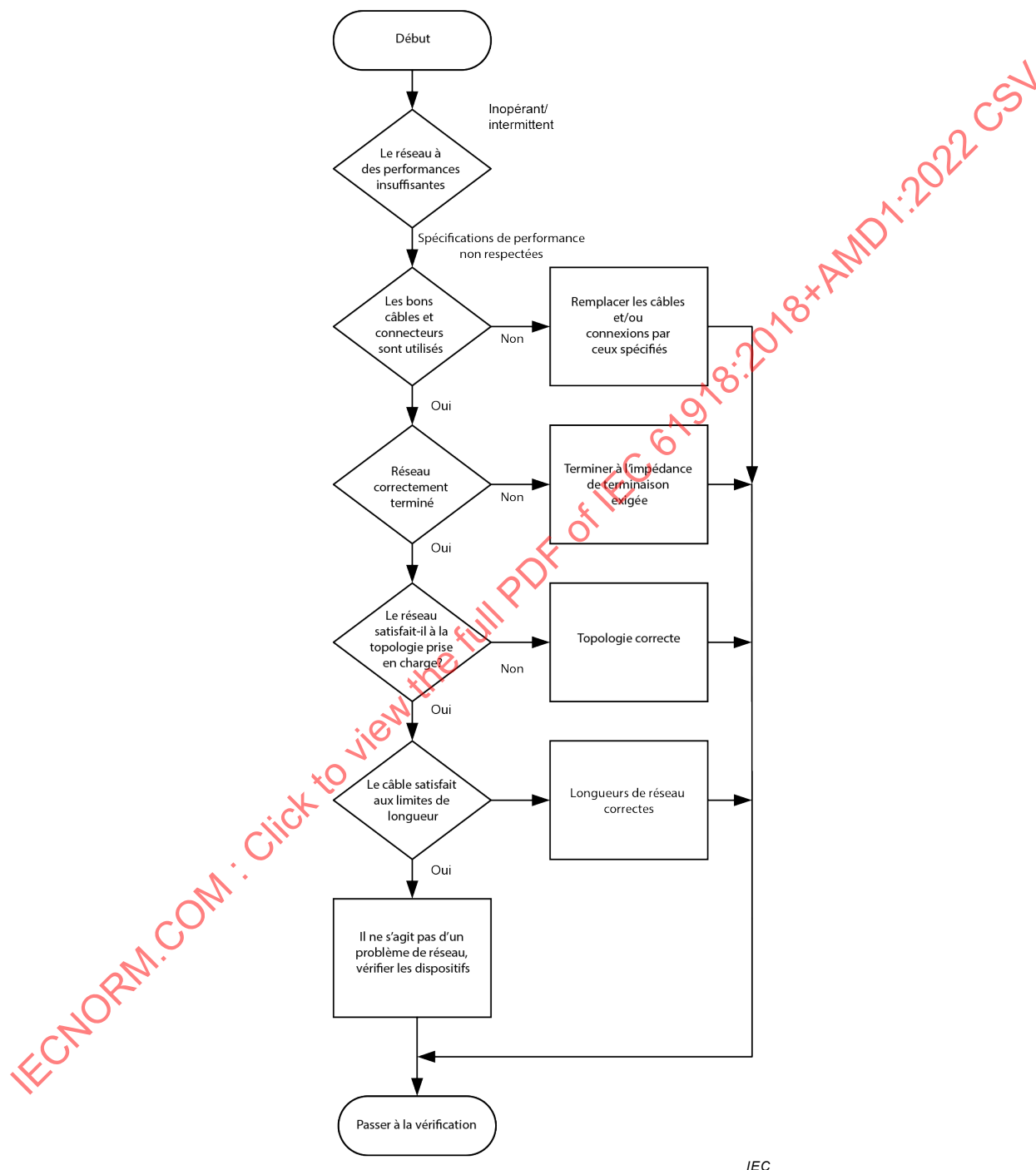


Figure 52 – Détection des défauts sans outil particulier

Si une action corrective s'avère nécessaire à l'issue du dépannage, le processus décrit en 8.2.3 s'applique.

#### **8.4 Exigences particulières de maintenance et de dépannage**

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de dépannage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV



## **Annexe A** (informative)

### **Présentation générale du câblage générique des locaux industriels**

Dans les locaux industriels, le câblage générique permet d'installer une infrastructure de câblage fixe prenant en charge un large éventail d'applications de technologie de l'information et de surveillance. La conception de ce câblage est spécifiée dans l'ISO/IEC 11801-3.

La nature générique du câblage est assurée par:

- la spécification d'une structure de câblage souple composée d'une série de sous-systèmes de câblage pouvant être connectés de manière passive à l'aide de cordons ou de manière active à l'aide d'un matériel de transmission;
- un niveau minimal de performances de transmission dans chaque série de sous-systèmes de câblage utilisée pour répartir les applications.

Les points de terminaison du câblage générique répartis dans les locaux, appelés prise de télécommunication, permettent de connecter un ensemble d'applications au câblage. Les applications prises en charge sont détaillées dans l'ISO/IEC 11801-3 et incluent la téléphonie et les réseaux locaux. Si la prise de télécommunication est installée dans des emplacements associés à des AI, le type d'applications détaillé dans le présent document peut également être pris en charge.

Le câblage générique étant destiné à prendre en charge un large éventail d'applications, la spécification de la prise de télécommunication dans l'ISO/IEC 11801-3 se limite aux interfaces spécifiques du câblage symétrique et du câblage à fibres optiques. Cette restriction vise à optimiser l'interopérabilité des cordons et des terminaux portatifs qui peuvent être connectés à la prise de télécommunication.

En cas de connexion désignée entre un câblage générique et un câblage de communication spécifique au sein d'un AI, une prise d'automatisation spécifiée dans le présent document peut remplacer la prise de télécommunication, le câblage étant considéré comme non générique.

NOTE L'ISO/IEC 11801-3 contient également des informations venant à l'appui des structures de câblage non générique pouvant prendre en charge les mises en œuvre d'une famille de profils de communication particulière.

## Annexe B (informative)

### Méthodologie de description MICE

#### B.1 Généralités

La classification environnementale MICE est spécifiée dans l'ISO/IEC 11801-1:2017.

Le contexte de développement de l'approche est présenté dans l'ISO/IEC TR 29106:2007/AMD1:2012.

Une recommandation d'application élargie de cette approche par le planificateur et l'installateur est donnée à l'Article 4. Les informations fournies avec l'Annexe B font simplement office de premières recommandations relatives à l'utilisation du système MICE. Dans le cadre de l'application du système MICE, les spécifications fournies dans les dernières versions de la norme et du rapport technique ci-dessus l'emportent.

#### B.2 Présentation générale de MICE

MICE est un concept dans lequel l'environnement d'une installation peut être classé selon les niveaux environnementaux et de brouillage électromagnétique. La table MICE (voir le Tableau B.5) définit 3 niveaux par composant de la classification MICE: Mechanical (caractéristiques mécaniques), Ingress (indice de protection), Climatic and Electromagnetic (environnement), d'où le nom MICE. Les trois classifications sont représentées graphiquement à la Figure B.1. En général, elles commencent au niveau le plus bas ( $M_1I_1C_1E_1$ ), qui décrit le mieux la plupart des locaux à usage de bureaux, et s'étendent au niveau le plus élevé qui décrit le mieux un espace industriel classique ( $M_3I_3C_3E_3$ ).

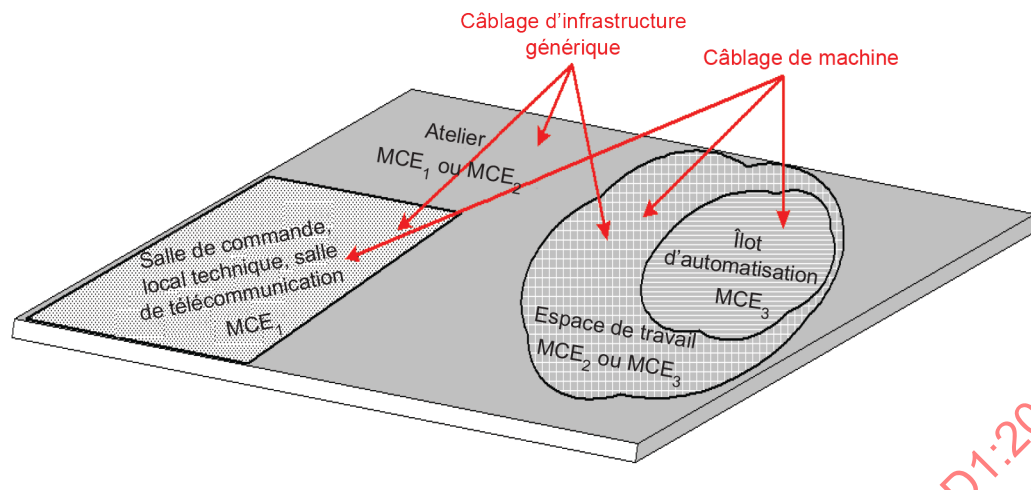
| Bureau | Industriel<br>Léger | Industriel |
|--------|---------------------|------------|
| M1     | M2                  | M3         |
| I1     | I2                  | I3         |
| C1     | C2                  | C3         |
| E1     | E2                  | E3         |

IEC

**Figure B.1 – Classifications MICE**

La Figure B.2 est un exemple de zones industrielles classiques. De plus, l'AI peut inclure tout l'atelier de l'usine. La Figure B.2 indique les classifications MICE typiques des trois principales zones d'une usine. Toutes les zones n'entrent pas exclusivement dans une classification. Par exemple, un AI peut connaître un choc mécanique à plus de  $>150 \text{ ms}^{-2}$  alors qu'il peut être classé  $M_3$ . L'environnement peut uniquement comporter de légères poussières en cohérence avec les niveaux  $I_2$ . La température d'acheminement/installation des câbles et du matériel peut être de  $65^\circ\text{C}$  avec la classification climatique  $C_2$  définie dans la table MICE. La machinerie de l'AI peut être composée de robots de soudage, dont le brouillage électromagnétique se trouve plus probablement dans la classification  $E_3$ . L'environnement MICE peut alors être récapitulé en  $M_3$ ,  $I_2$ ,  $C_2$  et  $E_2$ .

NOTE Les termes utilisés à la Figure B.2 sont spécifiques à l'Annexe B.



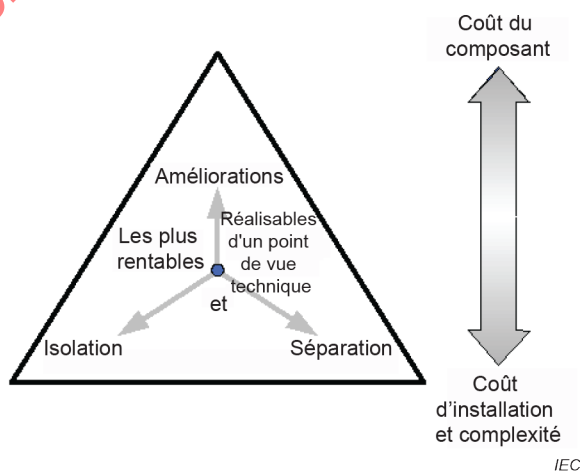
IEC

Figure B.2 – Exemple de classifications MICE dans une installation

### B.3 Exemples d'utilisation du concept MICE

#### B.3.1 Description commune

Il convient que le planificateur connaisse l'environnement et les niveaux de brouillage électromagnétique des zones dans lesquelles le câblage et le matériel vont être installés. En s'appuyant sur une classification systématique de la zone de couverture de l'installation, des décisions peuvent être prises en matière de sélection des composants et de besoins d'atténuation supplémentaires. Les systèmes de câblage peuvent être conçus à l'aide de tous les composants améliorés dans lesquels aucune atténuation n'est exigée et grâce auxquels une combinaison d'améliorations et d'atténuation peut être choisie. Dans certains cas, cela peut avoir une influence sur la souplesse ou peut créer des problèmes de coût et/ou de disponibilité. Ce concept permet au concepteur d'équilibrer les coûts (et la disponibilité) du composant avec les coûts d'atténuation en concevant le système de câblage le plus robuste et le plus rentable (voir la Figure B.3). L'atténuation peut être décomposée en deux: la séparation et l'isolation. Les exemples ci-dessous permettent de consolider l'importance de l'atténuation. L'atténuation permet de convertir une zone MICE en une autre zone compatible avec les composants de câblage et matériels à installer.



IEC

Figure B.3 – Amélioration, isolation et séparation

## B.3.2 Exemples d'atténuation

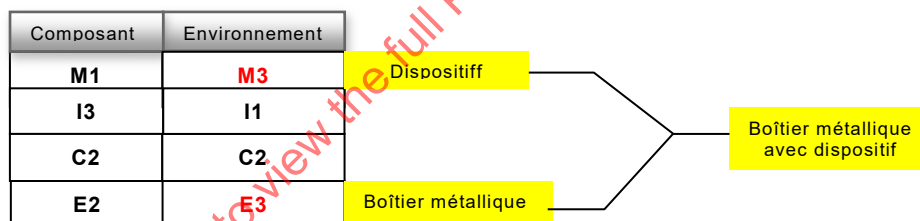
### B.3.2.1 Exemple 1

La zone MICE ciblée est spécifiée au Tableau B.1. Le composant souhaité a été déterminé pour être compatible avec un environnement MICE (voir la colonne de gauche du Tableau B.1). L'environnement dans lequel il convient d'installer le composant est décrit dans la deuxième colonne du Tableau B.1. L'examen du composant et de l'environnement révèle que les paramètres M et E ne correspondent pas, ce qui implique une atténuation. Les paramètres I et C dépassent les conditions d'environnement, une action étant donc nécessaire.

**Tableau B.1 – Exemple 1 de zone MICE ciblée**

| Composant      | Environnement  |
|----------------|----------------|
| M <sub>1</sub> | M <sub>3</sub> |
| I <sub>3</sub> | I <sub>1</sub> |
| C <sub>3</sub> | C <sub>2</sub> |
| E <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> |

Étant donné que le composant ne correspond pas directement dans l'environnement, il convient d'atténuer l'environnement. L'environnement agressif M<sub>3</sub> peut être converti en environnement M<sub>1</sub> local pour le composant en montant le matériel dans un boîtier à l'aide d'un dispositif antivibration. Le brouillage électromagnétique élevé peut être déduit à l'aide d'un boîtier métallique antiparasite électromagnétique avec un dispositif antivibration (voir la Figure B.4). Les problèmes M<sub>3</sub> et E<sub>3</sub> sont résolus.



IEC

**Figure B.4 – Exemple 1 d'atténuation**

### B.3.2.2 Exemple 2

Il s'agit d'un exemple d'installation de câble dans lequel l'environnement est décrit au Tableau B.2. Grâce à un examen, il peut être constaté que les câbles ne correspondent pas aux conditions d'environnement pour le brouillage électromagnétique (E). Par conséquent, une certaine forme d'atténuation est exigée.

**Tableau B.2 – Exemple 2 de zone MICE ciblée**

| Composant      | Environnement  |
|----------------|----------------|
| M <sub>1</sub> | M <sub>1</sub> |
| I <sub>3</sub> | I <sub>1</sub> |
| C <sub>2</sub> | C <sub>2</sub> |
| E <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> |

Étant donné que le câble sélectionné ne satisfait pas aux exigences de brouillage électromagnétique, une certaine atténuation est exigée. L'atténuation peut être résolue de

deux manières: la séparation et/ou l'isolation. Le dessin de la Figure B.5 montre comment cela peut être fait dans un chemin.

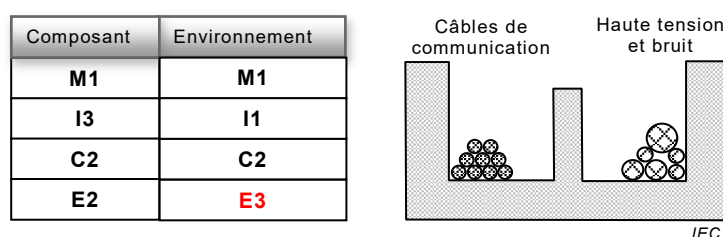


Figure B.5 – Exemple 2 d'atténuation

Le couplage de bruit est réduit par une séparation physique placée entre les conducteurs à brouillage électromagnétique élevé et le câblage de communication. Le couplage de bruit peut être réduit dans une plus large mesure en ajoutant une paroi métallique entre les conducteurs afin d'assurer l'isolation. L'une ou l'autre de ces deux méthodes peut être utilisée indépendamment pour réduire le couplage de bruit ou les deux méthodes peuvent être associées.

#### B.4 Détermination de la classification E

Dans une usine, les perturbations électromagnétiques présentent une large plage de fréquences. De plus, il existe un large éventail de mécanismes de couplage de perturbations électromagnétiques. La Figure B.6 permet de déterminer la plage de fréquences des dispositifs de génération de perturbations électromagnétiques communs d'un AI. Non seulement ces dispositifs génèrent des fréquences fondamentales dangereuses, mais également des harmoniques qui peuvent perturber les réseaux de communication. La partie grisée des barres indique la plage supplémentaire générée par la troisième harmonique.

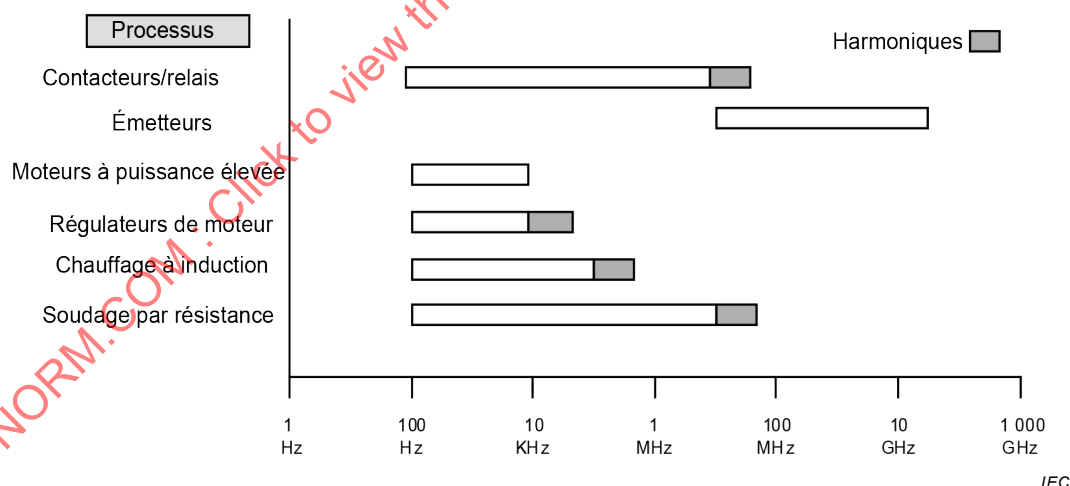


Figure B.6 – Plage de fréquences des perturbations électromagnétiques générées par des dispositifs industriels communs

Le Tableau B.3 présente les recommandations générales relatives au niveau électromagnétique ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ) des principaux dispositifs générateurs de perturbations électromagnétiques. Le niveau de perturbation électromagnétique dépend de deux facteurs: 1) la distance et 2) l'amplitude du dispositif brouilleur. Le Tableau B.3 est fourni à titre indicatif pour déterminer l'éventuelle classification électromagnétique ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ) en fonction de la séparation.

**Tableau B.3 – Relation entre les ~~dispositifs générateurs de perturbations électromagnétiques~~ appareils générant un brouillage électromagnétique et la classification "E"**

| <b>Dispositif générateur de perturbations électromagnétiques</b><br><b>Appareil générant un brouillage électromagnétique</b> | <b>Distance par rapport au câblage</b> | <b>Classification "E"</b>        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| Contacteur auxiliaire                                                                                                        | < 0,5 m                                | E <sub>2</sub>                   |
|                                                                                                                              | > 0,5 m                                | E <sub>1</sub>                   |
| Emetteurs (< 1 W)                                                                                                            | < 0,5 m                                | E <sub>3</sub>                   |
|                                                                                                                              | > 0,5 m                                | E <sub>1</sub> ou E <sub>2</sub> |
| Emetteurs (1 W à 3 W)                                                                                                        | < 1,0 m                                | E <sub>3</sub>                   |
|                                                                                                                              | ≥ 1,0 m                                | E <sub>1</sub> ou E <sub>2</sub> |
| Emetteurs (TV, radio, mobile, station de base)                                                                               | < 3 km                                 | E <sub>3</sub>                   |
|                                                                                                                              | ≥ 3 km                                 | E <sub>1</sub> ou E <sub>2</sub> |
| Moteurs à haute puissance élevée                                                                                             | < 3 m                                  | E <sub>3</sub>                   |
|                                                                                                                              | > 3 m                                  | E <sub>1</sub> ou E <sub>2</sub> |
| Régulateurs de moteur                                                                                                        | < 0,5 m                                | E <sub>3</sub>                   |
|                                                                                                                              | 0,5 m à 3 m                            | E <sub>2</sub>                   |
|                                                                                                                              | > 3 m                                  | E <sub>1</sub>                   |
| Chauffage à par induction < 8 MW                                                                                             | < 0,5 m                                | E <sub>3</sub>                   |
|                                                                                                                              | 0,5 m à 3 m                            | E <sub>2</sub>                   |
|                                                                                                                              | > 3 m                                  | E <sub>1</sub>                   |
| Chauffage par résistance                                                                                                     | < 0,5 m                                | E <sub>2</sub>                   |
|                                                                                                                              | > 0,5 m                                | E <sub>1</sub>                   |
| Lumières Lampes fluorescentes                                                                                                | < 0,15 m                               | E <sub>3</sub>                   |
|                                                                                                                              | > 0,15 m                               | E <sub>1</sub> ou E <sub>2</sub> |
| Interrupteurs thermostatiques 110 V à 230 V                                                                                  | < 0,5 m                                | E <sub>2</sub> ou E <sub>3</sub> |
|                                                                                                                              | > 0,5 m                                | E <sub>1</sub>                   |

Comme exemples de champs magnétiques particulièrement critiques qui peuvent être rencontrés, il est utile de mentionner les cas suivants.

- Les champs magnétiques fixes, utilisés dans les applications de transformation des aliments, conçus pour procéder au retrait des matériaux magnétiques des aliments. Ces aimants ont la capacité de saturer les noyaux des transformateurs Ethernet et des sources d'alimentation de commutation à l'origine d'interruptions temporaires en matière de performance. Des niveaux à hauteur de  $38,5 \times 10^{-3}$  T sont essentiels pour saturer le noyau d'un transformateur d'isolation Ethernet.
- Des champs magnétiques de 4 kHz à 8 kHz utilisés dans des processus de chauffage à induction. Ces machines consomment 4 MW à 12 MW pour le chauffage à induction de matériaux magnétiques. Les machines sont utilisées dans des traitements de forgeage de l'acier.
- Les champs magnétiques générés par des courants continus utilisés dans les traitements de l'aluminium. Les courants sont dans la plage de mille ampères. En raison des courants ondulatoires, il existe un champ magnétique en courant alternatif important qui est imposé sur le champ magnétique fixe. Les deux peuvent provoquer des interruptions au niveau des noyaux de transformateur en cas d'exposition aux champs magnétiques.

Une des solutions face à ces champs magnétiques élevés est l'atténuation appropriée soit par séparation, soit par isolation (blindage magnétique).

Le Tableau B.4 donne des informations relatives au mécanisme de couplage de certains dispositifs brouilleurs. Le Tableau B.4 va orienter le planificateur, l'installateur et le personnel de dépannage quant à l'atténuation ou la correction de l'interférence du bruit. Par exemple, dans un environnement dans lequel un contacteur auxiliaire est à l'origine du brouillage, le mécanisme d'entrée de bruit consiste à assurer le couplage par l'intermédiaire de lignes adjacentes (EFT) provoquées par des  $dU/dt$  élevés. Pour corriger cette situation, une séparation supplémentaire peut être prévue afin de réduire l'amplitude du couplage.

**Tableau B.4 – Mécanisme de couplage de certains dispositifs brouilleurs**

| Type                                     | Perturbation électromagnétique              | Mécanisme de couplage          |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|
| Moteurs électriques                      | Surtension et transitoire électrique rapide | Terre locale, conduit          |
| Contrôleurs d'entraînement               | Conduite et surtension                      | Terre locale, conduit          |
| Relais et contacteurs                    | Transitoire électrique rapide               | Rayonné, conduit               |
| Soudage                                  | Transitoire électrique rapide, induction    | Rayonné magnétique             |
| Soudage par induction RF                 | Radiofréquence                              | Rayonné, conduit               |
| Matériau de traitement du papier/textile | DES                                         | Rayonné                        |
| Échauffements                            | Transitoire électrique rapide               | Terre locale, conduit, rayonné |
| Chauffage à induction                    | Transitoire électrique rapide, magnétique   | Terre locale, conduit, rayonné |
| Radiocommunications                      | Radiofréquence                              | Rayonné                        |

Le graphique donné à la Figure B.7 compare les valeurs de séparation et de transitoire électrique rapide. Par ailleurs, l'isolation par blindages peut être utilisée pour réduire les effets des transitoires électromagnétiques en offrant une atténuation de blindage supplémentaire.

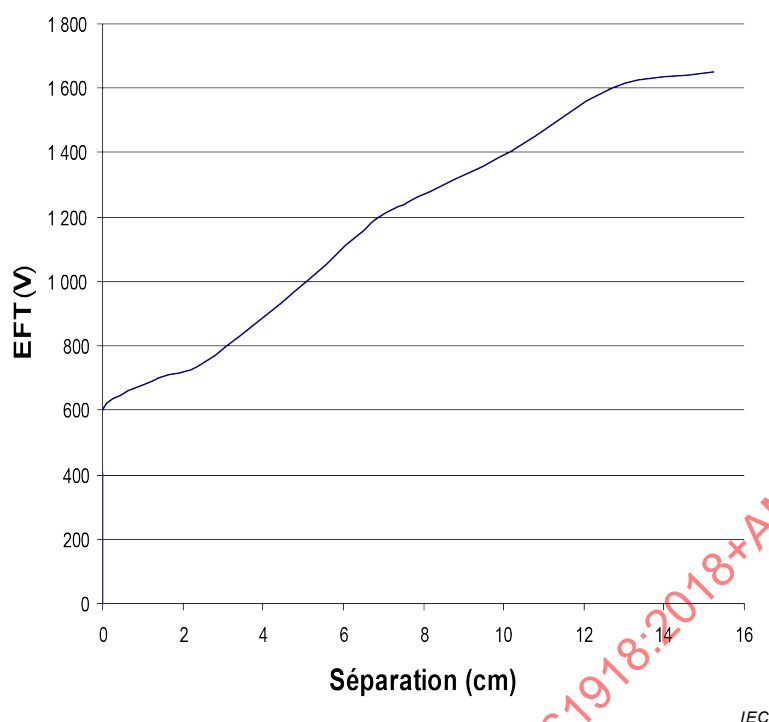


**Figure B.7 – Exemple de recommandations générales pour les valeurs de séparation/transitoire électrique rapide**

Le graphique de la Figure B.7 représente la séparation recommandée des câbles de communication de conducteurs portant des transitoires électromagnétiques. La séparation suppose que les câbles satisfassent aux exigences minimales de l'ISO/IEC 11801 en matière de symétrie et de diaphonie.

NOTE L'ISO/IEC 11801-3 contient également des informations venant à l'appui des structures de câblage non générique pouvant prendre en charge les mises en œuvre d'une famille de profils de communication particulière.

## B.5 Tableau MICE

Le Tableau B.5 est issu de l'ISO/IEC 11801-1. Il est proposé ici pour bien comprendre la description informative fournie dans la présente Annexe B. Bien sûr, dans le cadre de la spécification des classifications MICE de locaux industriels, les valeurs spécifiées dans la dernière version de l'ISO/IEC 11801-1 s'appliquent.

**Tableau B.5 – Définition MICE**

| Mécanique                                   | M <sub>1</sub>                | M <sub>2</sub>                    | M <sub>3</sub>                    |
|---------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Chocs/secousses (voir <sup>a)</sup> )       |                               |                                   |                                   |
| Valeur crête de l'accélération              | 40 ms <sup>-2</sup>           | 100 ms <sup>-2</sup>              | 250 ms <sup>-2</sup>              |
| Vibrations                                  |                               |                                   |                                   |
| Amplitude du déplacement (2 Hz à 9 Hz)      | 1,5 mm                        | 7,0 mm                            | 15,0 mm                           |
| Amplitude de l'accélération (9 Hz à 500 Hz) | 5 ms <sup>-2</sup>            | 20 ms <sup>-2</sup>               | 50 ms <sup>-2</sup>               |
| Force de tension                            | Voir <sup>b)</sup>            | Voir <sup>b)</sup>                | Voir <sup>b)</sup>                |
| Écrasement                                  | 45 N sur 25 mm (linéaire) min | 1 100 N sur 150 mm (linéaire) min | 2 200 N sur 150 mm (linéaire) min |
| Impact                                      | 1 J                           | 10 J                              | 30 J                              |



| Mécanique                                                                            | M <sub>1</sub>                                     | M <sub>2</sub>                                                               | M <sub>3</sub>                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Courbure, flexion et torsion                                                         | Voir <sup>b</sup>                                  | Voir <sup>b</sup>                                                            | Voir <sup>b</sup>                                                                                                       |
| Pénétration                                                                          | I <sub>1</sub>                                     | I <sub>2</sub>                                                               | I <sub>3</sub>                                                                                                          |
| Pénétration de particules (diamètre max.)                                            | 12,5 mm                                            | 50 µm                                                                        | 50 µm                                                                                                                   |
| Immersion                                                                            | Aucune                                             | Jet de liquide intermittent ≤ 12,5 l/min<br>jet ≥ 6,3 mm<br>distance > 2,5 m | Jet de liquide intermittent jet ≤ 12,5 l/min<br>jet ≥ 6,3 mm<br>distance > 2,5 m<br>et immersion (≤1 m pendant ≤30 min) |
| Climatique et chimique                                                               | C <sub>1</sub>                                     | C <sub>2</sub>                                                               | C <sub>3</sub>                                                                                                          |
| Température ambiante                                                                 | –10 °C à +60 °C                                    | –25 °C à +70 °C                                                              | –40 °C à +70 °C                                                                                                         |
| Rythme de variation de la température                                                | 0,1 °C par minute                                  | 1,0 °C par minute                                                            | 3,0 °C par minute                                                                                                       |
| Humidité                                                                             | 5 % à 85 % (sans condensation)                     | 5 % à 95 % (condensation)                                                    | 5 % à 95 % (condensation)                                                                                               |
| Rayonnement solaire                                                                  | 700 W m <sup>-2</sup>                              | 1 120 W m <sup>-2</sup>                                                      | 1 120 W m <sup>-2</sup>                                                                                                 |
| Pollution liquide (voir <sup>c</sup> )<br>Contaminants                               | Concentration × 10 <sup>-6</sup>                   | Concentration × 10 <sup>-6</sup>                                             | Concentration × 10 <sup>-6</sup>                                                                                        |
| Chlorure de sodium (sel/eau de mer)                                                  | 0                                                  | <0,3                                                                         | <0,3                                                                                                                    |
| Huile (concentration dans l'air sec)<br>(pour les types d'huile, voir <sup>b</sup> ) | 0                                                  | <0,005                                                                       | <0,5                                                                                                                    |
| Stéarate de sodium (savon)                                                           | Aucune                                             | >5 × 10 <sup>4</sup> aqueux non gélifiant                                    | >5 × 10 <sup>4</sup> aqueux gélifiant                                                                                   |
| Détergent                                                                            | Aucune                                             | pour étude ultérieure                                                        | pour étude ultérieure                                                                                                   |
| Matériaux conducteurs                                                                | Aucune                                             | Provisoire                                                                   | Présent                                                                                                                 |
| Pollution gazeuse (voir <sup>c</sup> )<br>Contaminants                               | Moyen/Crête<br>(Concentration × 10 <sup>-6</sup> ) | Moyen/Crête<br>(Concentration × 10 <sup>-6</sup> )                           | Moyen/Crête<br>(Concentration × 10 <sup>-6</sup> )                                                                      |
| Hydrogène sulfuré                                                                    | <0,003 / <0,01                                     | <0,05 / <0,5                                                                 | <10 / <50                                                                                                               |
| Dioxyde de soufre                                                                    | <0,01 / <0,03                                      | <0,1 / <0,3                                                                  | <5 / <15                                                                                                                |
| Trioxyde de soufre (pour étude ultérieure)                                           | <0,01 / <0,03                                      | <0,1 / <0,3                                                                  | <5 / <15                                                                                                                |
| Chlore humide (>50 % d'humidité)                                                     | <0,000 5 / <0,001                                  | <0,005 / <0,03                                                               | <0,05 / <0,3                                                                                                            |
| Chlore sec (<50 % d'humidité)                                                        | <0,002 / <0,01                                     | <0,02 / <0,1                                                                 | <0,2 / <1,0                                                                                                             |
| Chlorure d'hydrogène                                                                 | - / < 0,06                                         | <0,06 / <0,3                                                                 | <0,6 / 3,0                                                                                                              |
| Fluorure d'hydrogène                                                                 | <0,001 / <0,005                                    | <0,01 / <0,05                                                                | <0,1 / <1,0                                                                                                             |
| Ammoniac                                                                             | <1 / <5                                            | <10 / <50                                                                    | <50/<250                                                                                                                |
| Oxydes d'azote                                                                       | <0,05 / <0,1                                       | <0,5 / <1                                                                    | <5 / <10                                                                                                                |
| Ozone                                                                                | <0,002 / <0,005                                    | <0,025 / <0,05                                                               | <0,1 / <1                                                                                                               |
| Électromagnétique                                                                    | E <sub>1</sub>                                     | E <sub>2</sub>                                                               | E <sub>3</sub>                                                                                                          |
| Décharge électrostatique – Contact (0,667 µC)                                        | 4 kV                                               | 4 kV                                                                         | 4 kV                                                                                                                    |
| Décharge électrostatique – Air (0,132 µC)                                            | 8 kV                                               | 8 kV                                                                         | 8 kV                                                                                                                    |

| Mécanique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | M <sub>1</sub>                                                                                     | M <sub>2</sub>                                                                                     | M <sub>3</sub>                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RF rayonnées – AM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3 V/m à (80 MHz à 1 000 MHz)<br>3 V/m à (1 400 MHz à 2 000 MHz)<br>1 V/m à (2 000 MHz à 2 700 MHz) | 3 V/m à (80 MHz à 1 000 MHz)<br>3 V/m à (1 400 MHz à 2 000 MHz)<br>1 V/m à (2 000 MHz à 2 700 MHz) | 30 V/m à (80 MHz à 1 000 MHz)<br>3 V/m à (1 400 MHz à 2 000 MHz)<br>1 V/m à (2 000 MHz à 2 700 MHz) |
| RF conduites                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3 V à (150 kHz à 80 MHz)                                                                           | 3 V à (150 kHz à 80 MHz)                                                                           | 10 V à (150 kHz à 80 MHz)                                                                           |
| Transitoires électriques rapides en sèves (comms)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 500 V                                                                                              | 500 V                                                                                              | 1 000 V                                                                                             |
| Surtensions (différence de potentiel de terre transitoire) – signal, phase-terre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 500 V                                                                                              | 1 000 V                                                                                            | 1 000 V                                                                                             |
| Champ magnétique (50/60 Hz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1 Am <sup>-1</sup>                                                                                 | 3 Am <sup>-1</sup>                                                                                 | 30 Am <sup>-1</sup>                                                                                 |
| Champ magnétique (60 Hz à 20 000 Hz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | pour étude ultérieure                                                                              | pour étude ultérieure                                                                              | pour étude ultérieure                                                                               |
| <p><sup>a</sup> Secousses : la nature répétitive du choc dont le canal fait l'objet doit être prise en compte.</p> <p><sup>B</sup> Cet aspect de la classification environnementale est spécifique à l'installation, et il convient de le prendre en considération avec l'IEC 61918 et la spécification de composant appropriée.</p> <p><sup>C</sup> Une caractéristique à une dimension (c'est-à-dire Concentration × 10<sup>-6</sup>) a été choisie pour unifier les limites issues de différentes normes.</p> |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                     |

## B.6 Considérations concernant les dispositifs de communication et le câblage

### B.6.1 Généralités

Il convient que le planificateur consulte le fabricant du dispositif et du câblage afin de sélectionner correctement le dispositif et le câblage en fonction de l'application considérée.

L'impact du brouillage électromagnétique des environnements industriels sur le réseau de communication peut entraîner une reconstruction incorrecte du signal au niveau du récepteur.

Les exigences spécifiées à l'Article 4, à l'Article 5 et à l'Article 6 clarifient pleinement les mesures d'atténuation à utiliser pour le câblage. La présente Annexe B fournit des précisions supplémentaires concernant la sélection des dispositifs de communication et du câblage appropriés.

Les dispositifs de communication sont disponibles en différentes constructions afin de couvrir un large éventail d'applications différentes. L'impact le plus critique du brouillage électromagnétique de l'environnement industriel sur les dispositifs est la saturation de l'interface de la couche physique du dispositif avec le câblage, qui se produit lorsque la tolérance de tension de mode commun (CM) des dispositifs est inférieure à l'impact des perturbations conduites.

En règle générale, le niveau de tolérance de tension CM d'un dispositif dépend de la performance de l'interface du dispositif avec le câblage.

### B.6.2 Types de dispositifs

Du point de vue de l'immunité renforcée des interfaces de dispositifs, les dispositifs de communication peuvent être regroupés en deux types.

#### a) Dispositifs de type 1

La Figure B.8 et la Figure B.9 présentent les structures des interfaces du dispositif de type 1.

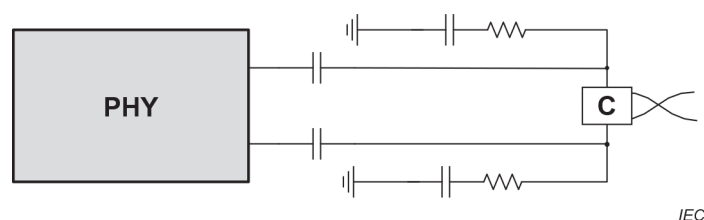


**Figure B.8 – Interface de dispositif de communication avec une immunité limitée au brouillage électromagnétique**

Tous les dispositifs ayant une interface de type 1, s'ils sont associés à un câblage blindé dont la CA est d'au moins 60 dB, peuvent assurer une compatibilité aux brouillages électromagnétique jusqu'à E3.

L'utilisation de câblage non blindé n'est pas recommandée avec des dispositifs de type 1 pour les environnements E2 et E3. En effet, ces combinaisons exigent d'avoir recours à des mesures d'atténuation supplémentaires, coûteuses et complexes (voir l'Article 4 et l'Article 5).

NOTE 1 Toutes les figures d'interface de dispositif de communication ne présentent que l'interface du dispositif maître. La même interface est utilisée au niveau du dispositif de terrain, afin d'éviter les effets de saturation également de ce côté.

NOTE 2 Il est possible d'évaluer l'affaiblissement de couplage par des mesures en laboratoire sur des échantillons représentatifs de canaux assemblés en utilisant leurs pratiques en matière de composants et de connecteurs.

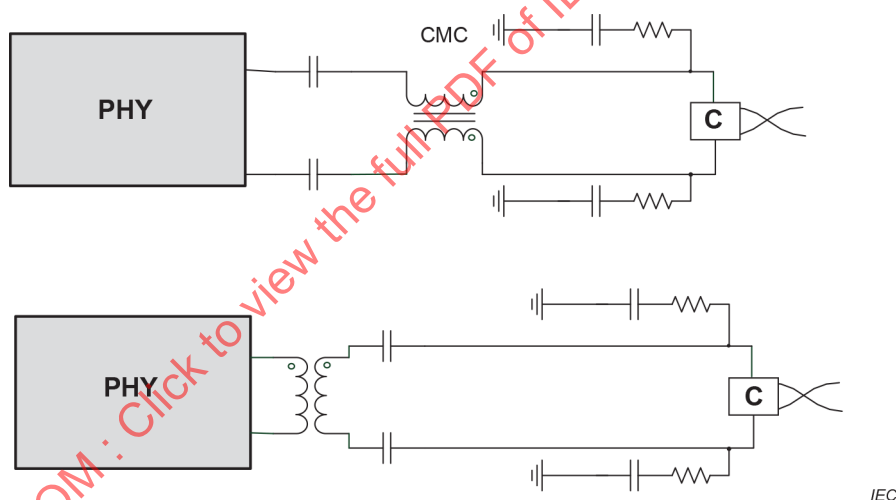


**Figure B.9 – Interfaces de dispositifs de communication avec une immunité moyenne au brouillage électromagnétique**

La Figure B.9 représente la structure de deux interfaces équivalentes de dispositifs de type 1, avec une tolérance de tension CM améliorée au niveau de leur interface. L'interface qui inclut les pièces CM peut servir pour des applications de sécurité intrinsèque, où les transformateurs ne peuvent pas être utilisés.

#### b) Dispositif de type 2

La Figure B.10 représente la structure des interfaces des dispositifs de type 2, où un ensemble plus complet d'éléments d'atténuation est ajouté à l'interface du dispositif, comme des bobines d'arrêt CM et des transformateurs d'isolement.

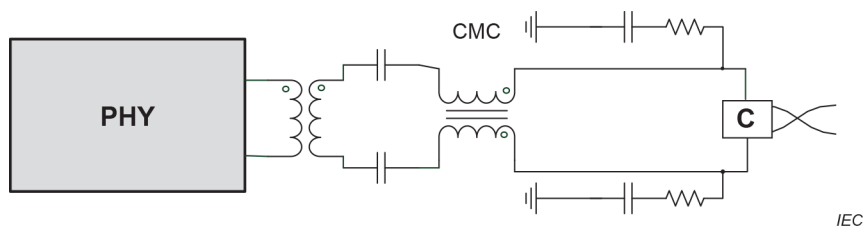


**Figure B.10 – Interface de dispositif de communication avec une immunité la plus élevée au brouillage électromagnétique (type 2)**

Les interfaces de type 2, si elles sont combinées avec un câblage blindé dont la CA est d'au moins 60 dB, peuvent offrir une meilleure tolérance de tension CM, ce qui leur confère une compatibilité avec les interférences les plus agressives (même supérieures à E3). Cela signifie également que les dispositifs de type 2 peuvent être utilisés quel que soit le niveau de brouillage électromagnétique, ce qui présente des avantages tant pour le fabricant que pour l'utilisateur, eu égard à la gestion d'un seul type.

Les dispositifs de type 2 peuvent également être utilisés avec un câblage non blindé, à condition que le câblage ait une TCL et une ELTCL =  $80 - 20\log(f)$ , de 46 dB au maximum.

### B.6.3 Résistance au brouillage électromagnétique nécessaire pour les applications industrielles E3

Le Tableau B.6 présente les exigences relatives au dispositif et au câblage lorsque la résistance E3 est exigée.

**Tableau B.6 – Résistance au brouillage électromagnétique des applications industrielles**

| Procédure d'essai |                                                                 | Valeur (kV) |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| IEC 61000-4-4     | Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves | 2           |
| IEC 61000-4-5     | Essai d'immunité aux ondes de choc                              | 2           |

## **Annexe C** (informative)

### **Topologies de réseau**

#### **C.1 Description commune**

Chaque topologie de réseau offre un ensemble différent de caractéristiques et d'avantages. La présente Annexe C concerne les éléments que les concepteurs de réseau et les planificateurs sont censés prendre en compte.

#### **C.2 Demande totale de câble**

La quantité totale de câbles exigée pour une installation dépend de l'emplacement géographique sur site des dispositifs et de l'implantation topologique permettant de les connecter. Dans la plupart des cas, les structures en étoile et en anneau ont besoin de plus de câbles que les autres structures.

#### **C.3 Longueur maximale de segment de câble**

La longueur maximale de câble d'un segment placé entre deux nœuds est définie par la catégorie du type de bus de terrain pour cette partie du réseau. Il convient donc de vérifier cette contrainte.

#### **C.4 Longueur maximale du réseau**

En règle générale, les répéteurs peuvent étendre la longueur de réseau sur de plus grandes distances géographiques car ils régénèrent les signaux de communication. Toutefois, dans certains cas, le processus de régénération peut introduire des délais de transmission inacceptables.

#### **C.5 Tolérance aux anomalies**

##### **C.5.1 Généralités**

Lors de la prise en compte des conceptions de réseau, il convient d'évaluer les éventuelles défaillances et leur impact sur les performances.

Il convient d'évaluer les défaillances du câblage, des nœuds et des alimentations électriques pour connaître les effets sur les performances du réseau. En principe, dans une topologie passive, ce type d'anomalie donne lieu à une perte de communication avec un nœud. En principe, dans une topologie active, ce type d'anomalie donne lieu à une perte de communication avec plusieurs nœuds.

NOTE Le centre d'une topologie en étoile représente un point unique de défaillances qui peuvent interrompre toutes les communications à la suite d'anomalies dans un répéteur/commutateur non redondant ou à des problèmes d'environnement dans et autour du centre.

##### **C.5.2 Utilisation de la redondance**

La tolérance du réseau aux anomalies peut être améliorée en combinant les redondances aux points de propagation active et/ou en fournissant des chemins de communication alternatifs/de sauvegarde.

En règle générale, les technologies en anneau offrent des fonctions de détection des anomalies et de reconfiguration automatique afin de résoudre au moins une anomalie.

### C.5.3 Analyse des défaillances des réseaux avec redondance

Il convient de prendre en considération les effets d'une anomalie sur les réseaux avec redondance en trois étapes, y compris l'évaluation de la durée exigée pour exécuter les actions suivantes.

- a) Détection initiale de l'anomalie et reconfiguration nécessaire afin de rétablir la communication.

NOTE 1 Après la détection d'une anomalie et la reconfiguration, le réseau fonctionne normalement, mais en mode de sauvegarde utilisant certains éléments redondants, réduisant donc la résilience de panne et pouvant ne pas être en mesure de se rétablir d'une deuxième anomalie.

NOTE 2 Certaines topologies de réseau et approches de conception peuvent prendre en charge la détection et la reconfiguration sans perte de temps ou de communication. Dans les réseaux en anneau, la détection des anomalies et la reconfiguration peuvent prendre de 0,3 s à plusieurs minutes.

- b) Réparation/remplacement de la fonction défectueuse.

NOTE 3 Cette phase prend en considération l'impact des activités de réparation sur la communication; par exemple une interruption de réseau peut être exigée pour remplacer un commutateur à plusieurs ports par plusieurs ports en bon état de fonctionnement et un port défaillant.

NOTE 4 Pendant et après la réparation, le réseau peut fonctionner en mode de sauvegarde.

- c) Rétablissement du réseau à son état de fonctionnement d'origine.

Il convient d'évaluer l'impact opérationnel de ce processus de réinstanciation.

NOTE 5 Dans le cadre du processus de reconfiguration et de sauvegarde, le "gestionnaire de réseau" actif et la "source de la synchronisation réseau" active sont peut-être transférés vers d'autres nœuds du réseau. Toutefois, pour le fonctionnement normal, il peut s'avérer nécessaire de réinstancier ces entités dans leur emplacement de conception d'origine (un nœud protégé dans la salle de commande principale, par exemple).

Le nombre d'éléments d'impact de défaillance varie en fonction des technologies, topologies et cas d'anomalies. Il convient que l'analyse ci-dessus contienne une évaluation de la durée exigée et du nombre de messages perdus et retardés pour les différentes anomalies, y compris en cas de défaillance d'une fonction du gestionnaire de réseau actif et de défaillance d'une source de synchronisation réseau active, suivies d'une réparation et d'un rétablissement.

## C.6 Accès au réseau pour le diagnostic

Le centre d'une structure en étoile est un emplacement unique prévu pour le diagnostic, la reconfiguration et l'administration du réseau.

## C.7 Maintenabilité et ajouts en ligne

La plupart des technologies de bus de terrain offrent des fonctions permettant d'ajouter et de retirer des dispositifs dans un réseau de bus de terrain opérationnel.

Si le dispositif d'une application exige une modification pendant le fonctionnement normal, il convient d'évaluer les procédures recommandées par le fournisseur pour la connexion et la déconnexion en ligne en fonction

- de la durée et de l'impact sur la communication de la connexion/déconnexion physique et logique d'un dispositif;
- de la durée et de l'impact sur la communication de l'inclusion/exclusion d'un dispositif pour l'application en cours de fonctionnement.

En général, lorsque des dispositifs sont connectés à une ligne secondaire ou une prise sur un bus ou à un port du commutateur, ils peuvent être ajoutés et retirés sans perte de trafic parmi les autres dispositifs.

En général, lorsque des dispositifs font partie intégrante d'une structure en anneau ou d'une structure de jonction linéaire, l'ajout et le retrait des dispositifs impliquent une reconfiguration et une perte du trafic parmi les autres dispositifs.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## Annexe D (informative)

### Tables des connecteurs

Les tables des connecteurs proposées à l'Annexe D indiquent les connecteurs utilisés pour le câblage en cuivre dans les profils de communication. Ces tables sont destinées aux installateurs et dépanneurs des réseaux de communication installés sur des sites industriels.

Le Tableau D.1 indique les conventions de couleurs spécifiées dans l'IEC 60757. Ces conventions sont utilisées dans les tables des connecteurs. Les combinaisons de codes couleur sont indiquées conformément à l'exemple ci-dessous: code couleur 1/code couleur 2. La couleur dominante est indiquée en premier.

**Tableau D.1 – Conventions en matière de  
code couleur utilisé dans la table des connecteurs**

| Couleurs  | Code |
|-----------|------|
| Noir      | BK   |
| Bleu      | BU   |
| Brun      | BN   |
| Vert      | GN   |
| Gris      | GY   |
| Orange    | OG   |
| Rose      | PK   |
| Rouge     | RD   |
| Turquoise | TQ   |
| Violet    | VT   |
| Blanc     | WH   |
| Jaune     | YE   |

Les Tableau D.3 à Tableau D.13 indiquent les affectations de code couleur des broches et des fils d'un certain nombre de connecteurs, telles que définies par les consortiums pour leurs profils de communication.

Les conventions supplémentaires sont les suivantes:

- a) les broches qui ne sont pas utilisées sont identifiées par le symbole "-";
- b) le fil de continuité ou le blindage est représenté par "Drain".

Dans la plupart des constructions de câbles symétriques, les fils sont organisés en 2 ou 4 paires. Les deux conducteurs de chaque paire sont torsadés ensemble. Les paires sont ensuite torsadées pour former un câble fini. Il est à noter qu'une quarte est construite sans pairage en torsadant les 4 fils dans un ordre particulier. En général, lorsque les paires sont torsadées, elles sont numérotées pour faciliter leur identification. Une combinaison de couleurs est alors attribuée aux numéros de paires. Par exemple, le Tableau D.2 associe le numéro de paire à la combinaison de couleurs.

Concernant les câbles à 2 et 4 paires, deux méthodes de câblage communes sont reconnues. Ces deux méthodes de câblage sont identifiées par T568A et T568B. Ces deux désignations de câblage ont été créées afin de distinguer les deux systèmes de câblage et pour des raisons de compatibilité. La Figure H.1 et la Figure H.2 présentent les relations entre les positions de paire dans un connecteur, pour quatre et deux systèmes de paires,



respectivement. Dans la plupart des cas, la transmission de paire et les caractéristiques électriques des paires sont identiques. Par conséquent, le placement des broches n'a pas d'importance. Les deux systèmes de câblage inversent les positions des paires 2 et 3 dans le connecteur. La méthode de câblage d'un cordon particulier est généralement identifiée par T568A ou T568B marqué sur la gaine du câble.

Pour les besoins du présent document, ces désignations sont adoptées dans les tableaux ci-après. Ces désignations s'appliquent uniquement aux câbles droits.

Les profils de communication présentés dans les tables des connecteurs sont répertoriés ci-après, accompagnés de leurs noms commerciaux (voir l'Annexe M pour obtenir la liste exhaustive).

- **CPF 1** (FOUNDATION fieldbus): CP 1/1 (FOUNDATION H1) et CP 1/2 (FOUNDATION HSE).
- **CPF 2** (CIP™): CP 2/1 (ControlNet™), CP 2/2 (EtherNet/IP™) et CP 2/3 (DeviceNet™).
- **CPF 3** (PROFIBUS & PROFINET): CP 3/1 et CP 3/2 (PROFIBUS), CP 3/3, CP3/4, CP3/5, et CP3/6 (PROFINET).
- **CPF 4** (P-NET®): CP 4/1 (P-NET avec couche physique conformément à RS 485) et CP 4/3 (P-NET on IP).
- **CPF 6** (INTERBUS®): un profil d'installation commun pour les réseaux CPF 6 Type 8 (CP 6/1 etc.) et CP 6/2 over Ethernet.
- **CPF 8** (CC-Link & CC-Link IE): CP 8/1 et CP 8/2 (CC-Link/V1 et CC-Link/V2), CP 8/3 (CC-Link/LT), CP 8/4 (CC-Link IE Controller Network) et CP 8/5 (CC-Link IE Field Network).
- **CPF 10** (Vnet/IP): CP 10/1 (Vnet/IP).
- **CPF 11** (TCnet): CP 11/1 (TCnet-star), CP 11/2 (TCnet-loop 100) et CP 11/3 (TCnet-loop 1G).
- **CPF 12** (EtherCAT™): CP 12/1 et CP 12/2 (EtherCAT).
- **CPF 13** (Ethernet POWERLINK): CP 13/1 (Ethernet POWERLINK).
- **CPF 14** (EPA™): CP 14/1 (EPA-NRT), CP 14/2 (EPA-RT) et CP 14/3 (EPA-FRT).
- **CPF 15** (MODBUS®-RTS): CP 15/1 (MODBUS) et CP 15/2 (RTS).
- **CPF 16** (SERCOS): CP 16/1 (SERCOS I), CP 16/2 (SERCOS II) et CP 16/3 (SERCOS III).
- **CPF 17** (RAPIEnet): CP 17/1 (RAPIEnet).
- **CPF 18** (SafetyNET p): CP 18/1 (SafetyNET p RTFL) et CP 18/2 (SafetyNET p RTFN).
- **CPF 19** (MECHATROLINK): CP 19/1 (MECHATROLINK-II) et CP 19/2 (MECHATROLINK-III).
- **CPF 20** (ADS-net): CP 20/1 (ADS-net/μSNETWORK-1000) et CP 20/2 (ADS-net/NX).
- **CPF 21** (FL-net): CP 21/1 (FL-net).

**Tableau D.2 – Attribution paire/broche et combinaison de couleurs**

| T568A |        |         | T568B |        |         |
|-------|--------|---------|-------|--------|---------|
| Paire | Broche | Couleur | Paire | Broche | Couleur |
| 3     | 1      | WH/GN   | 2     | 1      | WH/OG   |
|       | 2      | GN      |       | 2      | OG      |
| 2     | 3      | WH/OG   | 3     | 3      | WH/GN   |
|       | 6      | OG      |       | 6      | GN      |
| 1     | 5      | WH/BU   | 1     | 5      | WH/BU   |
|       | 4      | BU      |       | 4      | BU      |
| 4     | 7      | WH/BN   | 4     | 7      | WH/BN   |
|       | 8      | BN      |       | 8      | BN      |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

**Tableau D.3 – Connecteur modulaire 8 voies**

| CP                                                                                       | Broche         |    |    |   |   |    |   |   | Boîtier |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----|----|---|---|----|---|---|---------|
|                                                                                          | 1              | 2  | 3  | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 |         |
| CP 1/1                                                                                   | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 1/2                                                                                   | T568A ou T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 2/1                                                                                   | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 2/2                                                                                   | T568A ou T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 2/3                                                                                   | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 3/1                                                                                   | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 3/2                                                                                   | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 3/3 <sup>a</sup><br>CP 3/4 <sup>a</sup><br>CP 3/5 <sup>a</sup><br>CP 3/6 <sup>a</sup> | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 4/1                                                                                   | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 4/3                                                                                   | T568A ou T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 6/1                                                                                   | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 6/3                                                                                   | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 6/2                                                                                   | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 8/1                                                                                   | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 8/2                                                                                   | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 8/3                                                                                   | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 8/4                                                                                   | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 8/5                                                                                   | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 10/1                                                                                  | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 11/1                                                                                  | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 11/2                                                                                  | -              |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 11/3                                                                                  | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 12/1                                                                                  | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 12/2                                                                                  | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 13/1                                                                                  | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 14/1                                                                                  | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 14/2                                                                                  | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 14/3                                                                                  | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 15/1                                                                                  | T568A ou T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 15/2                                                                                  | T568A ou T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 16/1                                                                                  | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 16/2                                                                                  | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 16/3                                                                                  | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 17/1                                                                                  | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 18/1                                                                                  | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 18/2                                                                                  | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 19/1                                                                                  | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 19/2                                                                                  | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 20/1                                                                                  | T568A ou T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 20/2                                                                                  | T568A ou T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 21/1                                                                                  | T568A ou T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |

<sup>a</sup> Avec un câblage à 4 paires, utiliser T568A ou T568B.

**Tableau D.4 – Connecteur M12-4 codage A**

| CP      | Broche |    |    |    |       |
|---------|--------|----|----|----|-------|
|         | 1      | 2  | 1  | 4  | 1     |
| CP 1/1  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 1/2  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 2/1  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 2/2  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 2/3  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 3/1  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 3/2  | GN     | -  | RD | -  | Drain |
| CP 3/3  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 3/4  |        |    |    |    |       |
| CP 3/5  |        |    |    |    |       |
| CP 3/6  |        |    |    |    |       |
| CP 4/1  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 4/3  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 6/1  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 6/3  |        |    |    |    |       |
| CP 6/2  |        |    |    |    |       |
| CP 8/1  | Drain  | WH | YE | BU | -     |
| CP 8/2  | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 8/3  |        |    |    |    |       |
| CP 8/4  |        |    |    |    |       |
| CP 8/5  |        |    |    |    |       |
| CP 10/1 |        |    |    |    |       |
| CP 11/1 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 11/2 |        |    |    |    |       |
| CP 11/3 |        |    |    |    |       |
| CP 12/1 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 12/2 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 13/1 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 14/1 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 14/2 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 14/3 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 15/1 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 15/2 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 16/1 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 16/2 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 16/3 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 17/1 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 18/1 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 18/2 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 19/1 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 19/2 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 20/1 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 20/2 | -      | -  | -  | -  | -     |
| CP 21/1 | -      | -  | -  | -  | -     |

**Tableau D.5 – Connecteur M12-4 codage D**

| CP      | Pin   |    |       |    |         |
|---------|-------|----|-------|----|---------|
|         | 1     | 2  | 3     | 4  | Boîtier |
| CP 1/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 1/2  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 2/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 2/2  | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 2/3  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 3/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 3/2  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 3/3  | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 3/4  |       |    |       |    |         |
| CP 3/5  |       |    |       |    |         |
| CP 3/6  |       |    |       |    |         |
| CP 4/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 4/3  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 6/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 6/3  |       |    |       |    |         |
| CP 6/2  | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 8/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 8/2  |       |    |       |    |         |
| CP 8/3  |       |    |       |    |         |
| CP 8/4  |       |    |       |    |         |
| CP 8/5  |       |    |       |    |         |
| CP 10/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 11/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 11/2 |       |    |       |    |         |
| CP 11/3 |       |    |       |    |         |
| CP 12/1 | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 12/2 |       |    |       |    |         |
| CP 13/1 | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 14/1 | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 14/2 |       |    |       |    |         |
| CP 14/3 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 15/1 | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 15/2 |       |    |       |    |         |
| CP 16/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 16/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 16/3 | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 17/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 18/1 | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 18/2 |       |    |       |    |         |
| CP 19/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 19/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 20/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 20/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 21/1 | -     | -  | -     | -  | -       |

**Tableau D.6 – Connecteur M12-5 codage A**

| CP      | Broche |    |       |    |    |         |
|---------|--------|----|-------|----|----|---------|
|         | 1      | 2  | 3     | 4  | 5  | Boîtier |
| CP 1/1  | a      | b  | Drain | -  | -  | -       |
| CP 1/2  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 2/1  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 2/2  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 2/3  | Drain  | RD | BK    | WH | BU | Drain   |
| CP 3/1  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 3/2  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 3/3  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 3/4  |        |    |       |    |    |         |
| CP 3/5  |        |    |       |    |    |         |
| CP 3/6  |        |    |       |    |    |         |
| CP 4/1  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 4/3  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 6/1  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 6/3  |        |    |       |    |    |         |
| CP 6/2  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 8/1  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 8/2  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 8/3  |        |    |       |    |    |         |
| CP 8/4  |        |    |       |    |    |         |
| CP 8/5  | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 10/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 11/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 11/2 |        |    |       |    |    |         |
| CP 11/3 |        |    |       |    |    |         |
| CP 12/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 12/2 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 13/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 14/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 14/2 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 14/3 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 15/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 15/2 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 16/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 16/2 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 16/3 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 17/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 18/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 18/2 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 19/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 19/2 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 20/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 20/2 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 21/1 | -      | -  | -     | -  | -  | -       |

<sup>a</sup> Ce fil représente "+ Data" sans spécification de couleur.  
<sup>b</sup> Ce fil représente "- Data" sans spécification de couleur.

**Tableau D.7 – Connecteur M12-5 codage A**

| CP      | Broche |    |    |    |    |         |
|---------|--------|----|----|----|----|---------|
|         | 1      | 2  | 3  | 4  | 5  | Boîtier |
| CP 1/1  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 1/2  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 2/1  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 2/2  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 2/3  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 3/1  | -      | GN | -  | RD | -  | Drain   |
| CP 3/2  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 3/3  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 3/4  |        |    |    |    |    |         |
| CP 3/5  |        |    |    |    |    |         |
| CP 3/6  |        |    |    |    |    |         |
| CP 4/1  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 4/3  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 6/1  | YE     | GN | GY | PK | BN | Drain   |
| CP 6/3  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 6/2  |        |    |    |    |    |         |
| CP 8/1  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 8/2  |        |    |    |    |    |         |
| CP 8/3  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 8/4  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 8/5  | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 10/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 11/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 11/2 |        |    |    |    |    |         |
| CP 11/3 |        |    |    |    |    |         |
| CP 12/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 12/2 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 13/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 14/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 14/2 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 14/3 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 15/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 15/2 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 16/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 16/2 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 16/3 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 17/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 18/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 18/2 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 19/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 19/2 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 20/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 20/2 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 21/1 | -      | -  | -  | -  | -  | -       |

**Tableau D.8 – Connecteur SubD**

| CP      | Broche |    |       |    |       |       |    |    |   | Boîtier |
|---------|--------|----|-------|----|-------|-------|----|----|---|---------|
|         | 1      | 2  | 3     | 4  | 5     | 6     | 7  | 8  | 9 |         |
| CP 1/1  | -      | -  | -     | -  | -     | a     | b  | -  | - | -       |
| CP 1/2  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 2/1  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 2/2  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 2/3  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/1  | -      | -  | RD    | -  | -     | -     | -  | GN | - | Drain   |
| CP 3/2  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/3  |        |    |       |    |       |       |    |    |   |         |
| CP 3/4  |        |    |       |    |       |       |    |    |   |         |
| CP 3/5  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/6  |        |    |       |    |       |       |    |    |   |         |
| CP 4/1  | WH     | -  | Drain | -  | BN    | -     | -  | -  | - | Drain   |
| CP 4/3  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 6/1  | YE     | GY | BN    | -  | -     | GN    | PK | -  | - | Drain   |
| CP 6/3  |        |    |       |    |       |       |    |    |   |         |
| CP 6/2  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/1  |        |    |       |    |       |       |    |    |   | -       |
| CP 8/2  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/3  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/4  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/5  | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 10/1 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 11/1 |        |    |       |    |       |       |    |    |   |         |
| CP 11/2 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 11/3 |        |    |       |    |       |       |    |    |   |         |
| CP 12/1 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 12/2 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 13/1 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 14/1 | WH/OG  | OG | WH/GN | BU | WH/BU | WH/BN | GN | BN | - | Drain   |
| CP 14/2 | WH/OG  | OG | WH/GN | BU | WH/BU | WH/BN | GN | BN | - | Drain   |
| CP 14/3 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 15/1 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 15/2 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 16/1 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 16/2 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 16/3 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 17/1 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 18/1 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 18/2 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 19/1 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 19/2 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 20/1 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 20/2 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 21/1 | -      | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |

<sup>a</sup> Ce fil représente "+ Data" sans spécification de couleur.

<sup>b</sup> Ce fil représente "- Data" sans spécification de couleur.



**Tableau D.9 – Connecteur 7/8-16 UN-2B THD / M18**

| CP      | Broche |    |    |    |    |
|---------|--------|----|----|----|----|
|         | 1      | 2  | 3  | 4  | 5  |
| CP 1/1  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 1/2  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 2/1  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 2/2  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 2/3  | Drain  | RD | BK | WH | BU |
| CP 3/1  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 3/2  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 3/3  |        |    |    |    |    |
| CP 3/4  |        |    |    |    |    |
| CP 3/5  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 3/6  |        |    |    |    |    |
| CP 4/1  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 4/3  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 6/1  |        |    |    |    |    |
| CP 6/3  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 6/2  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/1  |        |    |    |    |    |
| CP 8/2  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/3  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/4  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/5  | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 10/1 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 11/1 |        |    |    |    |    |
| CP 11/2 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 11/3 |        |    |    |    |    |
| CP 12/1 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 12/2 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 13/1 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 14/1 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 14/2 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 14/3 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 15/1 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 15/2 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 16/1 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 16/2 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 16/3 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 17/1 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 18/1 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 18/2 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 19/1 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 19/2 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 20/1 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 20/2 | -      | -  | -  | -  | -  |
| CP 21/1 | -      | -  | -  | -  | -  |

**Tableau D.10 – Connecteur de style ouvert**

| CP                   | Broche |    |       |    |       |    |       |    | Boîtier du dispositif |
|----------------------|--------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-----------------------|
|                      | 1      | 2  | 3     | 4  | 5     | 6  | 7     | 8  |                       |
| CP 1/1               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 1/2               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 2/1               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 2/2               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 2/3               | BK     | BU | Drain | WH | RD    | -  | -     | -  | -                     |
| CP 3/1               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 3/2               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 3/3               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 3/4               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 3/5               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 3/6               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 4/1               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 4/3               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 6/1               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 6/3               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 6/2               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 8/1               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 8/2               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 8/3               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 8/4               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 8/5               | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 10/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 11/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 11/2              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 11/3              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 12/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 12/2              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 13/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 14/1 <sup>a</sup> | WH/OG  | OG | WH/GN | GN | -     | -  | -     | -  | Drain                 |
| CP 14/2 <sup>a</sup> | WH/OG  | OG | WH/GN | GN | -     | -  | -     | -  | Drain                 |
| CP 14/1 <sup>b</sup> | WH/OG  | OG | WH/GN | GN | BU    | BN | -     | -  | Drain                 |
| CP 14/2 <sup>b</sup> | WH/OG  | OG | WH/GN | GN | BU    | BN | -     | -  | Drain                 |
| CP 14/1 <sup>c</sup> | WH/OG  | OG | WH/GN | BU | WH/BU | GN | WH/BN | BN | Drain                 |
| CP 14/2 <sup>c</sup> | WH/OG  | OG | WH/GN | BU | WH/BU | GN | WH/BN | BN | Drain                 |
| CP 14/3              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 15/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 15/2              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 16/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 16/2              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 16/3              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 17/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 18/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 18/2              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 19/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 19/2              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 20/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 20/2              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |
| CP 21/1              | -      | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -                     |

<sup>a</sup> Utilisation de 4 broches de style ouvert.

<sup>b</sup> Utilisation de 6 broches de style ouvert.

<sup>c</sup> Utilisation de 8 broches de style ouvert.

### Tableau D.11 – Connecteur M12-8 codage X

[illegible]

Tableau D.12 – Connecteur BNC

| CP      | Connexions |                   |
|---------|------------|-------------------|
|         | Centre     | Partie extérieure |
| CP 1/1  | -          | -                 |
| CP 1/2  | -          | -                 |
| CP 2/1  | fil        | blindage          |
| CP 2/2  | -          | -                 |
| CP 2/3  | -          | -                 |
| CP 3/1  | -          | -                 |
| CP 3/2  | -          | -                 |
| CP 3/3  | -          | -                 |
| CP 3/4  |            |                   |
| CP 3/5  |            |                   |
| CP 3/6  |            |                   |
| CP 4/1  | -          | -                 |
| CP 4/3  | -          | -                 |
| CP 6/1  | -          | -                 |
| CP 6/3  |            |                   |
| CP 6/2  |            |                   |
| CP 8/1  | -          | -                 |
| CP 8/2  |            |                   |
| CP 8/3  |            |                   |
| CP 8/4  |            |                   |
| CP 8/5  |            |                   |
| CP 10/1 | -          | -                 |
| CP 11/1 | -          | -                 |
| CP 11/2 |            |                   |
| CP 11/3 |            |                   |
| CP 12/1 | -          | -                 |
| CP 12/2 | -          | -                 |
| CP 13/1 | -          | -                 |
| CP 14/1 | -          | -                 |
| CP 14/2 | -          | -                 |
| CP 14/3 | -          | -                 |
| CP 15/1 | -          | -                 |
| CP 15/2 | -          | -                 |
| CP 16/1 | -          | -                 |
| CP 16/2 | -          | -                 |
| CP 16/3 | -          | -                 |
| CP 17/1 | -          | -                 |
| CP 18/1 | -          | -                 |
| CP 18/2 | -          | -                 |
| CP 19/1 | -          | -                 |
| CP 19/2 | -          | -                 |
| CP 20/1 | -          | -                 |
| CP 20/2 | -          | -                 |
| CP 21/1 | -          | -                 |

**Tableau D.13 – Connecteur TNC**

| CP      | Connexions |                   |
|---------|------------|-------------------|
|         | Centre     | Partie extérieure |
| CP 1/1  |            |                   |
| CP 1/2  | -          | -                 |
| CP 2/1  | fil        | blindage          |
| CP 2/2  | -          | -                 |
| CP 2/3  | -          | -                 |
| CP 3/1  | -          | -                 |
| CP 3/2  | -          | -                 |
| CP 3/3  | -          |                   |
| CP 3/4  |            |                   |
| CP 3/5  |            |                   |
| CP 3/6  |            |                   |
| CP 4/1  | -          | -                 |
| CP 4/3  | -          | -                 |
| CP 6/1  | -          | -                 |
| CP 6/3  |            |                   |
| CP 6/2  |            |                   |
| CP 8/1  | -          | -                 |
| CP 8/2  |            |                   |
| CP 8/3  |            |                   |
| CP 8/4  |            |                   |
| CP 8/5  |            | -                 |
| CP 10/1 |            |                   |
| CP 11/1 | -          | -                 |
| CP 11/2 |            |                   |
| CP 11/3 |            |                   |
| CP 12/1 | -          | -                 |
| CP 12/2 | -          | -                 |
| CP 13/1 | -          | -                 |
| CP 14/1 | -          | -                 |
| CP 14/2 | -          | -                 |
| CP 14/3 | -          | -                 |
| CP 15/1 | -          | -                 |
| CP 15/2 | -          | -                 |
| CP 16/1 | -          | -                 |
| CP 16/2 | -          | -                 |
| CP 16/3 | -          | -                 |
| CP 17/1 | -          | -                 |
| CP 18/1 | -          | -                 |
| CP 18/2 | -          | -                 |
| CP 19/1 | -          | -                 |
| CP 19/2 | -          | -                 |
| CP 20/1 | -          | -                 |
| CP 20/2 | -          | -                 |
| CP 21/1 | -          | -                 |

## Annexe E (informative)

### Réseaux d'alimentation électrique eu égard au brouillage électromagnétique – Approches TN-C et TN-S

La principale source de brouillage électromagnétique provient du câblage des lignes électriques entre les systèmes d'automatisation décentralisés communiquant par l'intermédiaire du bus de terrain. Jusqu'à présent, les normes admettaient la pratique courante consistant à relier une terre de protection (PE) à un fil neutre (N) entre les baies principales et les casiers. Ce type de câblage est également appelé réseau d'alimentation électrique TN-C. Cette méthode est acceptable si aucun réseau de bus de terrain étendu n'est impliqué et que les courants des lignes électriques L1, L2, L3 sont neutralisés (Figure E.1).

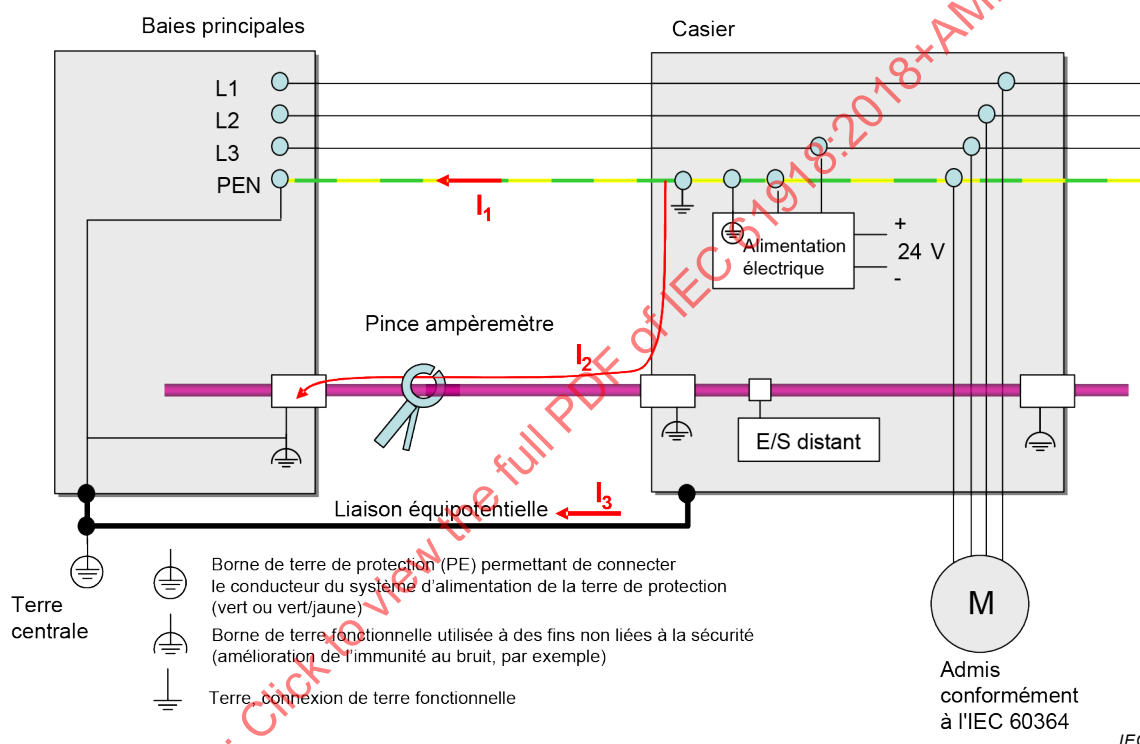


Figure E.1 – Réseau d'alimentation électrique à quatre fils (TN-C)

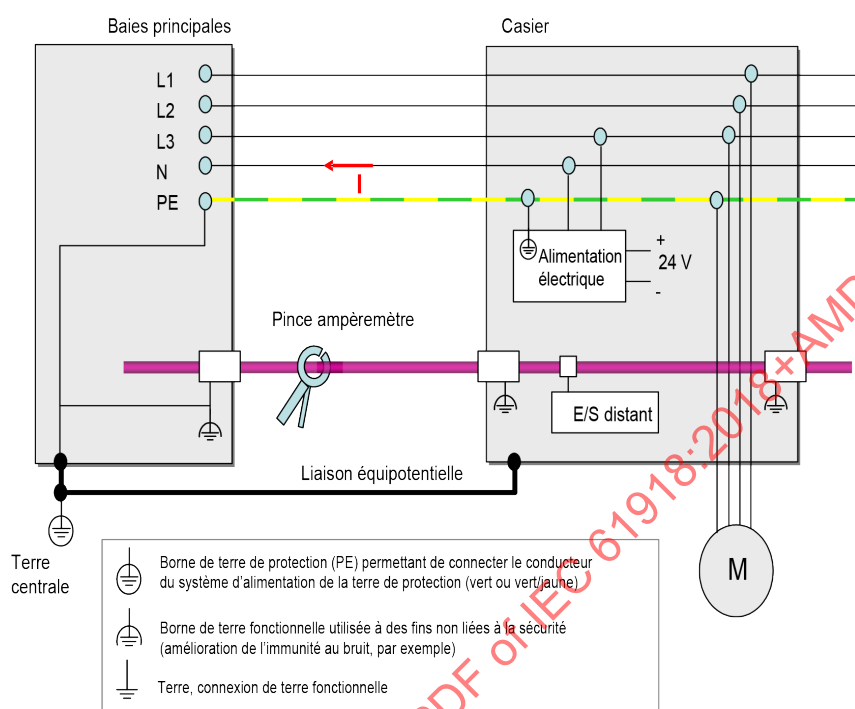
La terre fonctionnelle des dispositifs de bus de terrain est connectée à la barre omnibus de terre fonctionnelle liée à la terre de protection à la source de l'alimentation, conformément aux exigences des réglementations électriques nationales/locales.

Les éléments électroniques et alimentations électriques d'entraînement modernes s'appuient sur une technologie de commutation haute fréquence, qui génère des courants (haute fréquence) asymétriques s'écoulant par le câble PEN combiné du système. Le blindage à faible impédance d'un câble de bus de terrain parallèle au câble PEN prend en charge ces courants à haute fréquence, ce qui perturbe la transmission des messages.

Il est vivement recommandé d'utiliser des câbles PE et N ("5 câbles") conformément à l'IEC 60364-4-44 pour éviter les erreurs de communication de bus de terrain et les éventuelles nouvelles tentatives, ce qui compromettrait l'efficacité et sans doute la disponibilité de l'ensemble du système (voir la Figure E.2). Les types correspondants de réseaux d'alimentation électrique sont appelés TN-S.

Des informations exhaustives relatives à la conception des réseaux d'alimentation électrique eu égard aux interférences électromagnétiques peuvent être trouvées dans l'IEC 60364-4-44.

Des informations exhaustives relatives à la conception des réseaux d'alimentation électrique eu égard à la sécurité peuvent être trouvées en 312.2.1 de l'IEC 60364-1:2005, Schémas TN.



IEC

**Figure E.2 – Réseau d'alimentation électrique à cinq fils (TN-S)**

De même, dans ce cas, les bornes de terre fonctionnelle et les mises à la terre fonctionnelle sont liées comme indiqué ci-dessus.

## Annexe F (informative)

### Dimensions des conducteurs dans les câbles électriques

Les dimensions de fabrication normalisées à l'échelle internationale pour les conducteurs des câbles électriques sont définies dans l'IEC 60228. La dimension des conducteurs décrits dans l'IEC 60228 est exprimée dans le système métrique. En Amérique du Nord (USA et CANADA), les dimensions et caractéristiques des conducteurs sont conformes aux systèmes AWG (American Wire Gauge) et kcmil pour les dimensions plus importantes. Les normes IEC relatives aux câbles ne prescrivent pas l'utilisation de câbles avec des conducteurs AWG/kcmil. Le Tableau F.1 fournit les données de section nominale (mm<sup>2</sup>) correspondant à la dimension de conducteur exprimée en AWG et kcmil.

Les dimensions de conducteur figurant dans l'IEC 60228 pour les conducteurs solides de câbles unipolaires et multipolaires et les conducteurs câblés des câbles unipolaires et multipolaires présentent les sections nominales suivantes (mm<sup>2</sup>):

0,5 – 0,75 – 1 – 1,5 – 2,5 – 4 – 6 – 10 – 16 – 25 – 35 – 50 – 70 – 95 – 120 – 150 – 185 – 240 – 300.

Ces sections sont différentes de celles du système AWG, et il n'existe aucune correspondance directe entre les deux systèmes.

**Tableau F.1 – Système AWG (American Wire Gauge) et kcmil**

| AWG                     |                                  |                         |                                  | kcmil                   |                                  |                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Dimension du conducteur | Section nominale mm <sup>2</sup> | Dimension du conducteur | Section nominale mm <sup>2</sup> | Dimension du conducteur | Section nominale mm <sup>2</sup> | Dimension du conducteur | Section nominale mm <sup>2</sup> |
| 30                      | 0,0509                           | 13                      | 2,62                             | 250                     | 127                              | 750                     | 380                              |
| 29                      | 0,0642                           | 12                      | 3,31                             | 300                     | 152                              | 800                     | 405                              |
| 28                      | 0 081                            | 11                      | 4,17                             | 350                     | 177                              | 900                     | 456                              |
| 27                      | 0 102                            | 10                      | 5,26                             | 400                     | 203                              | 1 000                   | 507                              |
| 26                      | 0,129                            | 9                       | 6,63                             | 450                     | 228                              | 1 200                   | 608                              |
| 25                      | 0 162                            | 8                       | 8,36                             | 500                     | 253                              | 1 250                   | 633                              |
| 24                      | 0 205                            | 7                       | 10,5                             | 550                     | 279                              | 1 500                   | 760                              |
| 23                      | 0 258                            | 6                       | 13,3                             | 600                     | 304                              | 1 750                   | 887                              |
| 22                      | 0 326                            | 5                       | 16,8                             | 650                     | 329                              | 2 000                   | 1 010                            |
| 21                      | 0,41                             | 4                       | 21,1                             | 700                     | 355                              |                         |                                  |
| 20                      | 0 518                            | 3                       | 26,7                             |                         |                                  |                         |                                  |
| 19                      | 0 653                            | 2                       | 33,6                             |                         |                                  |                         |                                  |
| 18                      | 0 823                            | 1                       | 42,4                             |                         |                                  |                         |                                  |
| 17                      | 1,04                             | 1/0                     | 53,5                             |                         |                                  |                         |                                  |
| 16                      | 1,31                             | 2/0                     | 67,4                             |                         |                                  |                         |                                  |
| 15                      | 1,65                             | 3/0                     | 85                               |                         |                                  |                         |                                  |
| 14                      | 2,08                             | 4/0                     | 107                              |                         |                                  |                         |                                  |

Pour convertir en AWG une dimension de conducteur exprimée en mm<sup>2</sup>, consulter le Tableau F.1 pour connaître la dimension de conducteur AWG en mm<sup>2</sup> et spécifier la dimension immédiatement supérieure comme dimension équivalente en mm<sup>2</sup>.

EXEMPLE La valeur AWG d'une dimension de conducteur de 1 mm<sup>2</sup> est AWG 17 car la section nominale correspondante est 1,04 mm<sup>2</sup>, qui est la dimension immédiatement supérieure à 1 mm<sup>2</sup>.



## **Annexe G** (informative)

### **Listes de contrôle de vérification du câblage installé**

#### **G.1 Généralités**

L'Annexe G donne les listes de contrôle de vérification du câblage installé.

Il convient que la personne chargée de la vérification confirme que tous les éléments figurant dans les listes de contrôle sont conformes à la documentation de planification du câblage, avec les écarts et ajouts enregistrés et le profil d'installation approprié de l'IEC 61784-5 (toutes les parties).

#### **G.2 Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre**

Le Tableau G.1 donne la liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

**Tableau G.1 – Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre**

|                                                                |        |         |                                                                                                                                   |       |
|----------------------------------------------------------------|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Système                                                        |        |         | Nom de segment                                                                                                                    |       |
|                                                                |        |         | Vitesse de transmission                                                                                                           |       |
| Assemblage accepté par                                         |        |         |                                                                                                                                   |       |
| Commentaires                                                   |        |         |                                                                                                                                   |       |
| Examen visuel et vérification du câblage en cuivre installé    |        |         |                                                                                                                                   |       |
| OK                                                             | Pas OK | A.I. N° | Élément d'action                                                                                                                  | Notes |
| Vérifications générales pour tous les profils de communication |        |         |                                                                                                                                   |       |
|                                                                |        | 1       | Utilisation de câble(s) et connecteur(s) correct(s); aucune gaine de câble endommagée                                             |       |
|                                                                |        | 2       | Placement des composants de câblage                                                                                               |       |
|                                                                |        | 3       | Chemins                                                                                                                           |       |
|                                                                |        | 4       | Acheminement du câblage pour les besoins de compatibilité électromagnétique                                                       |       |
|                                                                |        | 5       | Séparation des autres circuits. L'espacement minimal entre le câblage a été satisfait ou des parties métalliques ont été insérées |       |
|                                                                |        | 6       | Traversées par câble en angle droit                                                                                               |       |
|                                                                |        | 7       | Protection contre les dommages. Protections contre les dommages mécaniques présentes aux endroits dangereux                       |       |
|                                                                |        | 8       | Des arêtes ont été couvertes ou retirées                                                                                          |       |
|                                                                |        | 9       | Absence de pliure dans le câble                                                                                                   |       |
|                                                                |        | 10      | Spécification respectée en matière de rayons de courbure                                                                          |       |
|                                                                |        | 11      | Longueur max. de segment/branchement non dépassée                                                                                 |       |
|                                                                |        | 12      | Nombre max. de connexions dans un canal non dépassé                                                                               |       |
|                                                                |        | 13      | Électrode de câble correct dans les enceintes et/ou bâtiments                                                                     |       |
|                                                                |        | 14      | Presse-étoupes en place et correctement installés. Fixations de réducteur de tension attachées                                    |       |
|                                                                |        | 15      | Table de correspondance des fils                                                                                                  |       |
|                                                                |        | 16      | Erreur de câblage, pairage et brochage corrects et absence de court-circuit ou d'ouverture                                        |       |
|                                                                |        | 17      | Capuchons de protection pour les connecteurs                                                                                      |       |
|                                                                |        | 18      | Mise à la terre                                                                                                                   |       |
|                                                                |        | 19      | Mise à la terre du blindage du câble                                                                                              |       |
|                                                                |        | 20      | Chemins de câble mis à la terre                                                                                                   |       |
|                                                                |        | 21      | Tous les points de liaison équipotentielle sont disponibles                                                                       |       |
|                                                                |        | 22      | Le blindage à l'entrée de l'enceinte est connecté à la liaison équipotentielle                                                    |       |
|                                                                |        | 23      | Le blindage est appliqué aux dispositifs et connecté à la liaison équipotentielle                                                 |       |
|                                                                |        | 24      | Les canaux non exigés sont commutés conformément à la description du fabricant                                                    |       |

|  |  |    |                                                                                                     |  |
|--|--|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | 25 | Topologie physique                                                                                  |  |
|  |  | 26 | Étiquetage et marquage                                                                              |  |
|  |  | 27 | Au moins une fiche/une prise est réservée à la connexion du dispositif de programmation/maintenance |  |
|  |  | 28 | Sous-ensembles utilisés conformément au plan de structure (sous-ensembles 24 V/230 V non inversés)  |  |

Le Tableau G.2 donne la liste de contrôle des mesures de mise à la terre et de mise au même potentiel.

**Tableau G.2 – Liste de contrôle des mesures de mise à la terre et de mise au même potentiel**

| Mesures de mise à la terre et de mise au même potentiel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |    |                                            |                |    | Valeurs max. admises |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------------------------------------------|----------------|----|----------------------|---|
| OK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Pas OK | N° | Mesure                                     | Valeur mesurée |    |                      |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        | 1  | Résistance de mise à la terre <sup>a</sup> |                | mΩ | 0,005                | Ω |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        | 2  | Décalage de résistance <sup>b</sup>        |                | Ω  | 0,6                  | Ω |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        | 3  | Décalage de tension <sup>c</sup>           |                | V  | 1                    | V |
| <sup>a</sup> Mesurée entre les connexions et les surfaces liées à la terre et aux points de mise à la terre dédiés.<br><sup>b</sup> Mesuré entre une connexion de mise à la terre et de mise au même potentiel venant d'être installée et un point de mise à la terre et de mise au même potentiel existant.<br><sup>c</sup> Mesuré entre une connexion de mise à la terre et de mise au même potentiel venant d'être installée et un point de mise à la terre et de mise au même potentiel existant. Il convient de répéter cette mesure lorsque le système est totalement opérationnel. |        |    |                                            |                |    |                      |   |

Le Tableau G.3 prévoit une place pour la signature de l'installateur et du personnel de mise en service.

**Tableau G.3 – Signatures pour les listes de contrôle du Tableau G.1 et du Tableau G.2**

| Date | Signature de l'installateur | Signature du personnel de mise en service |
|------|-----------------------------|-------------------------------------------|
|      |                             |                                           |

Le Tableau G.4 donne la liste de contrôle des vérifications particulières des profils de communication ne reposant pas sur Ethernet.

**Tableau G.4 – Liste de contrôle des vérifications particulières des profils de communication ne reposant pas sur Ethernet**

| Vérifications particulières pour les profils de communication non Ethernet |        |         |                                                                                                                                                                                     |       |
|----------------------------------------------------------------------------|--------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| OK                                                                         | Pas OK | A.I. N° | Élément d'action                                                                                                                                                                    | Notes |
|                                                                            |        | 1       | Adresse de dispositif dépendant de la vitesse de transmission et du bus de terrain                                                                                                  |       |
|                                                                            |        | 2       | Nombre correct de terminaisons en présence, avec les valeurs correctes dans les bonnes positions                                                                                    |       |
|                                                                            |        | 3       | Puissance d'alimentation garantie pour terminer les résistances (même en cas d'arrêt d'urgence)                                                                                     |       |
|                                                                            |        | 4       | Extrémités des câbles non finis                                                                                                                                                     |       |
| Vérifications supplémentaires en cas de segments IS (Environnement Ex-I)   |        |         |                                                                                                                                                                                     |       |
|                                                                            |        | IS 1    | Les répéteurs d'isolation de bus de terrain permettent d'isoler Ex i Trunk de NON Ex i Trunk                                                                                        |       |
|                                                                            |        | IS 2    | Vitesse de transmission limitée assurée                                                                                                                                             |       |
|                                                                            |        | IS 3    | Seuls les connecteurs conformes à la spécification RS 485-IS sont utilisés (pas de bobine d'induction discrète, résistance de terminaison particulière, par exemple)                |       |
|                                                                            |        | IS 4    | Tous les dispositifs utilisés sont certifiés Ex i                                                                                                                                   |       |
|                                                                            |        | IS 5    | Les valeurs de sécurité maximales de tous les participants du bus (dispositifs de terrain, répéteurs d'isolation de bus de terrain, etc.) entrent dans le cadre de la spécification |       |
|                                                                            |        | IS 6    | Vérifier si l'interconnexion de tous les participants du bus (dispositifs de terrain, répéteurs d'isolation de bus de terrain, etc.) est intrinsèquement sûre                       |       |
|                                                                            |        | IS 7    | Vérifier si les règles nationales d'installation dans les zones dangereuses sont respectées (l'IEC 60079-14, par exemple)                                                           |       |

Le Tableau G.5 prévoit une place pour la signature de l'installateur et du personnel de mise en service.

**Tableau G.5 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.4**

| Date | Signature de l'installateur | Signature du personnel de mise en service |
|------|-----------------------------|-------------------------------------------|
|      |                             |                                           |

### G.3 Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques

Le Tableau G.6 donne la liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques.

**Tableau G.6 – Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques**

| Système                                                           |        |         | Nom de segment                                                                                              |       |
|-------------------------------------------------------------------|--------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                                   |        |         | Vitesse de transmission                                                                                     |       |
| Assemblage accepté par                                            |        |         |                                                                                                             |       |
| Commentaires                                                      |        |         |                                                                                                             |       |
| <b>Examen visuel et vérification du câblage à fibres optiques</b> |        |         |                                                                                                             |       |
| OK                                                                | Pas OK | A.I. N° | Élément d'action                                                                                            | Notes |
|                                                                   |        | 1       | Utilisation de câble(s) et connecteur(s) correct(s); aucune gaine de câble endommagée                       |       |
|                                                                   |        | 2       | Placement des composants de câblage                                                                         |       |
|                                                                   |        | 3       | Chemins                                                                                                     |       |
|                                                                   |        | 4       | Séparation des autres circuits. Câbles à fibres optiques en haut d'un coffre                                |       |
|                                                                   |        | 5       | Protection contre les dommages. Protections contre les dommages mécaniques présentes aux endroits dangereux |       |
|                                                                   |        | 6       | Des arêtes ont été couvertes ou retirées                                                                    |       |
|                                                                   |        | 7       | Absence de pliure dans le câble                                                                             |       |
|                                                                   |        | 8       | Spécification respectée en matière de rayons de courbure                                                    |       |
|                                                                   |        | 9       | Longueur min./max. de segment/branchement non dépassée                                                      |       |
|                                                                   |        | 10      | Électrode de câble correct dans les enceintes et/ou bâtiments                                               |       |
|                                                                   |        | 11      | Résistance à la traction non dépassée                                                                       |       |
|                                                                   |        | 12      | Presse-étoupes en place et correctement installés. Fixations de réducteur de tension attachées              |       |
|                                                                   |        | 13      | Table de correspondance des fils                                                                            |       |
|                                                                   |        | 14      | Polarité correcte de la fibre optique                                                                       |       |
|                                                                   |        | 15      | Capuchons de protection pour les connecteurs                                                                |       |
|                                                                   |        | 16      | Connecteurs protégés contre la contamination                                                                |       |
|                                                                   |        | 17      | Plage de températures de fonctionnement et de stockage                                                      |       |
|                                                                   |        | 18      | Topologie physique                                                                                          |       |
|                                                                   |        | 19      | Étiquetage et marquage                                                                                      |       |

Le Tableau G.7 prévoit une place pour la signature de l'installateur et du personnel de mise en service.

**Tableau G.7 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.6**

| Date | Signature de l'installateur | Signature du personnel de mise en service |
|------|-----------------------------|-------------------------------------------|
|      |                             |                                           |

## Annexe H (normative)

### Jeux de cordons

#### H.1 Généralités

Pour les besoins du présent document, le terme cordon s'entend des cordons composés de deux fiches ou d'une fiche et d'une prise connectée par câble. L'Annexe H concerne les jeux de cordons blindés et non blindés des réseaux Ethernet. Elle contient des tableaux avec des brochages de connecteur afin de faciliter la construction et la vérification des jeux de cordons. Les jeux de cordons peuvent être assemblés en usine ou sur site. Les jeux de cordons doivent être conformes à la réduction de canal en fonction du type de câble et des conditions environnementales. Les jeux de cordons doivent être dotés d'une fiche à chaque extrémité du câble. Les jeux de cordons d'extension peuvent être dotés d'une fiche et d'une prise afin de réduire le plus possible le nombre de connexions dans le canal. Compte tenu de la fonction de câble inverseur et des câblages T568A et T568B facultatifs, les paires et couleurs peuvent être interverties à une ou plusieurs extrémités du jeu de cordons. Pour les câblages T568A et T568B et les associations entre les numéros et couleurs de paire, voir l'Annexe D.

#### H.2 Construction de jeux de cordons

##### H.2.1 Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D

Les jeux de cordons droits M12-4 codage D peuvent être fournis en usine ou construits sur site. S'ils sont construits en usine, plusieurs méthodes permettent d'assembler les connecteurs. Le connecteur de type IDC (Insulation Displacement Connection – connexion autodénudante) et la méthode d'assemblage de câble sans l'aide d'outils comptent parmi les solutions les plus populaires n'exigeant aucun outillage particulier. D'autres méthodes peuvent prévoir des brides de serrage de cage, des bornes à vis ou des bornes en coupelle pour la fixation du câble. Si l'assemblage a lieu sur site, le connecteur doit être sélectionné de manière à satisfaire au code de protection internationale (IP) pertinent en matière d'environnement. Tout assemblage incorrect peut engendrer une perte d'indice IP du connecteur. Il convient de suivre les instructions d'assemblage du fabricant. Le câble utilisé doit être conforme aux exigences particulières définies dans le profil d'installation correspondant. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.1. Voir la Figure H.1 pour connaître le brochage de connecteur.

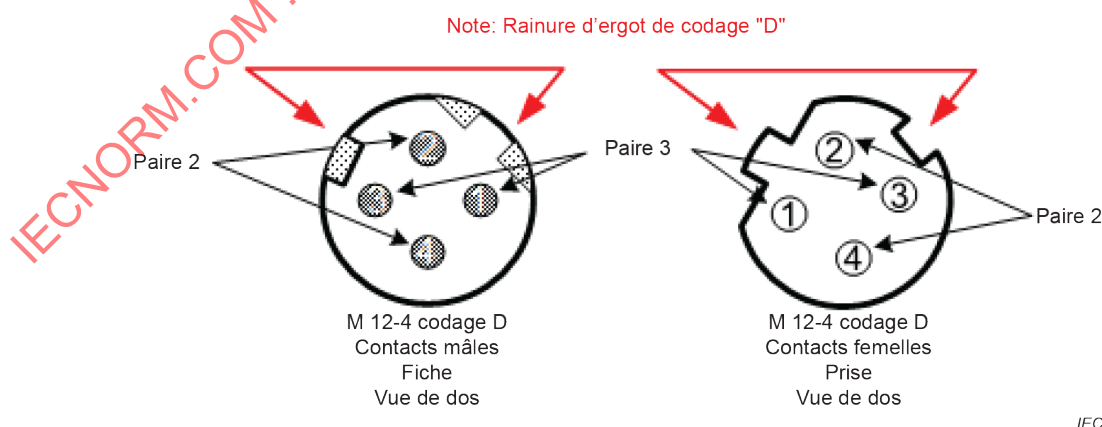


Figure H.1 – Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D

**Tableau H.1 – Attribution paire de fils/broche de connecteur M12-4 codage D**

| Broche  | Paire | Couleur des fils       | Nom                       | Signal   |
|---------|-------|------------------------|---------------------------|----------|
| 1       | 2     | Voir<br>le Tableau D.5 | Transmission de données + | TXD+     |
| 3       |       |                        | Transmission de données - | TXD-     |
| 2       | 3     |                        | Réception de données +    | RXD+     |
| 4       |       |                        | Réception de données -    | RXD-     |
| Boîtier |       |                        |                           | Blindage |

## H.2.2 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs M12-4 codage D

Les jeux de cordons de recouvrement M12-4 codage D peuvent être fournis en usine ou construits sur site. Si l'assemblage a lieu sur site, le connecteur doit être sélectionné de manière à satisfaire au code de protection internationale (IP) pertinent en matière d'environnement. Tout assemblage incorrect peut engendrer une perte d'indice IP du connecteur. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.2. Voir la Figure H.1 pour connaître le brochage de connecteur.

**Tableau H.2 – Attribution paire/broche de connecteur de recouvrement M12-4 codage D à M12-4 codage D**

| Broche M12-4 | Broche M12-4 | Couleur des fils       | Nom                       | Signal   |
|--------------|--------------|------------------------|---------------------------|----------|
| 2            | 1            | Voir<br>le Tableau D.5 | Transmission de données + | TXD+     |
| 1            | 2            |                        | Réception de données +    | RXD+     |
| 4            | 3            |                        | Transmission de données - | TXD-     |
| 3            | 4            |                        | Réception de données -    | RXD-     |
| Boîtier      | Boîtier      |                        | Blindage                  | Blindage |

## H.2.3 Jeux de cordons droits à connecteurs modulaires 8 voies

Les jeux de cordons modulaires 8 voies peuvent être fournis en usine ou construits sur site. Si l'assemblage a lieu sur site, le connecteur doit être sélectionné de manière à satisfaire au code de protection internationale (IP) pertinent en matière d'environnement. Tout assemblage incorrect peut engendrer une perte d'indice IP du connecteur. Il convient de suivre les instructions d'assemblage du fabricant. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.3. Voir la Figure H.2 ou la Figure H.3 pour connaître le brochage de connecteur.

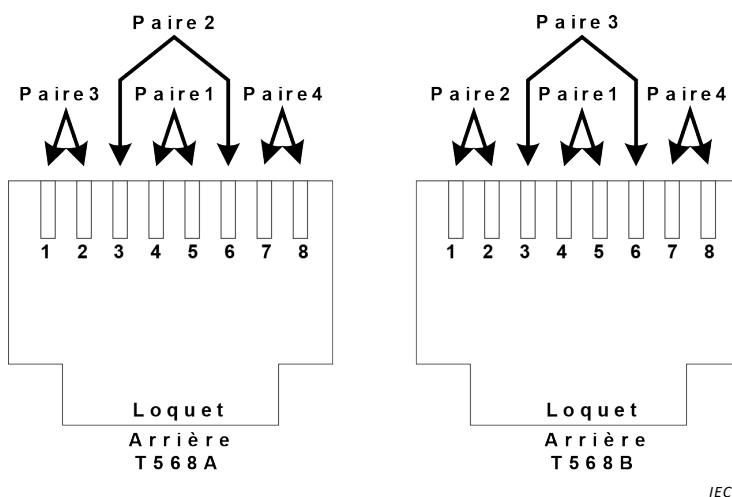


Figure H.2 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies, 8 broches

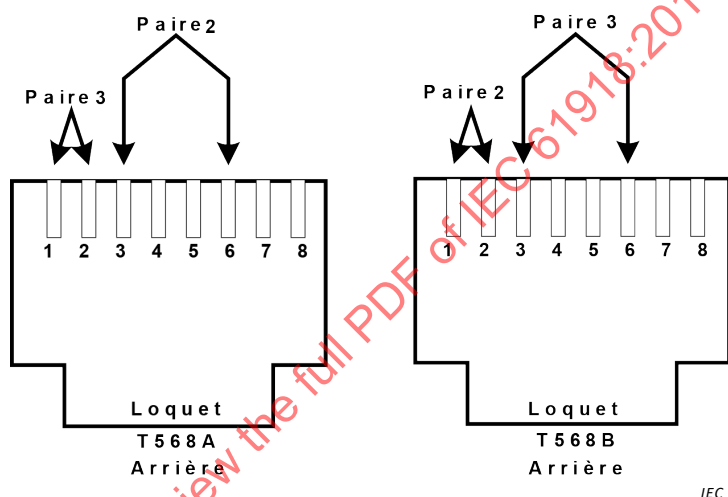


Figure H.3 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies, 4 broches



**Tableau H.3 – Attribution paire de fils/broche de connecteur modulaire 8 voies**

| Broche          | Signal   | T568A               |         | T568B               |         | CP                  |
|-----------------|----------|---------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|
|                 |          | Couleur des fils    | Paire   | Couleur des fils    | Paire   | Couleur des fils    |
| 1               | TXD+     | Voir le Tableau D.2 | Paire 3 | Voir le Tableau D.2 | Paire 2 | Voir le Tableau D.3 |
| 2               | TXD-     |                     | Paire 2 |                     | Paire 3 |                     |
| 3               | RXD+     |                     | Paire 1 |                     | Paire 1 |                     |
| 4               | -        |                     | Paire 2 |                     | Paire 3 |                     |
| 5               | -        |                     | Paire 4 |                     | Paire 4 |                     |
| 6               | RXD-     |                     | -       |                     | -       |                     |
| 7               | -        |                     | -       |                     | -       |                     |
| 8               | -        |                     | -       |                     | -       |                     |
| SH <sup>a</sup> | Blindage |                     |         |                     |         |                     |

NOTE 1 Les paires 1 et 4 ne sont pas utilisées pour 10Base-TX et 100Base-TX.

NOTE 2 Les profils de communication qui n'utilisent pas de quarte en étoile n'attribuent pas de paires.

<sup>a</sup> SH est un blindage autour du connecteur, de la structure métallique ou du boîtier de protection.

#### H.2.4 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs modulaires 8 voies

Les jeux de cordons de recouvrement modulaires 8 voies peuvent être fournis en usine ou construits sur site. Si l'assemblage a lieu sur site, le connecteur doit être sélectionné de manière à satisfaire au code de protection internationale (IP) pertinent en matière d'environnement. Tout assemblage incorrect peut engendrer une perte d'indice IP du connecteur. Il convient de suivre les instructions d'assemblage du fabricant. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.4. Voir la Figure H.2 ou la Figure H.3 pour connaître le brochage de connecteur.

**Tableau H.4 – Attribution paire de fils/broche  
de connecteur de recouvrement modulaire 8 voies**

| Broche          | Signal   | Couleur du fil CP   | Paire    | Chemin vers la broche |
|-----------------|----------|---------------------|----------|-----------------------|
| 1               | TXD+     | Voir le Tableau D.3 | Paire 3  | 3                     |
| 2               | TXD-     |                     |          | 6                     |
| 3               | RXD+     |                     | Paire 2  | 1                     |
| 4               | -        |                     | Paire 1  | 7                     |
| 5               | -        |                     |          | 8                     |
| 6               | RXD-     |                     | Paire 2  | 2                     |
| 7               | -        |                     | Paire 4  | 4                     |
| 8               | -        |                     |          | 5                     |
| SH <sup>a</sup> | Blindage |                     | Blindage | SH <sup>a</sup>       |

NOTE 1 Les paires 1 et 4 ne sont pas utilisées pour 10Base-TX et 100Base-TX.

NOTE 2 Les profils de communication qui n'utilisent pas de quarte en étoile n'attribuent pas de paires.

<sup>a</sup> SH est un blindage autour du connecteur, de la structure métallique ou du boîtier de protection.

## H.2.5 Conversion directe d'une famille de connecteurs à une autre

Voici les informations de brochage d'un jeu de cordons (fiche à fiche) assurant la connectivité entre un connecteur modulaire 8 voies et un connecteur M12 codage D à 4 broches. Il convient de suivre les instructions d'assemblage du fabricant. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.5. Voir la Figure H.1 et la Figure H.2 ou la Figure H.3 pour connaître le brochage de connecteur.

**Tableau H.5 – Attribution de broche de connectivité**

| Broche modulaire 8 voies | Broche M12-4 | Couleur des fils    | Nom                       | Signal   |
|--------------------------|--------------|---------------------|---------------------------|----------|
| 1                        | 1            | Voir le Tableau D.5 | Transmission de données + | TXD+     |
| 3                        | 2            |                     | Réception de données +    | RXD+     |
| 2                        | 3            |                     | Transmission de données - | TXD-     |
| 6                        | 4            |                     | Réception de données -    | RXD-     |
| SH <sup>a</sup>          | Boîtier      |                     | Blindage                  | Blindage |

<sup>a</sup> SH est un blindage autour du connecteur, de la structure métallique ou du boîtier de protection.

## H.2.6 Conversion de recouvrement d'une famille de connecteurs à une autre

Le schéma de câblage d'un câble de conversion de recouvrement utilisant un connecteur M12-4 codage D à un connecteur modulaire 8 voies est présenté ci-dessous. Il convient de suivre les instructions d'assemblage du fabricant. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.6. Voir la Figure H.1 et la Figure H.2 ou la Figure H.3 pour connaître le brochage de connecteur.

**Tableau H.6 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement modulaire M12-4 à 8 voies**

| Connecteur modulaire 8 voies | Broche M12-4 | Couleur du fil CP   | Nom                       | Signal   |
|------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------|----------|
| 3                            | 1            | Voir le Tableau D.5 | Transmission de données + | TXD+     |
| 1                            | 2            |                     | Réception de données +    | RXD+     |
| 6                            | 3            |                     | Transmission de données - | TXD-     |
| 2                            | 4            |                     | Réception de données -    | RXD-     |
| SH <sup>a</sup>              | Boîtier      |                     | Blindage                  | Blindage |

<sup>a</sup> SH est un blindage autour du connecteur, de la structure métallique ou du boîtier de protection.

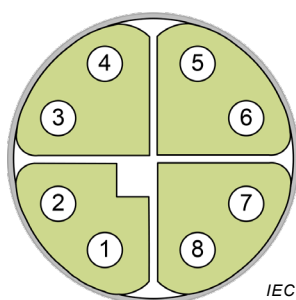
### H.2.7 Attribution d'un signal PMA à des entrées/sorties MDI et MDI-X

Conformément à l'IEEE 802.3, l'interface dépendant du support (MDI), tant physique qu'électrique, d'un réseau informatique est l'interface entre une mise en œuvre de couche physique et le support physique utilisé pour assurer la transmission. L'IEEE 802.3 définit également une interface de transition dépendant du support (MDI-X). Le Tableau H.7 reprend le Tableau 40-12 de l'IEEE 802.3:2015 qui présente l'attribution du signal PMA (Physical Medium Attachment – raccordement au support physique) aux entrées/sorties MDI et MDI-X.

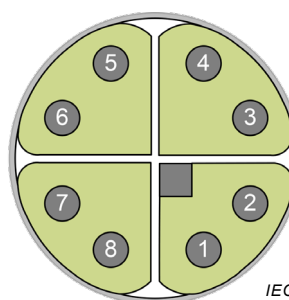
**Tableau H.7 – Attribution d'un signal PMA à des entrées/sorties MDI et MDI-X**

| Broche | MDI    | MDIX   |
|--------|--------|--------|
| 1      | BI_DA+ | BI_DB+ |
| 2      | BI_DA- | BI_DB- |
| 3      | BI_DB+ | BI_DA+ |
| 6      | BI_DB- | BI_DA- |
| 5      | BI_DC- | BI_DD- |
| 4      | BI_DC+ | BI_DD+ |
| 7      | BI_DD+ | BI_DC+ |
| 8      | BI_DD- | BI_DC- |

Le Tableau H.8 présente le signal et l'attribution paire de fils/broche de connecteur modulaire 8 voies et un connecteur M12-8 codage X (voir la Figure H.4) utilisé en tant que MDI dans un câblage de type T568B.



Contacts femelle



Contacts mâles

**Figure H.4 – Connecteur M12-8 codage X**

**Tableau H.8 – Signal et attribution paire de fils/broche  
de connecteur pour MDI et TIA 568B**

| IEEE 802.3 (MDI)<br><br>Signal PMA | IEC 60603-7 8 voies (T568B) |       |                        | M12-8 codage X IEC 61076 |            |
|------------------------------------|-----------------------------|-------|------------------------|--------------------------|------------|
|                                    | broche                      | paire | couleur des fils       | broche                   | Signal PMA |
| BI_DA+                             | 1                           | 2     | Voir le<br>Tableau D.2 | 1                        | BI_DA+     |
| BI_DA-                             | 2                           |       |                        | 2                        | BI_DA-     |
| BI_DB+                             | 3                           | 3     |                        | 3                        | BI_DB+     |
| BI_DB-                             | 6                           |       |                        | 4                        | BI_DB-     |
| BI_DC-                             | 5                           | 1     |                        | 7                        | BI_DC-     |
| BI_DC+                             | 4                           |       |                        | 8                        | BI_DC+     |
| BI_DD+                             | 7                           | 4     |                        | 5                        | BI_DD+     |
| BI_DD-                             | 8                           |       |                        | 6                        | BI_DD-     |

**H.2.8 Signal et attribution de broches pour MDI et TIA568A**

Le Tableau H.9 présente le signal et l'attribution paire de fils/broche de connecteur modulaire 8 voies et un connecteur M12-8 codage X utilisé en tant que MDI dans un câblage de type T568A.

**Tableau H.9 – Signal et attribution paire de fils/broche  
de connecteur pour MDI et T568A**

| IEEE 802.3 (MDI)<br><br>Signal PMA | IEC 60603-7 8 voies (T568A) |       |                        | M12-8 codage X IEC 61076 |            |
|------------------------------------|-----------------------------|-------|------------------------|--------------------------|------------|
|                                    | broche                      | paire | couleur des fils       | broche                   | Signal PMA |
| BI_DA+                             | 1                           | 3     | Voir le<br>Tableau D.2 | 1                        | BI_DA+     |
| BI_DA-                             | 2                           |       |                        | 2                        | BI_DA-     |
| BI_DB+                             | 3                           | 2     |                        | 3                        | BI_DB+     |
| BI_DB-                             | 6                           |       |                        | 4                        | BI_DB-     |
| BI_DC-                             | 5                           | 1     |                        | 7                        | BI_DC-     |
| BI_DC+                             | 4                           |       |                        | 8                        | BI_DC+     |
| BI_DD+                             | 7                           | 4     |                        | 5                        | BI_DD+     |
| BI_DD-                             | 8                           |       |                        | 6                        | BI_DD-     |

**H.2.9 Signal et attribution de broches pour MDIX et TIA568B**

Le Tableau H.10 présente le signal et l'attribution de broches pour un connecteur modulaire 8 voies et un connecteur M12-8 codage X utilisé en tant que MDIX dans un câblage de type T568B.

**Tableau H.10 – Signal et attribution paire de fils/broche de connecteur pour MDIX et T568B**

| IEEE 802.3 (MDIX)<br><br>Signal PMA | IEC 60603-7 8 voies (T568B) |       |                        | M12-8 codage X IEC 61076 |            |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------|------------------------|--------------------------|------------|
|                                     | broche                      | paire | couleur des fils       | broche                   | Signal PMA |
| BI_DB+                              | 1                           | 2     | Voir le<br>Tableau D.2 | 1                        | BI_DB+     |
| BI_DB-                              | 2                           |       |                        | 2                        | BI_DB-     |
| BI_DA+                              | 3                           | 3     |                        | 3                        | BI_DA+     |
| BI_DA-                              | 6                           |       |                        | 4                        | BI_DA-     |
| BI_DD-                              | 5                           | 1     |                        | 7                        | BI_DD-     |
| BI_DD+                              | 4                           |       |                        | 8                        | BI_DD+     |
| BI_DC+                              | 7                           | 4     |                        | 5                        | BI_DC+     |
| BI_DC-                              | 8                           |       |                        | 6                        | BI_DC-     |

## H.2.10 Signal et attribution de broches pour MDIX et TIA568A

Le Tableau H.11 présente le signal et l'attribution de broches pour un connecteur modulaire 8 voies et un connecteur M12-8 codage X utilisé en tant que MDIX dans un câblage de type T568A.

**Tableau H.11 – Signal et attribution paire de fils/broche de connecteur pour MDIX et T568A**

| IEEE 802.3 (MDIX) | IEC 60603-7 8 voies (T568A) |       |                        | M12-8 codage X IEC 61076 |            |
|-------------------|-----------------------------|-------|------------------------|--------------------------|------------|
| Signal PMA        | broche                      | paire | couleur des fils       | broche                   | Signal PMA |
| BI_DB+            | 1                           | 3     | Voir le<br>Tableau D.2 | 1                        | BI_DB+     |
| BI_DB-            | 2                           |       |                        | 2                        | BI_DB-     |
| BI_DA+            | 3                           | 2     |                        | 3                        | BI_DA+     |
| BI_DA-            | 6                           |       |                        | 4                        | BI_DA-     |
| BI_DD-            | 5                           | 1     |                        | 7                        | BI_DD-     |
| BI_DD+            | 4                           |       |                        | 8                        | BI_DD+     |
| BI_DC+            | 7                           | 4     |                        | 5                        | BI_DC+     |
| BI_DC-            | 8                           |       |                        | 6                        | BI_DC-     |

## H.2.11 Jeux de cordons droits à connecteurs IEC 63171-6

Le signal et l'attribution de broches sont spécifiés en Q.2.4.

## Annexe I (informative)

### Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble

#### I.1 Généralités

À titre d'exemple de bonne pratique en matière de terminaison des extrémités de câble, les recommandations ci-dessous sont données en plus des règles fournies en 5.3.

Les outils suivants sont nécessaires pour terminer les extrémités de câble:

- outil de découpe et de préparation des câbles;
- dénudeur de câble;
- outil de sertissage.

#### I.2 Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée blindé pour fiches modulaires 8 voies

Plusieurs sortes de câbles à paire torsadée blindés sont disponibles, chacun offrant différents niveaux de blindage. En général, ils se terminent tous de la même manière. La description ci-dessous les appelle "câbles STP".

Selon le type de blindage utilisé sur le câble, le processus de préparation et de terminaison peut varier en fonction du câble et du connecteur. Voir les recommandations du fabricant du câble et/ou du connecteur pour connaître les différentes méthodes de terminaison.

La procédure de base à suivre pour terminer les extrémités de câble à paire torsadée blindé est la suivante.

- a) Mesurer le câble et le raccourcir à la bonne longueur à l'aide du coupe-câble. Couper le câble environ 75 mm au-delà de sa longueur finale.
- b) Voir la Figure I.1 et dénuder environ 25 mm de gaine à l'aide de l'outil de dénudage.

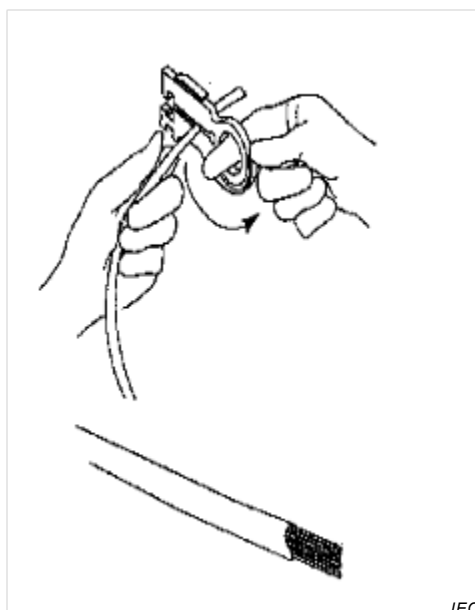


Figure I.1 – Dénudage du câble

- c) Préparer le blindage afin de fournir une couverture à 360° des conducteurs. Il convient de veiller à ne pas couper le blindage, le drain ou l'isolation des fils. Si le blindage, le drain ou l'isolation est endommagé, couper l'extrémité du câble et recommencer.
- d) Séparer les paires de fils individuelles. Détorsader chaque paire de conducteurs à l'extérieur de la découpe de la gaine uniquement (voir la Figure I.2).
- e) Plier le fil de continuité et/ou les blindages dans la ligne du câble.
- f) Aligner les fils par groupes de couleurs (voir la Figure I.2). Les codes couleur des fils de plusieurs profils de communication sont donnés au Tableau D.3 (pour CP 2/2, par exemple).
  - Si le câblage concerne T568A, la paire blanc/orange et orange est divisée en bleu et blanc/bleu.
  - Si le câblage concerne T568B, la paire vert/blanc et vert est divisée en bleu et blanc/bleu.

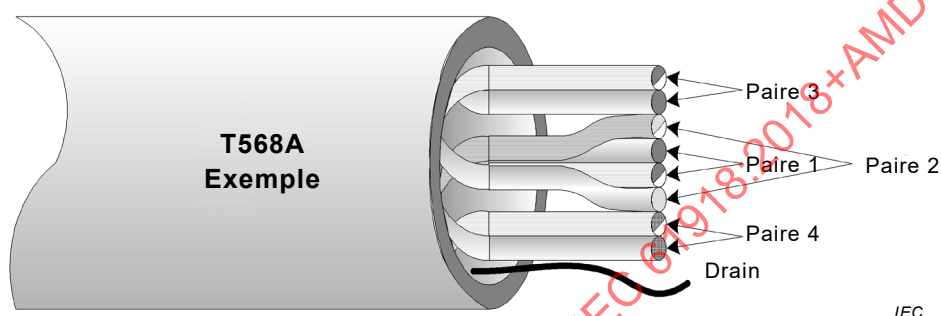


**Figure I.2 – Exemple de préparation de fil pour les câbles de type A**

- g) Vérifier que:
  - les torsades de la paire s'étendent aussi loin que possible;
  - la paire 2 (T568A) est divisée de manière uniforme;
  - les extrémités des conducteurs sont raccourcies de manière uniforme;
  - le conducteur a été raccourci conformément aux instructions du fabricant.
- h) Maintenir les conducteurs dans la bonne orientation et retirer le surplus de longueur à l'aide d'une paire de coupe-câbles affûtée. Il convient que la longueur finie qui dépasse de la gaine soit inférieure à 12 mm.
- i) Confirmer l'orientation correcte des conducteurs. Appliquer la convention de câblage spécifique au profil de communication (fournie dans le profil d'installation correspondant) et le brochage de connecteur à la Figure I.3. Insérer les conducteurs dans le corps du connecteur (voir la Figure I.4).

NOTE Chaque fil dispose de son propre emplacement.

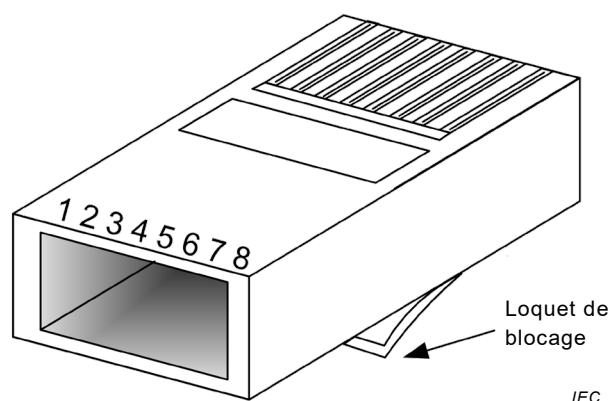


**Figure I.3 – Fiche modulaire 8 voies**



**Figure I.4 – Insertion du câble dans le corps du connecteur**

- j) Pousser le câble dans le corps du connecteur blindé tant que tous les fils ne touchent pas l'extrémité du corps du connecteur. Il convient d'insérer la gaine suffisamment loin dans le corps du connecteur afin que le collier de câble engage et maintienne la gaine.
- k) Insérer le connecteur dans l'outil de sertissage (Figure I.5), puis sertir le connecteur. Confirmer que le connecteur est intégralement inséré dans les matrices de sertissage.



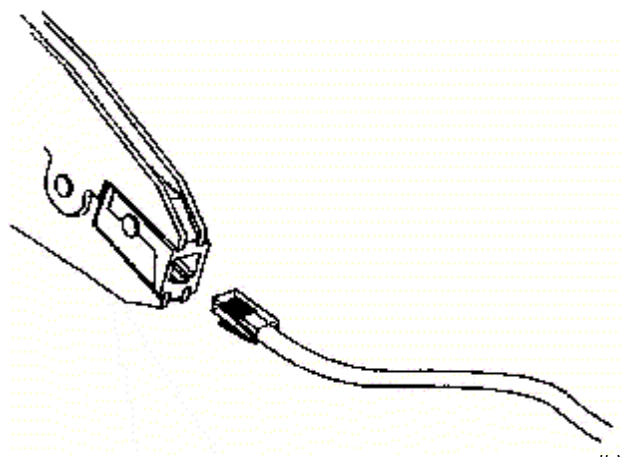


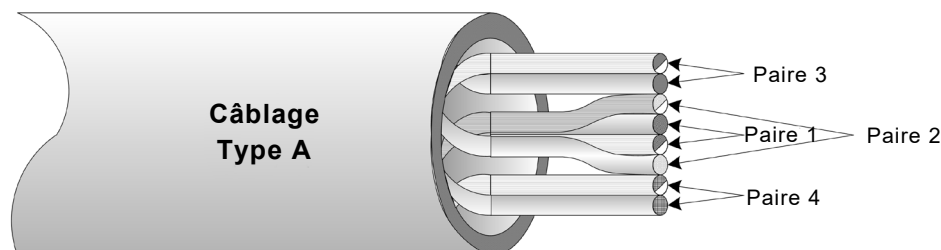
**Figure I.5 – Sertissage du connecteur**

- l) Presser l'outil à main pour procéder au sertissage. L'outil ne se libère pas tant que les mâchoires ne sont pas totalement fermées et serties.
- m) Vérifier le sertissage en tirant doucement sur le connecteur. Si la gaine ou les conducteurs glissent vers l'extérieur, couper le connecteur et recommencer.
- n) Soumettre la connexion à un essai électrique à l'aide d'un outil d'essai approprié (les outils d'essai Ethernet disponibles dans le commerce, par exemple).

### **I.3 Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée non blindé pour fiches modulaires 8 voies**

Terminer les extrémités de câble non blindé pour fiches modulaires 8 voies comme suit.

- a) Mesurer le câble et le raccourcir à la bonne longueur à l'aide du coupe-câble. Couper le câble environ 75 au-delà de sa longueur finale.
- b) A l'aide d'un outil à dénuder analogue à celui de la Figure I.1, dénuder 25 mm de gaine. Veiller à ne pas couper l'isolation du fil. Si l'isolation du fil est endommagée, couper l'extrémité du câble et recommencer.
- c) Aligner les fils par groupes de couleurs (voir la Figure I.6).
- d) Séparer les paires de fils individuelles. Les codes couleur des fils de plusieurs profils de communication sont donnés au Tableau D.3. Par exemple, pour CP 2/2.
  - Si le câblage concerne T568A, la paire blanc/orange et orange est divisée en bleu et blanc/bleu.
  - Si le câblage concerne T568B, la paire vert/blanc et vert est divisée en bleu et blanc/bleu.
- e) Détorsader les conducteurs jusqu'à la découpe de la gaine uniquement (voir la Figure I.6).



IEC

**Figure I.6 – Exemple de préparation de câble pour un câblage de type A**

- f) Vérifier que:

- les torsades de la paire s'étendent aussi loin que possible;
  - la paire 2 (T568A) est divisée de manière uniforme;
  - les extrémités des conducteurs sont raccourcies de manière uniforme;
  - le conducteur a été raccourci conformément aux instructions du fabricant.
- g) Maintenir les conducteurs dans la bonne orientation et retirer le surplus de longueur à l'aide d'une paire de coupe-câbles affûtée. Il convient que la longueur finie qui dépasse de la gaine soit inférieure à 12 mm. Voir les instructions du fabricant du connecteur.
- h) Confirmer la bonne orientation des conducteurs et les insérer dans le corps du connecteur (Figure I.4).

NOTE Chaque fil dispose de son propre emplacement dans le corps de connecteur.

- i) Pousser le câble dans le corps du connecteur tant que tous les fils ne touchent pas l'extrémité du corps du connecteur. Il convient d'insérer la gaine suffisamment loin dans le corps du connecteur afin que le collier de câble engage et maintienne la gaine.
- j) Insérer le connecteur dans l'outil de sertissage (Figure I.5), puis sertir le connecteur. Confirmer que le connecteur est intégralement inséré dans les matrices de sertissage.
- k) Presser l'outil à main pour procéder au sertissage. L'outil ne se libère pas tant que les mâchoires ne sont pas totalement fermées et serties.
- l) Vérifier le sertissage en tirant doucement sur le connecteur. Si la gaine ou les conducteurs glissent vers l'extérieur, couper le connecteur et recommencer.
- m) Soumettre la connexion à un essai électrique à l'aide d'un outil d'essai approprié (les outils d'essai Ethernet disponibles dans le commerce, par exemple).

#### I.4 Recommandations pour l'installation du connecteur M12-4 codage D

Des exemples de procédures d'installation d'un connecteur M12-4 codage D sur un câble non blindé et blindé à 2 paires sont présentés ci-dessous. Cette procédure s'applique à tous les connecteurs codés M12, y compris le M12 codage X, en appliquant le schéma de câblage approprié de l'étape i) conformément au tableau de schéma de câblage correspondant de l'Annexe D. Les étapes fondamentales de cette procédure s'appliquent également aux connecteurs de type M12 et de type M8 de l'IEC 63171-6, spécifiés en Q.2.4. Cette procédure peut être utilisée pour les boîtiers de connecteur en métal et en plastique. Si un câble STP est utilisé, des étapes supplémentaires sont exigées pour préparer le blindage.

- a) Identifier et séparer les composants de connecteur (voir la Figure I.7).

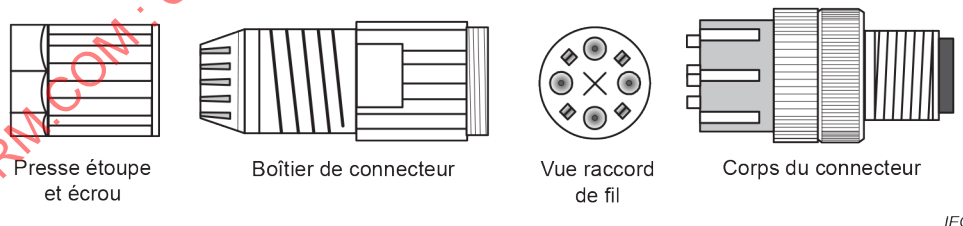


**Figure I.7 – Composants de connecteur**

- b) Retirer environ 50 mm de câble et éliminer la découpe (voir la Figure I.8).

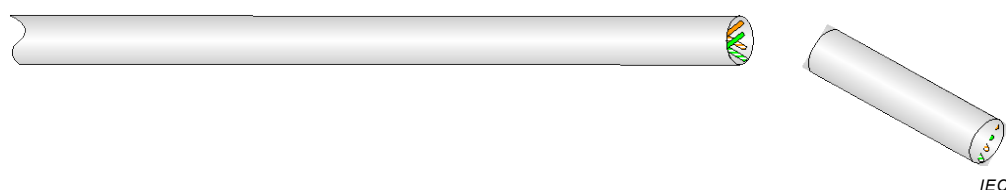


**Figure I.8 – Préparation du câble**

- c) Faire glisser le presse-étoupe, l'écrou et le boîtier du connecteur sur le câble (voir la Figure I.9).

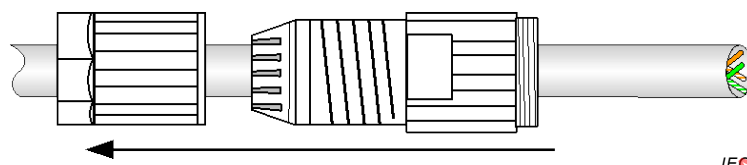


**Figure I.9 – Presse-étoupe, écrou et boîtier du connecteur sur le câble**

- d) Entailler et dénuder environ 2 cm de gaine de câble. Veiller à ne pas entailler ni couper les conducteurs ou le blindage, le cas échéant. Si l'isolation du conducteur ou le blindage est entaillé ou coupé, reprendre à l'étape 2 (voir la Figure I.10).

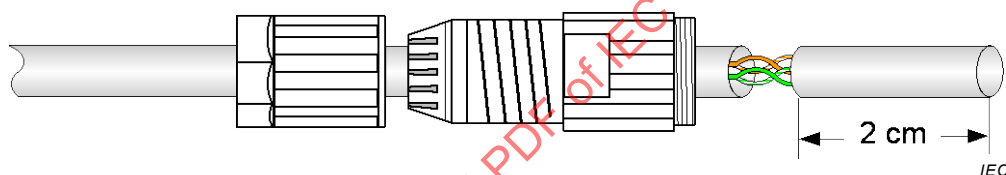


**Figure I.10 – Préparation des conducteurs**

- e) Retirer la gaine et l'éliminer (voir la Figure I.11).

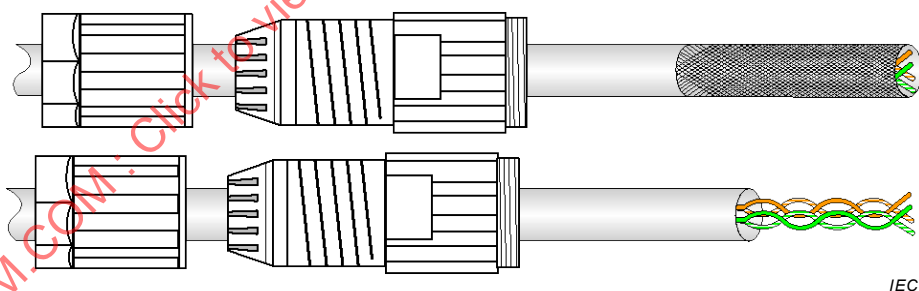


**Figure I.11 – Retrait de la gaine**

- f) Si le câble est blindé, replier le blindage sur la gaine et raccourcir conformément à la documentation du connecteur. Sinon, ignorer cette étape (voir la Figure I.12).

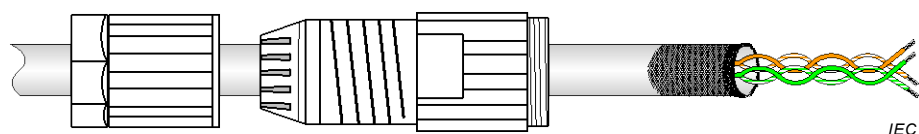


**Figure I.12 – Préparation du blindage**

- g) Raccourcir les conducteurs à la longueur nécessaire. Il est important de conserver la longueur détorsadée et la longueur exposée aussi courtes que possible. Dénuder 0,5 cm d'isolation du conducteur (voir Figure I.13).

NOTE Certains conducteurs utilisent des contacts IDC à la place de bornes à vis ou de brides de serrage de cage. Il n'est pas nécessaire de dénuder l'isolation des contacts IDC.

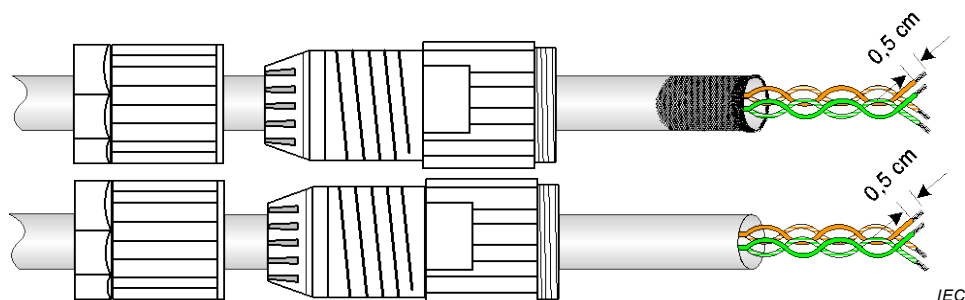


**Figure I.13 – Préparation des conducteurs**

- h) Préparer les conducteurs conformément à la table de correspondance des fils spécifiée dans la documentation de planification du câblage.
- i) Insérer les fils à l'arrière du corps du connecteur (voir la Figure I.14). Selon le connecteur, les fils peuvent être sécurisés par des bornes à vis, des brides de serrage de cage ou des contacts IDC.

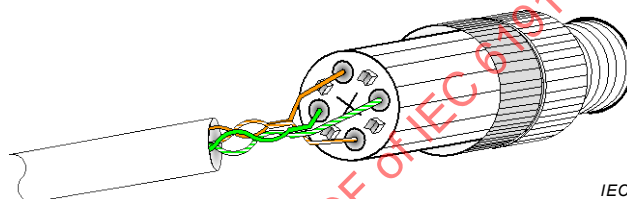


**Figure I.14 – Installation des conducteurs dans le connecteur**

- j) Vérifier que les connecteurs sont solidement fixés aux contacts en tirant doucement les fils.
- k) Faire glisser le boîtier du connecteur sur le dos du connecteur et fileter conformément à la documentation du connecteur (voir la Figure I.15).

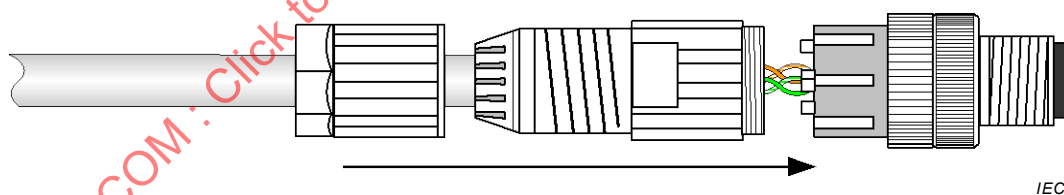


**Figure I.15 – Assemblage du corps du connecteur**

- l) Faire glisser le presse-étoupe sur le boîtier du connecteur, puis serrer à l'aide des outils à main (voir la Figure I.16). Il convient de veiller à ne pas trop serrer le presse-étoupe pour ne pas endommager le connecteur.

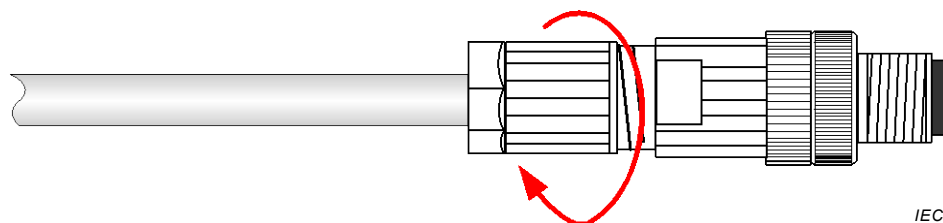


**Figure I.16 – Assemblage final**

m) Soumettre le câble à essai à l'issue de l'assemblage.

### **I.5 Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble à fibres optiques**

Il existe un certain nombre de connecteurs à fibres optiques pour plusieurs câbles de ce type. Les connecteurs qui doivent être utilisés, parmi ceux figurant au Tableau 9, sont répertoriés dans les profils d'installation CP.

Les fibres optiques sont composées de fins filaments en verre ou en plastique permettant de transmettre les informations par l'intermédiaire de signaux lumineux. Pour les fibres optiques, à l'inverse des fils en cuivre, une connexion mécanique n'est pas suffisante. Il convient que la lumière sorte de la fibre avec une perte de signal minimale, et il convient de bien aligner la fibre optique sur le récepteur optique auquel le câble à fibres optiques est connecté.

Plusieurs méthodes permettent de terminer les extrémités de câble à fibres optiques des connecteurs fixés avec ou sans époxyde. La description détaillée de chaque méthode dépend des caractéristiques particulières de chaque connecteur et de la méthode de connexion proposée par le fabricant des connecteurs.

Pour connaître la méthode spécifique à utiliser pour chaque type de connecteur, consulter la documentation correspondante fournie par le fabricant.

Il convient d'accorder une attention particulière au polissage final du connecteur et à l'élimination des débris.

Ensuite, il est indispensable de soumettre le connecteur à essai afin de garantir les performances de connexion exigées. L'outil à utiliser est un microscope à fibres optiques permettant de détecter toutes les fissures et imperfections. Peu importe que le revêtement présente des fissures ou des imperfections, puisqu'il n'achemine pas de signal. En revanche, il convient de remédier à la présence de fissures et d'imperfections dans l'âme en coupant le connecteur et en terminant de nouveau le câble, à moins qu'un repolissage de la fibre ne résolve pas le problème.

## Annexe J (informative)

### Recommandations relatives aux performances des connexions de cloison et aux performances d'un canal à 4 paires comportant plus de 4 connexions

#### J.1 Généralités

Il convient de prendre en considération les recommandations suivantes lors de l'utilisation de connexions de cloison avec des connecteurs dos à dos et lorsque plus de 4 connexions sont nécessaires dans un canal à 4 paires.

#### J.2 Recommandations

Le nombre de connexions à compter pour une connexion de cloison dépend des performances électriques des connecteurs dos à dos et de la distance entre les deux connecteurs. Si la distance entre les deux connecteurs est inférieure à 10 cm, il convient de compter une connexion. Si la distance entre les deux connecteurs est >10 cm, deux connexions sont comptées.

Les études en cours montrent ce qui suit.

- a) Une connexion directe comprenant une connexion de cloison peut être considérée comme une seule connexion couplée de catégorie 5 (voir l'ISO/IEC 11801 1:2017), à condition que chaque interface fiche/prise dépasse le facteur d'adaptation donné par la formule (J.1) dans les deux directions et satisfasse aux performances minimales PSNEXT et PSFEXT de catégorie 6.

$$RL(f) > 66 - 20 \log(f) \quad (J.1)$$

où

$RL$  est le facteur d'adaptation (dB);

$f$  est la fréquence (MHz), avec  $f \leq 250$ .

- b) Une topologie de canal peut comprendre 4 connexions couplées au maximum, chacune d'elles satisfaisant les performances minimales de catégorie 5 (ISO/IEC 11801 1:2017).
- c) Une topologie de canal de classe D peut comprendre 6 connexions couplées au maximum, chacune d'elles satisfaisant les performances minimales de catégorie 6.
- d) La distance maximale entre la prise et la prise de la connexion de cloison est de 10 cm. Si la distance est supérieure, chaque interface fiche/prise est considérée comme une connexion couplée distincte.

Il convient que les canaux dotés de plus de 4 connexions utilisent des connexions présentant des performances plus élevées, afin de satisfaire aux exigences de la catégorie souhaitée. Pour maintenir les performances de catégorie 5 dans le canal, des connexions de catégorie 6 sont utilisées. Voir le Tableau J.1 pour connaître les exigences en matière d'affaiblissement de réflexion et de facteur de transmission NEXT pour la construction de canaux de catégories supérieures.

**Tableau J.1 – Exigences de transmission pour plus de 4 connexions dans un canal**

| Classe de canal souhaitée                                                                                                                              | Nombre de connexions | Affaiblissement de réflexion minimal exigé du matériel de connexion<br>dB | NEXT minimale exigée du matériel de connexion<br>dB | Catégorie du câble |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|
| D                                                                                                                                                      | 5 ou 6               | $66(\text{TBD}) - 20 \log(f)$                                             | $94(\text{TBD}) - 20 \log(f)$                       | CAT 5              |
| E                                                                                                                                                      | 5 ou 6               | $70(\text{TBD}) - 20 \log(f)$                                             | $100(\text{TBD}) - 20 \log(f)$                      | CAT 6              |
| NOTE Le canal de classe E demandant cinq ou six connexions peut être limité par l'affaiblissement de réflexion et les performances NEXT du connecteur. |                      |                                                                           |                                                     |                    |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## **Annexe K** (informative)

### **Essais de transfert de données de bus de terrain**

#### **K.1 Contexte**

Les systèmes de commande d'automatisation industrielle exigent la présence de canaux de communication permettant d'assurer un transfert "déterministe" et "répétable" des données. Ces exigences établissent implicitement des contraintes sur des erreurs admissibles, en raison du câblage et du brouillage.

La disponibilité totale ou le temps de montée du réseau et l'incidence des salves d'erreurs sont également des éléments critiques pour la plupart des applications de commande.

#### **K.2 Taux d'erreurs admissibles des systèmes de commande**

##### **K.2.1 Erreurs de bit**

Des erreurs de bit résultent de la perte ou du rejet de la trame de message contenant l'erreur. Dans la plupart des cas, cette perte est suivie d'une activité de reprise visant à renvoyer ultérieurement la trame de message.

Les effets sur le trafic de communication sont les suivants.

- Les informations de commande du message concerné sont intégralement perdues ou ne sont pas fournies à temps au récepteur cible.
- Le temps de réponse du canal est étendu lorsque les ressources sont écoulees pour les événements de reprise.
- La capacité totale de transfert du canal est réduite.

Ces conséquences ne sont pas acceptables pour la plupart des applications de commande, qui exigent des temps de réponse prévisibles de commande et des temps de reprise dans les cas les moins favorables déterministes pour les événements d'alarme et de commande critiques.

Pour assurer les performances acceptables de canal de communication d'une application de bus de terrain, il convient que le rapport maximal admissible des bits de données erronés par rapport au total soit de

- 1 sur  $10^6$  pour un bus de terrain utilisant une vitesse nominale de transmission de données de 100 kbit/s;
- 1 sur  $10^{12}$  pour un bus de terrain utilisant une vitesse nominale de transmission de données de 100 Mbit/s.

##### **K.2.2 Salves d'erreurs**

Il existe toujours un petit nombre d'erreurs de communication aléatoires dans un canal de communication réel. Par conséquent, les systèmes de commande sont en principe conçus pour tolérer quelques événements si un échantillon de données est perdu au cours de la communication ou n'arrive pas à temps.

Les pertes ou délais de communication affectant une séquence d'au moins deux échantillons de mesure d'une boucle de commande ne sont en général pas acceptables, puisqu'ils peuvent déséquilibrer la boucle.



En règle générale, il convient que la salve d'erreurs la plus longue affectant la communication de plusieurs échantillons soit plus courte que l'intervalle d'échantillon de la boucle de commande la plus rapide.

Les valeurs classiques des intervalles d'échantillonnage de boucle de commande rapide sont les suivantes:

- 100 ms est un intervalle d'échantillonnage rapide pour une boucle de commande;
- 10 ms est un intervalle d'échantillonnage rapide pour l'automatisation des usines;
- 1 ms et des valeurs inférieures sont des intervalles d'échantillonnage utilisés par certaines applications de commande vitesse des robots et des moteurs.

En fonction de ces valeurs, pour une application d'usine, une salve d'erreurs qui dure 1 ms pourrait provoquer la perte de 100 messages successifs représentant un échantillon de chacune des 100 boucles de commande. En principe, il ne s'agit pas d'une situation dangereuse, puisqu'il convient que chaque boucle tolère la perte d'un échantillon.

Toutefois, une salve d'erreurs qui dure 20 ms provoquerait la perte de deux échantillons successifs pour chaque boucle s'exécutant à un intervalle d'échantillonnage de 10 ms. Dans l'exemple ci-dessus, les 100 boucles seraient déséquilibrées par un potentiel élevé de situation de commande dangereuse.

Pour une application de système de commande particulière, la salve d'erreurs acceptable la plus longue peut être calculée à partir de l'intervalle d'échantillonnage le plus court utilisé par le système de commande.

### **K.3 Essai des performances du canal**

Il convient de soumettre à essai les canaux de communication installés afin de vérifier les performances exigées du canal. Les méthodes d'essai à utiliser et les limites de performance du canal dépendent du type de câble et des besoins des applications prises en charge par le système de câblage.

L'essai des performances du canal peut être examiné à deux niveaux, présentés ci-dessous:

- au niveau du système de câblage;
- au niveau de l'application.

### **K.4 Essai des paramètres du câble**

#### **K.4.1 Généralités**

Les essais des paramètres de câble permettent de mesurer la connectivité, la résistance, la largeur de bande, les réflexions, la diaphonie, etc. sur une plage de fréquences applicable à la catégorie/classe de câble.

Les mesures des paramètres de performances du câble soulignent les caractéristiques installées du câblage, ainsi que le matériel de connexion, y compris les câbles de raccordement, le câblage d'interconnexion, etc. Elles portent uniquement sur les éléments passifs qui composent la couche physique du système de communication. En principe, elles ne soulignent pas la présence de brouillage électrique ou électromagnétique et ne permettent pas de mesurer les statistiques liées aux erreurs de transfert de données.

NOTE 1 La validation visant à satisfaire à un ensemble de paramètres de câble démontre uniquement la capacité de largeur de bande brute d'un canal. Elle ne mesure pas la présence de facteurs de brouillage ni ne prévoit leur impact sur les performances réelles du transfert de données. La conformité à une classe de transmission particulière ne garantit en aucun cas la vitesse ni les valeurs de transfert de données utiles du canal, pour des

taux d'erreurs sur les bits ou des salves d'erreurs prévus résultant du brouillage lorsque le canal validé est utilisé avec une technologie de communication particulière.

NOTE 2 Si l'essai des paramètres de câble est réalisé en présence de brouillage significatif, le matériel d'essai peut le signaler dans les résultats de l'essai, ou la personne qui réalise l'essai peut déduire la présence de brouillage lorsque les essais durent anormalement longtemps.

#### **K.4.2 Essai de ~~câble~~ câblage générique**

Si le câblage générique est installé dans des locaux industriels, il convient de le soumettre à essai conformément aux méthodes spécifiées dans l'ISO/IEC 14763-2 en fonction des exigences de la classe de performances de transmission pertinente de l'ISO/IEC 11801-3.

NOTE La plage de fréquences de Cat 5e/Classe D est comprise entre 1 MHz et 100 MHz, celle de la Cat 6/Classe E étant comprise entre 1 MHz et 250 MHz.

#### **K.4.3 Essai de ~~câble~~ câblage de bus de terrain**

Il convient de soumettre à essai le câblage de bus de terrain conformément aux méthodes spécifiées dans les profils d'installation CP correspondants. Si le système de bus de terrain utilise des parties d'un autre câblage ou câblage générique pour contrôler les applications, il convient d'inclure ces parties dans l'essai de l'application de bus de terrain.

NOTE Un large éventail de plages de fréquences s'applique à différents types et profils de bus de terrain.

### **K.5 Essai des performances de vitesse de transmission de données du bus de terrain**

#### **K.5.1 Généralités**

Les essais de vitesse de transmission des données du bus de terrain permettent d'obtenir des rapports statistiques concernant les erreurs de transfert de données d'un profil de technologie de bus de terrain installé, en s'appuyant sur ses méthodes spécifiques de modulation et de codage du signal.

Ces essais font en général partie intégrante du système de commande installé. La plupart des systèmes de mesure et de commande de bus de terrain comprennent des entités de gestion permettant de dénombrer et de signaler les événements de communication incorrects. Il convient de consigner ces informations et de les utiliser pour rechercher les anomalies et procéder au suivi des tendances liées aux performances de câblage.

Des outils supplémentaires peuvent être disponibles afin d'envoyer des messages d'essai et d'analyser les erreurs détectées afin de consigner l'incidence des erreurs de bit.

#### **K.5.2 Essai de bus de terrain**

Les utilisateurs du bus de terrain sont intéressés par les rapports issus des essais réalisés sur une période raisonnable (h/jours) pour un environnement utilisateur et un type de bus de terrain particuliers, afin d'obtenir des règles de codage de base statistique ou un taux d'erreur acceptable pour l'application.

Les éléments classiques pris en compte dans les rapports d'essais de bus de terrain sont les suivants:

- taux d'erreur de message d'un niveau particulier de trafic de bus de terrain;
- une analyse des statistiques de messages perdus, y compris les salves d'erreurs et les détails des événements perdus s'étendant sur plusieurs messages consécutifs.

Ces rapports permettent aux utilisateurs de décider si leur application de commande peut tolérer les configurations d'erreurs prévues.

### **K.5.3 Planification de l'essai de vitesse de transmission de données du bus de terrain**

La plupart des installations disposent de modèles de brouillage relatifs au temps et au climat. Par conséquent, lorsque les ressources le permettent, il convient de mesurer la vitesse de transmission des données et les statistiques d'erreur sur une période adaptée, comprenant les niveaux de cas les moins favorables prévus de perturbations de communication.

Les éléments à prendre en considération lors de la planification des essais de performances du bus de terrain sont les suivants:

- les caractéristiques de conception du profil de communication installé;
- l'étendue ou l'emplacement des parties du réseau à soumettre à essai;
- l'heure et la durée des essais;
- la taille du message et le/les modèle(s) de message à utiliser.

En l'absence de paramètres d'essai spécifiques, les valeurs par défaut suivantes sont recommandées:

- l'essai de l'ensemble du réseau couvrant tous les canaux installés;
- la durée de l'essai est de 24 h;
- l'essai est répété sur 2 jours consécutifs;
- essai à débit complet du système;
- taille maximale du message d'essai pour le bus de terrain;
- débit maximal du message d'essai pour le bus de terrain.

### **K.5.4 Modèle de génération de rapport d'essai de vitesse de transmission des données du bus de terrain**

Les recommandations du rapport d'essai incluent:

- les détails du plan d'essai spécifique;
- un graphique périodique présentant le débit obtenu en tant que fraction du débit possible pendant la période d'essai;
- un graphique périodique présentant les événements de perte de message détectés et le nombre de messages perdus;
- un rapport graphique montrant le nombre d'événements de perte de plusieurs messages (salves d'erreurs) tracé en fonction de la durée de chaque événement, en unités de temps appropriées.

### **K.5.5 Valeurs de performances acceptables du bus de terrain**

Il convient de calculer les valeurs de performances acceptables en fonction des besoins de l'application.

## **Annexe L** (informative)

### **Responsabilité relative aux travaux d'installation du réseau de communication**

#### **L.1 Généralités**

Le présent document spécifie les exigences relatives aux différentes étapes de l'installation d'un réseau de communication (la planification, la mise en œuvre de l'installation, la vérification, la validation, par exemple). Pour chaque étape, un organisme particulier (une personne ou une organisation) est identifié comme étant chargé de satisfaire à ces exigences.

#### **L.2 Responsabilité relative aux travaux d'installation**

Il convient qu'un organisme (une personne ou une organisation) soit responsable de chaque étape de l'installation, conformément au présent document.

Si une partie du travail correspondant à une étape définie est déléguée ou sous-traitée, il convient que l'organisme chargé de la réalisation de cette étape reste responsable de la conformité des éléments délégués ou sous-traités. Par exemple, si une partie du travail attribué à l'installateur pouvait être réalisée par d'autres personnes, il convient que l'installateur soit amené à évaluer la conformité du travail réalisé par ces autres personnes comme exigé à l'Article 5.

De même, il convient d'identifier un organisme responsable pour tous les éléments conditionnant la bonne installation du réseau (la mise à la terre du bâtiment et de l'usine, par exemple). Si ces tâches ne font pas partie intégrante des travaux d'installation du réseau, il est toujours nécessaire d'identifier un organisme responsable qui va fournir les informations et toute la documentation indispensables à la bonne réalisation de ces travaux.

#### **L.3 Tableau des responsabilités relatives aux travaux d'installation**

Pour les travaux d'installation complexes, il est recommandé de créer un tableau visant à clairement établir les responsabilités quant à la satisfaction des exigences définies dans chaque paragraphe (ou groupe de paragraphes) du présent document.

## Annexe M (informative)

### Appellations commerciales des profils de communication

L'Annexe D répertorie les noms CPF qui peuvent faire office d'appellations commerciales. Les appellations commerciales de tous les profils de communication définis dans l'IEC 61784-1 et l'IEC 61784-2 figurent au Tableau M.1.

**Tableau M.1 – Appellations commerciales des familles  
de profils de communication et des profils de communication**

| Numéros de famille de profils de communication | Nom de la technologie              |
|------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1                                              | FOUNDATION™ fieldbus <sup>7</sup>  |
| 2                                              | CIP™ <sup>8</sup>                  |
| CP 2/1                                         | ControlNet™ <sup>6,7</sup>         |
| CP 2/2                                         | EtherNet/IP™ <sup>6,7</sup>        |
| CP 2/3                                         | DeviceNet™ <sup>6,7</sup>          |
| 3                                              | PROFIBUS & PROFINET <sup>9</sup>   |
| 4                                              | P-NET® <sup>10</sup>               |
| 5                                              | WorldFIP® <sup>11</sup>            |
| 6                                              | INTERBUS® <sup>12</sup>            |
| 8                                              | CC-Link & CC-Link IE <sup>13</sup> |
| 9                                              | HART <sup>14</sup>                 |

<sup>7</sup> FOUNDATION™ fieldbus désigne l'appellation commerciale du consortium sans but lucratif Fieldbus Foundation. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.

<sup>8</sup> CIP™, ControlNet™, EtherNet/IP™ et DeviceNet™ désignent les appellations commerciales d'ODVA, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.

<sup>9</sup> PROFIBUS et PROFINET désignent les appellations commerciales de l'organisation à but non lucratif de PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur des marques ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.

<sup>10</sup> P-NET désigne l'appellation commerciale d'International P-NET User Organisation ApS (IPUO). Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.

<sup>11</sup> WorldFIP désigne l'appellation commerciale de l'organisation WorldFIP. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.

<sup>12</sup> INTERBUS désigne l'appellation commerciale de Phoenix Contact GmbH & Co. KG., le contrôle de l'utilisation de la marque est donné à l'organisation à but non lucratif INTERBUS Club. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.

<sup>13</sup> CC-Link, CC-Link/LT et CC-Link IE sont des marques déposées de Mitsubishi Electric Co., le contrôle de l'utilisation de la marque est donné à CC-Link Partner Association. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.

| Numéros de famille de profils de communication | Nom de la technologie            |
|------------------------------------------------|----------------------------------|
| 10                                             | Vnet/IP <sup>15</sup>            |
| 11                                             | TCnet <sup>16</sup>              |
| 12                                             | EtherCAT <sup>TM</sup> 17        |
| 13                                             | Ethernet POWERLINK <sup>18</sup> |
| 14                                             | EPA <sup>19</sup>                |
| 15                                             | MODBUS®-RTPS <sup>20</sup>       |
| 16                                             | SERCOS <sup>21</sup>             |
| 17                                             | RAPIDnet <sup>22</sup>           |
| 18                                             | SafetyNET p <sup>23</sup>        |
| 19                                             | MECHATROLINK <sup>24</sup>       |

- 14 HART désigne l'appellation commerciale de HART Communications Foundation. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.
- 15 Vnet/IP désigne l'appellation commerciale de Yokogawa Electric Corporation. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.
- 16 Au Japon, TCnet désigne l'appellation commerciale de TOSHIBA Corporation. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.
- 17 EtherCAT<sup>TM</sup> et EtherCAT-ove-Safety<sup>TM</sup> désignent les appellations commerciales de Beckhoff, Verl. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.
- 18 Ethernet POWERLINK désigne l'appellation commerciale de Bernecker&Rainer Industrielektronik Ges.m.b.H., le contrôle de l'utilisation de la marque est donné à l'organisation à but non lucratif EPSG. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.
- 19 EPA<sup>TM</sup> désigne l'appellation commerciale de SUPCON Group Co. Ltd. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.
- 20 Modbus est une marque déposée de Schneider Automation Inc. aux États-Unis et dans d'autres pays. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.
- 21 SERCOS est une marque déposée de SERCOS International e.V. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation de son détenteur.
- 22 RAPIDnet est une marque déposée de LSIS. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de l'appellation commerciale RAPIDnet. L'utilisation de l'appellation commerciale RAPIDnet exige l'autorisation de son détenteur.
- 23 SafetyNET p est une appellation commerciale de Pilz GmbH & Co. KG. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque SafetyNET p. L'utilisation de l'appellation commerciale SafetyNET p implique l'autorisation de son détenteur.
- 24 MECHATROLINK est une marque déposée de YASKAWA ELECTRIC CORPORATION. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque MECHATROLINK. L'utilisation de l'appellation commerciale MECHATROLINK exige l'autorisation de son détenteur.

| Numéros de famille de profils de communication | Nom de la technologie                      |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| CP 20/1                                        | ADS-net/ $\mu$ SNETWORK-1000 <sup>25</sup> |
| CP 20/2                                        | ADS-net/NX                                 |
| CP 21/1                                        | FL-net <sup>26</sup>                       |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

<sup>25</sup> Au Japon,  $\mu$ SNETWORK-1000 est une marque déposée de Hitachi. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque  $\mu$ SNETWORK-1000. L'utilisation de l'appellation commerciale  $\mu$ SNETWORK-1000 exige l'autorisation de son détenteur.

<sup>26</sup> FL-net est une marque déposée de JEMA/FL-net: The Japan Electrical Manufacturers' Association/the Factory Automation Link network. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'exige pas l'utilisation de la marque FL-net. L'utilisation de l'appellation commerciale FL-net exige l'autorisation du détenteur du nom commercial.

## Annexe N (informative)

### Mesures de validation

#### N.1 Généralités

L'Annexe N décrit en détail certaines mesures de validation.

#### N.2 Mesures de la résistance en courant continu

##### N.2.1 But de l'essai

La procédure ci-dessous s'applique aux mesures de la résistance en courant continu du câblage installé afin de valider les éléments suivants:

- la résistance de boucle;
- la résistance en courant continu de la ligne de transmission de données;
- la résistance en courant continu du blindage;
- l'absence de courts-circuits entre les fils;
- l'absence de courts-circuits entre le fil et le blindage.

Cette procédure peut être utilisée pour tous les conducteurs de câble.

Si cette procédure n'est réalisée qu'en partie, une conclusion erronée peut être obtenue.

##### N.2.2 Hypothèses

La longueur du câble installé est connue.

La méthode proposée dépend de l'exactitude et de la précision de la mesure.

La température du câble à mesurer est identique à celle indiquée dans la fiche technique.

##### N.2.3 Mesures

Les mesures sont réalisées en cinq étapes.

- Étape 1
  - Ouvrir l'extrémité, procéder à une mesure entre toutes les combinaisons de conducteurs pour vérifier que la résistance en courant continu est supérieure à  $1\text{ M}\Omega$ . Si l'une des mesures est inférieure à  $1\text{ M}\Omega$ , cela indique un problème de potentiel. Avant de continuer, il convient de résoudre le problème.
  - Court-circuiter le fil 1 et le fil 2 à l'extrémité (voir la Figure N.1).
  - Mesurer la résistance de boucle entre le fil 1 et le fil 2.



IEC

Figure N.1 – Mesure de la résistance de boucle fil à fil



- Étape 2
  - Court-circuiter le fil 1 et le blindage à l'extrémité (voir la Figure N.2).
  - Mesurer la résistance de boucle du fil 1 et du blindage à l'extrémité locale.



**Figure N.2 – Mesure de la résistance de boucle fil 1/blindage**

- Étape 3
  - Court-circuiter le fil 2 et le blindage à l'extrémité (voir la Figure N.3).
  - Mesurer la résistance de boucle du fil 2 et du blindage à l'extrémité locale.



**Figure N.3 – Mesure de la résistance de boucle fil 2/blindage**

- Étape 4 (mesurer le court-circuit entre le fil 1 et le fil 2)
  - Court-circuiter le fil 2 et le blindage à l'extrémité (voir la Figure N.4).
  - Mesurer la résistance de boucle du fil 1 et du blindage à l'extrémité locale.



**Figure N.4 – Mesure de la résistance pour la détection des courts-circuits de fil**

- Étape 5
  - Aucune connexion entre le fil 1 et le fil 2 à l'extrémité (voir la Figure N.5).
  - Mesurer la résistance entre le fil 1 et le fil 2 à l'extrémité locale.



**Figure N.5 – Mesure de la résistance entre le fil 1 et le fil 2**

**N.2.4 Calculs****N.2.4.1 Valeurs de la résistance en courant continu calculées des fils et du blindage**

Prendre la résistance en courant continu classique d'un câble indiquée dans la fiche technique fournie par le fabricant du câble.

La valeur DCR-calc de chaque câble installé peut être calculée en multipliant cette valeur classique par unité de longueur par la longueur du câble.

$$\text{DCR-calc}_{(\text{fil})} = \text{DCR}_{(\text{fil de la fiche technique})} \times L$$

$$\text{DCR-calc}_{(\text{blindage})} = \text{DCR}_{(\text{blindage de la fiche technique})} \times L$$

où

$L$  est la longueur connue du câble installé.

NOTE Ce calcul peut s'avérer inutile si le fabricant du câble fournit d'autres informations équivalentes (un tableau reprenant les valeurs de résistance en courant continu en fonction de la longueur du câble, par exemple).

**N.2.4.2 Valeurs de la résistance en courant continu dérivées des fils et du blindage**

Les valeurs de résistance en courant continu du fil et du blindage, ainsi que la différence de deux valeurs de ce type entre deux fils, peuvent être déduites des mesures réalisées entre l'étape 1 à 3, comme suit.

- a)  $\text{DCR}_{(\text{fil})} = 0,5 \times \text{DCR}_{(\text{étape 1})}$ 
  - 1)  $\text{DCR}_{(\text{blindage}_1)} = \text{DCR}_{(\text{étape 2})} - \text{DCR}_{(\text{fil})}$
  - 2)  $\text{DCR}_{(\text{blindage}_2)} = \text{DCR}_{(\text{étape 3})} - \text{DCR}_{(\text{fil})}$
  - 3)  $\text{DCR}_{(\text{blindage})} = 0,5 \times (\text{DCR}_{(\text{blindage}_1)} + \text{DCR}_{(\text{blindage}_2)})$
- b)  $\text{DC}_{\text{unbal}} = |\text{DCR}_{(\text{étape 2})} - \text{DCR}_{(\text{étape 3})}|$

NOTE Cette méthode donne une exactitude d'environ 10 %. La validation du câble soumis à essai est satisfaite lorsque les valeurs mesurées et calculées se situent dans la limite des 10 %.

**N.2.5 Résultats de mesure****N.2.5.1 Validation de la résistance en courant continu du câble**

La Figure N.6 illustre les conclusions pour la validation de la résistance en courant continu du câble installé par rapport à la fiche technique et au profil d'installation CP correspondant.

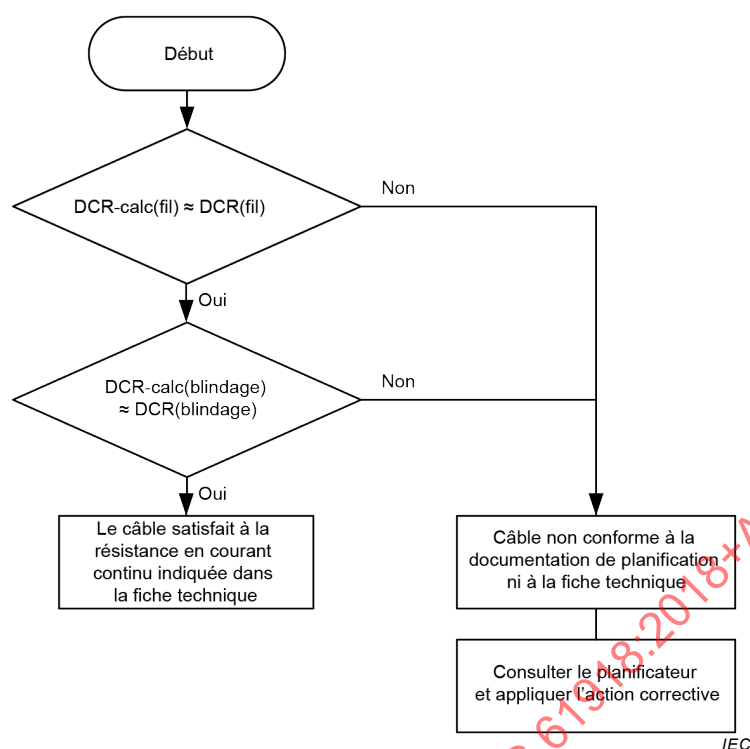


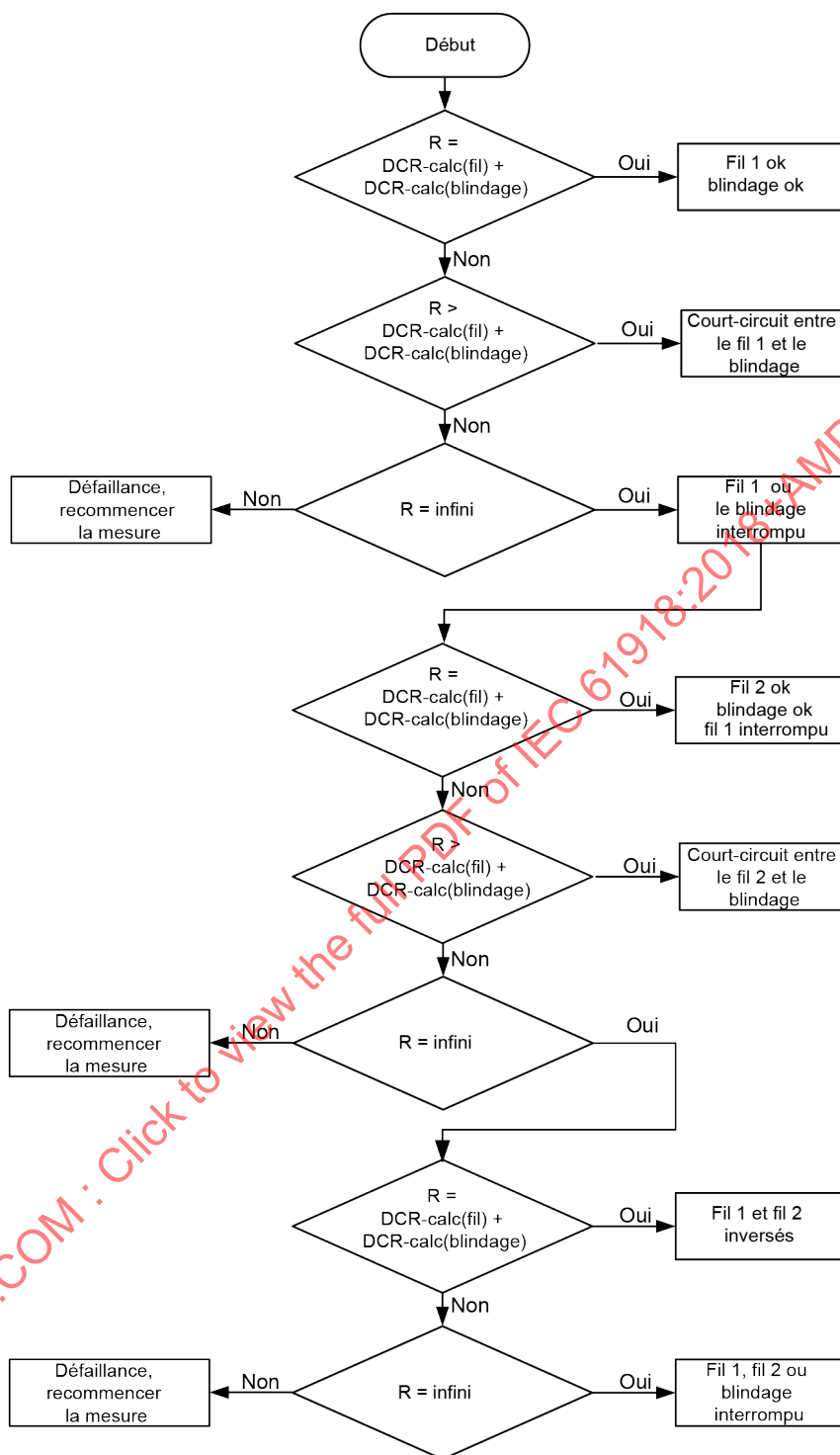
**Figure N.6 – Validation de la résistance en courant continu du câble**

#### **N.2.5.2 Conclusions pour les ouvertures ou courts-circuits de câble**

La comparaison de la valeur  $DCR_{calc(fil)}$  avec la valeur  $DCR_{(fil)}$  déduite des mesures réalisées aux étapes 1, 2 et 3 permet d'établir un bilan qualité des câbles installés.

Il convient que les valeurs  $DCR_{(blindage)}$  calculées conformément à N.2.4.2 a)1) et N.2.4.2 a)2) soient identiques, à la précision de la mesure près.

La Figure N.7 illustre les conclusions pour les ouvertures ou courts-circuits de câble.



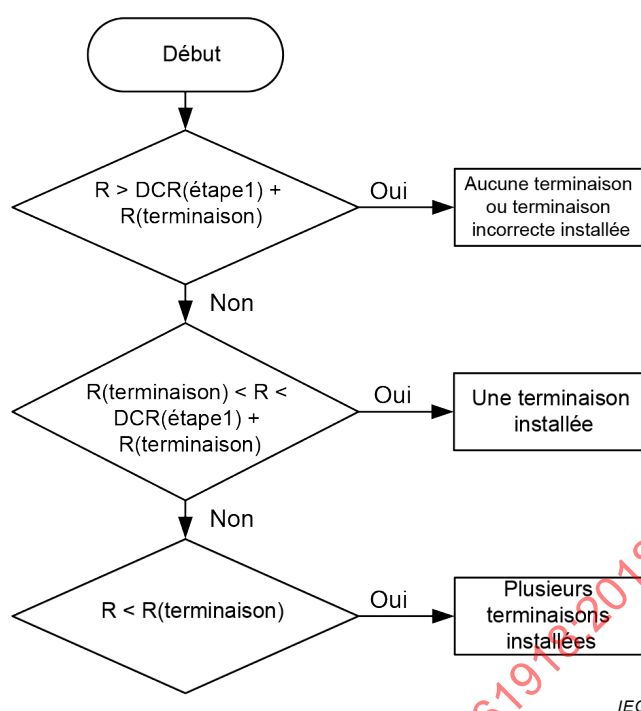
IEC

**Figure N.7 – Conclusions pour les ouvertures ou courts-circuits de câble**

### N.2.5.3 Détermination de la valeur de terminaison de câble correcte

La Figure N.8 présente les conclusions relatives à l'installation de la valeur et du nombre corrects de terminaisons conformément au profil d'installation CP correspondant.

Si la résistance de boucle du câble est significative par rapport à la valeur de terminaison, d'autres calculs peuvent s'avérer nécessaires pour déterminer si la terminaison est correcte.



#### Légende

R valeur mesurée

R(termination) terminaison conforme au profil d'installation correspondant

**Figure N.8 – Détermination de la valeur de terminaison de câble correcte**

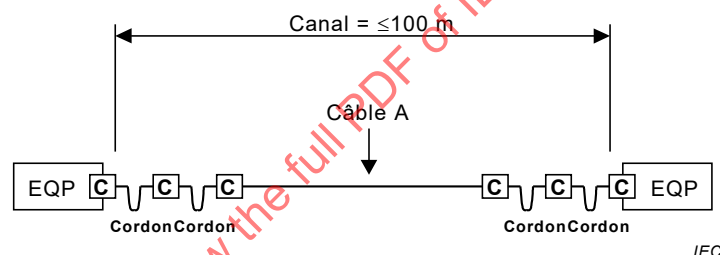
## Annexe O (informative)

### Liaison bout à bout

#### O.1 Généralités

La liaison bout à bout (liaison E2E) un concept/une approche important(e) pour la conception, l'installation et l'essai des réseaux de communication, non seulement dans les sites industriels, mais aussi dans d'autres sites (tels que l'automatisation des bâtiments). La plupart des liaisons industrielles étant construites sur place, des erreurs de terminaison peuvent s'avérer possibles. L'impossibilité de vérifier des liaisons E2E peut donner lieu à une perte de production dans l'usine/unité de fabrication. Ces concepts/approches et ces essais s'appliquent uniquement pour le câblage à 4 paires.

La conception du câblage réseau repose généralement sur les modèles spécifiés dans l'ISO/IEC 11801-1 et l'ISO/IEC 11801-3. Dans ces documents, le câblage entre les deux dispositifs actifs (EQP) est appelé "canal" et comprend différents types de câbles et un maximum de quatre connexions dans le canal, selon la mise en œuvre de référence. Les fiches aux deux extrémités qui sont reliées à la prise du matériel ne font pas partie du modèle de canal (voir la Figure O.1). Les appareils de mesure classiques disponibles dans le commerce procèdent à une qualification du canal selon l'ISO/IEC 11801 sans prendre en considération les fiches aux deux extrémités du canal.



#### Légende

-  = connexion  
EQP = matériel

**Figure O.1 – Canal conformément à l'ISO/IEC 11801**

Dans les installations industrielles, l'utilisation de câbles préassemblés est souvent un inconvénient et n'est pas une pratique. En règle générale, les fiches aux deux extrémités sont assemblées sur site. Les câbles préassemblés sont généralement soumis à un procédé de fabrication basé sur la qualité. À titre d'exemple de câble assemblé sur site, il peut s'agir d'un câble contigu s'étendant sur une distance supérieure à 20 m, constitué d'un câble et de deux fiches. Inversement, la qualité des câbles assemblés sur site dépend des compétences de l'installateur. La terminaison sur site pouvant ne pas satisfaire aux performances exigées (NEXT, par exemple), il est indispensable de soumettre ces fiches et le canal associé à un essai de qualification, et ainsi remédier aux problèmes liés aux terminaisons de câble.

#### O.2 Liaison bout à bout

Le terme "liaison bout à bout" (liaison E2E) désigne la combinaison du canal et de la connexion à chaque extrémité du canal. Dans ce cas, le niveau de référence de la mesure inclut les fiches et les prises (voir la Figure O.2).

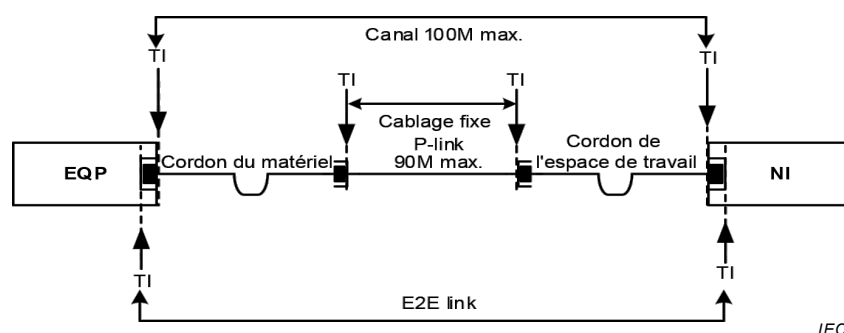


Figure O.2 – Liaison bout à bout

L'ISO/IEC 11801 compte le nombre de connexions dans un canal ou dans une liaison permanente. Étant donné qu'une liaison E2E permet d'ajouter des connexions aux deux extrémités d'une liaison, le nombre de connexions comptées augmente de deux.

Dans de nombreuses installations, la conception d'une liaison E2E peut présenter des divergences par rapport à un canal tel que défini dans la mise en œuvre de référence.

### O.3 Description normative d'une liaison E2E

L'ISO/IEC TR 11801-9902 définit plusieurs liaisons E2E communes et leurs limites. Chaque liaison E2E se distingue par le nombre de connexions qu'elle contient et ses limites associées.

La Figure O.3 à la Figure O.9 décrivent les différentes liaisons E2E définies dans l'ISO/IEC TR 11801-9902.

Dans ces figures, les légendes suivantes sont utilisées conformément à l'ISO/IEC TR 11801-9902:

L = canal

TI = interface d'essai

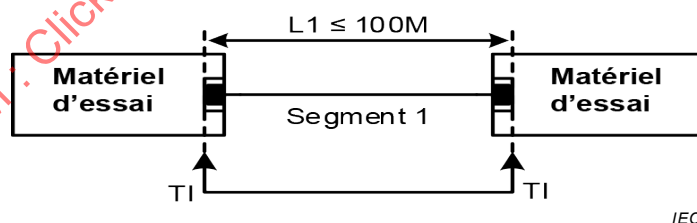


Figure O.3 – Un segment, liaison E2E à deux connexions

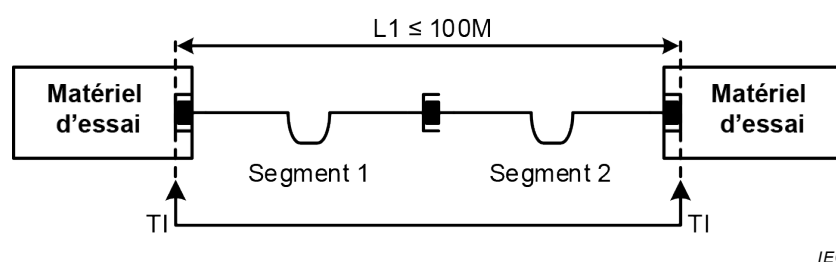
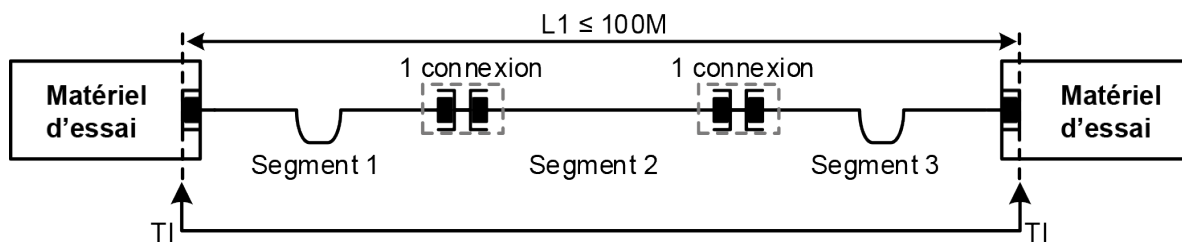
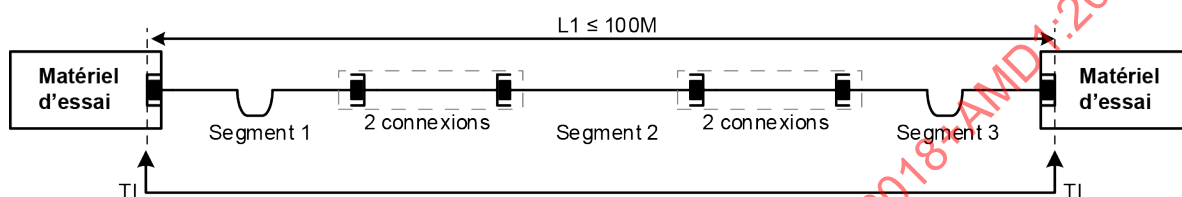


Figure O.4 – Deux segments, liaison E2E à trois connexions



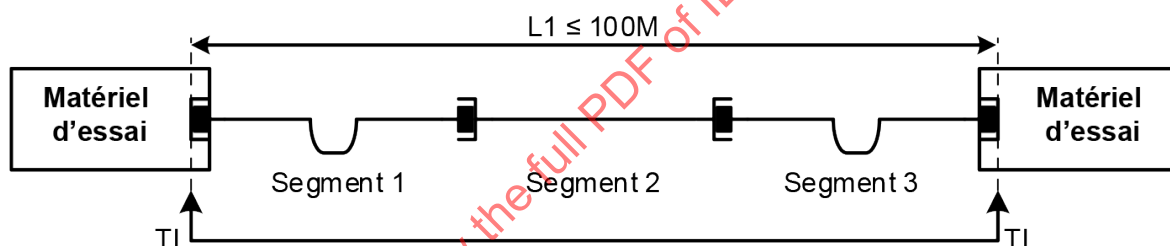
IEC

**Figure O.5 – Trois segments, connexions de cloison à trois segments, liaison E2E à quatre connexions**



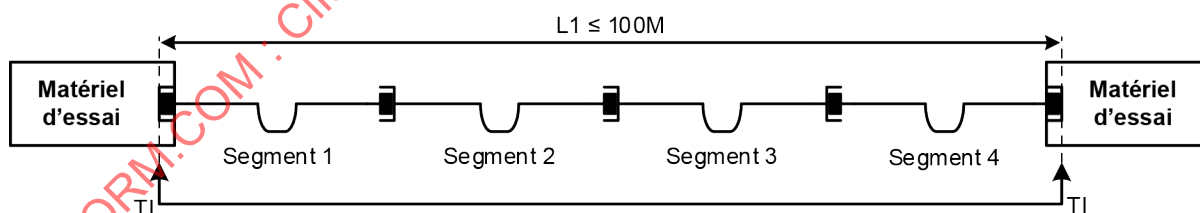
IEC

**Figure O.6 – Trois segments, deux connexions, liaison E2E à six connexions**



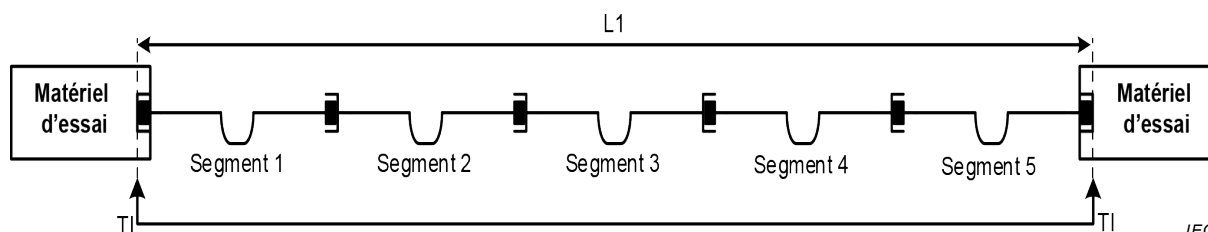
IEC

**Figure O.7 – Trois segments, liaison E2E à quatre connexions**



IEC

**Figure O.8 – Quatre segments, liaison E2E à cinq connexions**



IEC

**Figure O.9 – Cinq segments, liaison E2E à six connexions**



L'ISO/IEC TR 11801-9902 donne les équations de limite pour chacune des liaisons E2E ci-dessus. Les équations donnent les limites pour chacun des paramètres de liaison E2E de classe D et de classe E;

- IL – Perte d'insertion
- RL – Affaiblissement de réflexion
- NEXT – Paradiaphonie
- PSNEXT – Paradiaphonie cumulée
- ACRF – Rapport signal/bruit distant
- PSACRF – Rapport Signal/Bruit Distant cumulé

#### **O.4 Mesure de liaison E2E**

Les liaisons E2E de deux et quatre paires de câblage symétrique jusqu'à 250 MHz sont mesurées conformément à l'ISO/IEC 14763-4.

Les limites de performances sont spécifiées dans l'ISO/IEC TR 11801-9902 et qualifiées selon l'ISO/IEC 11801-1 et l'IEC 61935-2.

Les configurations prises en charge sont présentées dans l'~~ISO/IEC TR 11801-9902~~ ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021.

La modélisation des liaisons E2E s'appuie sur les performances de connexions (RJ45) modulaires 8 voies. Les modèles sont conformes si les connecteurs définis dans l'IEC 61918 présentent des performances et délais au moins égaux. Les matériels d'essai de liaison E2E avec des têtes d'essai appropriées doivent également prendre en charge les liaisons modulaires 8 voies.

Les performances de la tête d'essai sont définies dans l'ISO/IEC TR 11801-9902.

## Annexe P (normative)

### Échauffement du câblage avec téléalimentation

#### P.1 Généralités

Lors de l'utilisation de Power over Ethernet (PoE) dans l'environnement industriel, le planificateur doit s'assurer que la température du câble ne dépasse la température de fonctionnement admise. Le planificateur doit prendre en considération l'échauffement supplémentaire qui peut se produire dans les espaces clos lors de l'installation du câblage. L'équation (P.1) peut être utilisée pour déterminer les effets de la chaleur sur le câblage.

#### P.2 Domaine d'application

La présente Annexe P donne au planificateur les moyens de vérifier que la réduction de la température générée par le groupage et/ou l'acheminement des câbles ne donne pas lieu à une température de câble dépassant la température de fonctionnement admise.

#### P.3 Calcul de la réduction de température

La réduction de température  $\Delta T$ , exprimée en °C, doit être calculée à l'aide de la formule (P.1) suivante telle que définie à l'Article B.6 de l'ISO/IEC TS 29125:2017, Annexe B.

$$\Delta T = C \times i_c^2 \times R \quad (\text{P.1})$$

où

$$C = \frac{pu \times nc \times \sqrt{N}}{(5 \times d)} + \frac{pth \times nc \times N}{12,6}$$

et tous les paramètres sont ceux du Tableau P.1.

**Tableau P.1 – Paramètres utilisés pour calculer la réduction de température**

| Paramètres  | Description                                                                                                                                                                   | Valeur   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| $\rho_u$    | Constante relative à l'installation dans des conditions ventilées pour toutes les constructions de câble                                                                      | 0,15     |
|             | Constante relative à l'installation dans des conduits pour les constructions de câble F/UTP et pour les conduits remplis à au moins 40 % de leur capacité (voir l'EN 50174-2) | 0,19     |
|             | Constante relative à l'installation dans des conditions isolées pour toutes les constructions de câble U/UTP et F/UTP                                                         | 0,70     |
|             | Constante relative à l'installation dans des conditions isolées pour toutes les constructions de câble S/FTP                                                                  | 0,87     |
| $\rho_{th}$ | Constante relative aux constructions de câble U/UTP                                                                                                                           | 5        |
|             | Constante relative aux constructions de câble F/UTP                                                                                                                           | 3        |
|             | Constante relative aux constructions de câble S/FTP et SF/UTP                                                                                                                 | 2,75     |
| $nc$        | Nombre de conducteurs par câble transportant la téléalimentation                                                                                                              | <nombre> |
| $N$         | Nombre de câbles transportant la téléalimentation                                                                                                                             | <nombre> |
| $d$         | Diamètre de câble (m)                                                                                                                                                         | <valeur> |
| $R$         | Résistance en courant continu moyenne par unité de longueur transportant le courant de téléalimentation ( $\Omega/m$ )                                                        | <valeur> |
| $i_c$       | Courant par conducteur (A) = $0,5 \times$ le courant délivré par la paire transportant la téléalimentation                                                                    | <valeur> |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## Annexe Q (normative)

### Exigences supplémentaires pour l'installation de réseaux symétriques à 1 paire reposant sur Ethernet dans des locaux industriels

#### Q.1 Présentation générale

L'Annexe Q décrit les spécifications pour l'installation dans l'environnement critique des locaux industriels de réseaux utilisant le câblage symétrique à 1 paire lié à Ethernet spécifié dans 1000BASE-T1 de type A, qui permet la transmission bidirectionnelle de signaux à 1 000 Mbit/s jusqu'à 15 m, 1000BASE-T1 de type B pour 1 000 Mbit/s jusqu'à 40 m, 100BASE-T1 pour 100 Mbit/s jusqu'à 15 m, 10BASE-T1S pour 10 Mbit/s jusqu'à 15 m, 10BASE-T1L pour 10 Mbit/s jusqu'à 1 000 m.

Ces réseaux symétriques à 1 paire reposant sur Ethernet sont les versions industrielles des spécifications 1 000 Mbit/s et 100 Mbit/s de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021 et 10 Mbit/s de l'IEEE 802.3cg.

Le choix des spécifications de la présente Annexe Q, qui s'applique pour une technologie donnée, est décrit dans le profil associé de la série IEC 61784-5.

#### Q.2 Planification de l'installation

##### Q.2.1 Généralités

Un réseau symétrique à 1 paire reposant sur Ethernet permet la communication entre deux dispositifs avec un câble à 1 paire comportant jusqu'à 10 connexions, comme représenté à la Figure Q.1.

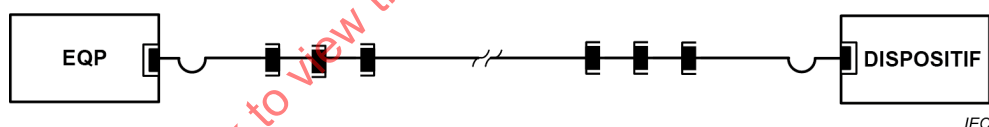


Figure Q.1 – Réseau symétrique à 1 paire

Pour un réseau symétrique à 1 paire, les spécifications de planification énumérées en Q.2.2 s'appliquent en plus des spécifications données à l'Article 4.

##### Q.2.2 Caractéristiques de base des réseaux symétriques à 1 paire

Les réseaux symétriques à 1 paire appropriés aux applications industrielles présentent les caractéristiques de base décrites dans le Tableau Q.1.

Les mises en œuvre de référence pour les canaux de 15 m, de 40 m et de 1 000 m sont décrites dans l'ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, Annexe E.

**Tableau Q.1 – Caractéristiques de base des réseaux symétriques à 1 paire**

| Paramètre                                                                                                                                                                   | 10BASE-T1 <sup>a</sup> |       | 100BASE-T1 <sup>b</sup> | 1000BASE-T1 <sup>b</sup> |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                                                             | -T1S                   | -T1L  |                         | type A                   | type B <sup>d</sup> |
| Vitesse de transmission                                                                                                                                                     | 10 Mbit/s              |       | 100 Mbit/s              | 1 Gbit/s                 |                     |
| Longueur maximale (m)                                                                                                                                                       | 15                     | 1 000 | 15                      | 15                       | 40                  |
| Nombre de connexions ou de bornes                                                                                                                                           | 4                      | 10    | 4                       | 4                        |                     |
| Dimension de fil (AWG) <sup>c</sup>                                                                                                                                         | 26 à 14                |       | 26 à 22                 | 26 à 22                  | 26 à 22 UTP         |
| <sup>a</sup> Basé sur l'IEEE 802.3cg.                                                                                                                                       |                        |       |                         |                          |                     |
| <sup>b</sup> Basé sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021.                                                                                                                           |                        |       |                         |                          |                     |
| <sup>c</sup> Des limites de longueurs peuvent s'appliquer pour 10BASE-T1L. Les sections nominales (mm <sup>2</sup> ) correspondantes sont représentées dans le Tableau F.1. |                        |       |                         |                          |                     |
| <sup>d</sup> Le type B peut également être utilisé comme partenaire de liaison avec les installations de type A.                                                            |                        |       |                         |                          |                     |

### Q.2.3 Câbles symétriques à 1 paire

Les spécifications génériques relatives aux câbles symétriques à 1 paire décrites dans l'IEC 61156-1, l'IEC 61156-11 et l'IEC 61156-12 s'appliquent. Des spécifications supplémentaires relatives à un environnement MICE particulier s'appliquent. Pour déterminer le type de câble approprié et la compatibilité avec l'environnement MICE spécifié, le planificateur doit également consulter le fabricant.

Des spécifications supplémentaires sont décrites dans l'ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021.

La mise à l'écart doit être telle que spécifiée dans l'IEC 61918:2018, Annexe B.

Si des câbles à 4 paires sont utilisés, les paires non utilisées des câbles non blindés (SF-UTP et F-UTP) doivent être terminées. Cette exigence ne s'applique pas aux constructions de câble qui utilisent des paires blindées individuelles.

### Q.2.4 Matériel de connexion symétrique à 1 paire

Pour les applications destinées aux locaux industriels, il convient d'utiliser les exigences mécaniques et physiques du matériel de connexion symétrique à 1 paire pour MICE2 et MICE3 spécifiées dans l'IEC 63171-6.

Le même matériel de connexion peut être utilisé pour MICE1, ce qui présente des avantages tant pour l'installateur que l'utilisateur, eu égard à la gestion d'un seul type.

La Figure Q.2 représente deux types de connecteurs IEC 63171-6. Le type M8 est recommandé pour les câbles de faible section jusqu'à 22 AWG et pour les sites d'installation exigus. Le type M12 est recommandé pour les câbles de section plus importante, par exemple 18 AWG.

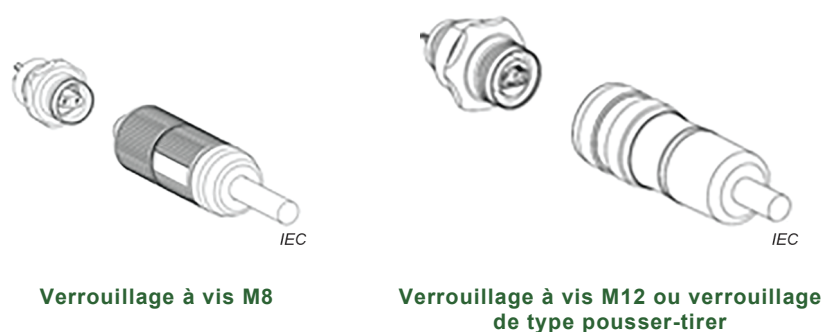


**Figure Q.2 – Connecteurs IEC 63171-6 IP65/IP67**

Des spécifications supplémentaires sont décrites dans l'ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021.

La Figure Q.3 présente la vue des parties relatives à l'accouplement des connecteurs IEC 63171-6 et la numérotation des broches.

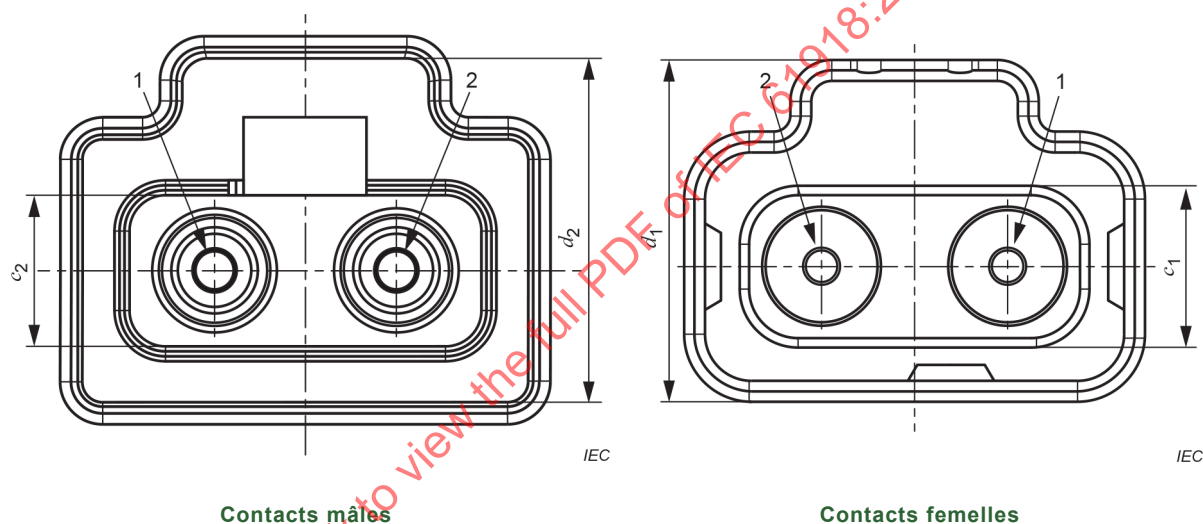


**Figure Q.3 – Parties relatives à l'accouplement des connecteurs IEC 63171-6**

Le Tableau Q.2 représente le code couleur et les attributions de jeux de cordons qui doivent être utilisés dans de nouvelles installations. Les codes couleur utilisés dans les installations rénovées peuvent être différents et définis dans les profils d'installation le Tableau Q.2 comme modèle.

**Tableau Q.2 – Code couleur et attribution de signal IEC 63171-6**

| Paire | Broche | Couleur | Signal  |
|-------|--------|---------|---------|
| 1     | 1      | BU      | BI_DA + |
|       | 2      | WH/BU   | BI_DA - |

Des connecteurs supplémentaires et du matériel de connexion différent peuvent être utilisés à condition qu'ils garantissent les performances nécessaires. Si les performances exigées ne sont pas spécifiées, le planificateur doit consulter les performances décrites dans l'IEC 63171-6.

## Q.2.5 Canaux de câblage symétrique à 1 paire

### Q.2.5.1 Spécification des canaux de câblage symétrique à 1 paire

Les modèles de canaux de câblage symétrique à 1 paire sont spécifiés dans l'ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021 Annexe E, et représentés ici à la Figure Q.4 et à la Figure Q.5, adaptés pour un réseau pour l'automatisation.

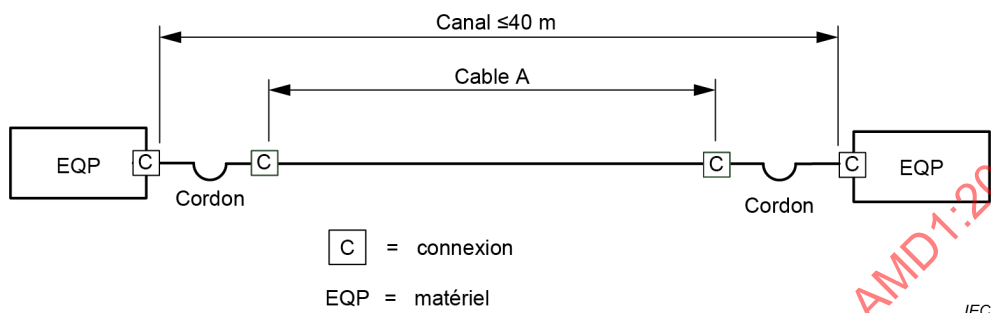


**Figure Q.4 – Modèle de canal de câblage symétrique à 1 paire d'une longueur maximale de 40 m**

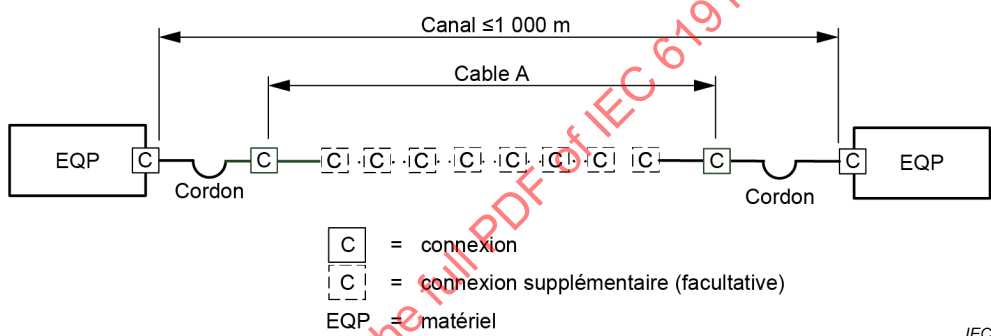


**Figure Q.5 – Modèle de canal de câblage symétrique à 1 paire d'une longueur maximale de 1 000 m**

L'exigence de base pour l'immunité au brouillage électromagnétique des canaux de câblage jusqu'à E3 est  $CA \geq 60$  dB pour le câblage blindé.

Il est possible d'évaluer l'affaiblissement de couplage par des mesures en laboratoire sur des échantillons représentatifs de canaux assemblés en utilisant leurs pratiques en matière de composants et de connecteurs.

La prise en charge de canaux non blindés dépend des conditions environnementales et de la construction des dispositifs. Pour plus d'informations concernant l'applicabilité du câblage non blindé, voir Q.2.5.2.

### Q.2.5.2 Dispositifs de communication

#### Q.2.5.2.1 Généralités

La spécification du réseau symétrique à 1 paire exigé doit être complétée par la sélection des dispositifs de communication appropriés. En effet, une immunité au brouillage électromagnétique correcte des réseaux symétriques à 1 paire dépend des performances des dispositifs de communication décrits en B.6.

#### Q.2.5.2.2 Sélection des dispositifs

Le planificateur doit sélectionner les dispositifs de communication en tenant compte des informations données en B.6 et notamment des faits suivants.

- Tous les types de dispositifs décrits en B.6 équipés d'un câblage blindé ayant une  $CA \geq 60$  dB sont appropriés pour l'environnement E3.
- Seul un câblage non blindé TCL et une  $ELTCL = 80 - 20\log(f)$ , de 46 dB au maximum peut être utilisé en combinaison avec des dispositifs de type 2 dans un environnement allant jusqu'à E3. Il n'est pas recommandé d'utiliser un câblage non blindé en combinaison avec des dispositifs de type 1, comme cela est indiqué en B.6.2.

Pour déterminer le type de dispositif approprié et la compatibilité avec l'environnement électromagnétique, le planificateur doit également consulter le fabricant.

Pour les locaux industriels comportant plusieurs zones caractérisées par différents niveaux de brouillage électromagnétique, il convient que le planificateur analyse l'avantage d'utiliser uniquement des dispositifs de type 3 pour toutes les applications, en tenant compte de l'impact positif sur la maintenance de l'installation.

#### Q.2.6 Téléalimentation

La technologie symétrique à 1 paire, si elle est utilisée avec la technologie de téléalimentation, permet non seulement d'échanger des données avec le dispositif de terrain, mais aussi de fournir la puissance nécessaire au dispositif sur la même paire torsadée. Dans ce cas, le bruit introduit par la téléalimentation peut entraîner une saturation de l'interface de communication. Cela exige qu'en plus du filtre pour le signal, le dispositif de communication principal doive également être équipé d'un filtre inductif approprié en série sur l'entrée de l'équipement d'alimentation électrique et que le dispositif de communication subordonné soit équipé d'un filtre inductif en série sur l'entrée d'alimentation électrique du dispositif, en particulier lorsqu'il s'agit d'un actionneur. La Figure Q.6 représente un exemple.



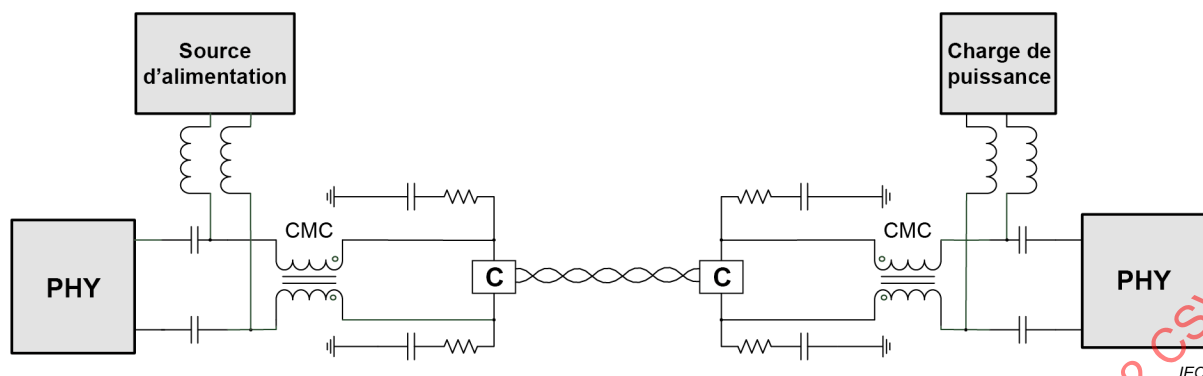


**Figure Q.6 – Atténuation supplémentaire pour téléalimentation sur réseau symétrique à 1 paire**

Dans les applications d'automatisation, les niveaux de tension typiques sont:

- a) 24 V nominal en courant continu,
- b) 48 V nominal en courant continu,
- c) puissance fournie par l'application de données.

Il convient que le planificateur prenne soin d'appliquer une séparation adéquate entre les zones comportant des circuits de puissance différents afin d'éviter une mauvaise application de la puissance.

Le planificateur doit sélectionner les sections de câblage appropriées sur la base de la valeur maximale de la puissance à transmettre.

Le courant admissible maximal dépend de l'installation et, de ce fait, n'est pas spécifié. Il peut toutefois être indiqué dans la spécification particulière. Des recommandations supplémentaires relatives au courant admissible sont données dans l'ISO/IEC TS 29125.

## Q.2.7 Réutilisation du câblage existant

Le planificateur doit exiger que les câbles déjà installés puissent être utilisés uniquement après qu'une mesure de terrain ait permis de s'assurer que les performances de transmission résultantes satisfont aux exigences de performance du câblage symétrique à 1 paire de Q.2.5.

## Q.3 Mise en œuvre de l'installation

### Q.3.1 Généralités

Pour le câblage symétrique à 1 paire, les spécifications suivantes de mise en œuvre de l'installation s'appliquent en plus des spécifications déjà indiquées à l'Article 4.

### Q.3.2 Mise en œuvre supplémentaire de l'installation

Lorsqu'une technologie symétrique à 1 paire est utilisée avec la technologie de téléalimentation, les exigences de Q.2.6 doivent s'appliquer.

## Q.4 Vérification et essai de réception de l'installation

### Q.4.1 Généralités

Pour le câblage symétrique à 1 paire, les exigences d'essai de réception spécifiées dans le présent Article Q.4 s'appliquent en plus des spécifications déjà indiquées à l'Article 6.

### Q.4.2 Vérification et essai de réception supplémentaires de l'installation

La qualité des câbles assemblés sur site dépend des compétences de l'installateur. La terminaison sur site pouvant ne pas satisfaire aux performances exigées, un essai de qualification de ces fiches et du canal associé doit être réalisé.

Les limites de performances sont spécifiées dans l'ISO/IEC 11801-3 et qualifiées selon l'ISO/IEC 11801-1.

La Figure Q.7 représente l'attribution paire/broche pour le câblage symétrique à 1 paire. La détection des courts-circuits et des paires inversées est particulièrement importante lorsque la téléalimentation est utilisée.

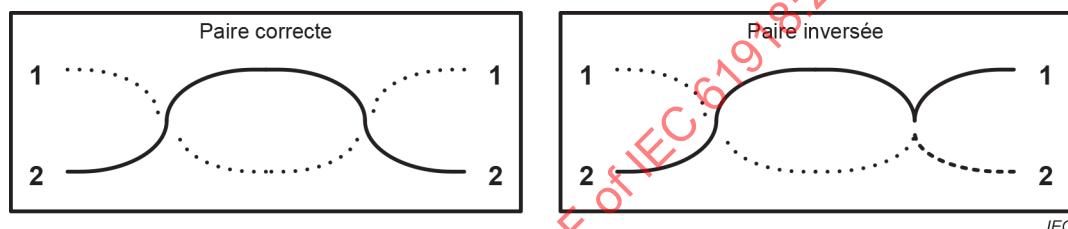


Figure Q.7 – Table de correspondance des fils symétriques à 1 paire

## Bibliographie

- [1] IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 131: Théorie des circuits* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org/>>)
- [2] IEC 60050-131:2002, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 131: Théorie des circuits* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org/>>)
- [3] IEC 60050-151:2001, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org/>>)
- [4] IEC 60050-161:1990, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 161: Compatibilité électromagnétique* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org/>>)
- [5] IEC 60050-191:1990<sup>27</sup>, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org/>>)
- [6] IEC 60050-195:1998, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org/>>)
- [7] IEC 60050-581:2008, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 581: Composants électromécaniques pour équipements électroniques* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org/>>)
- [8] IEC 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*
- [9] IEC 60079-11:2011, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque "i"*
- [10] IEC 60079-14, *Atmosphères explosives – Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques*
- [11] IEC 60228, *Âmes des câbles isolés*
- [12] IEC 60332-1 (toutes les parties), *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé*
- [13] IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*
- [14] IEC 60512-4 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 4: Essais de contrainte diélectrique*
- [15] IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
- [16] IEC 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

---

<sup>27</sup> Retirée.

- [17] IEC 60670-1:2015, *Boîtes et enveloppes pour appareillage électrique pour installations électriques fixes pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Exigences générales*
- [18] IEC 60950-21, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 21: Téléalimentation*
- [19] ~~IEC 61000-4-4, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves~~
- [20] IEC TR 61000-5-2:1997, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation – Section 2: Mise à la terre et câblage*
- [21] IEC 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Norme d'immunité pour les environnements industriels*
- [22] IEC 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*
- [23] ~~IEC 61010-2-201, Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-201: Exigences particulières pour les équipements de commande~~
- [24] IEC 61131-2:2017, *Mesurage et contrôle des processus industriels – Automates programmables – Partie 2: Exigences et essais des équipements*
- [25] IEC 61158-1, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 1: Présentation et lignes directrices des séries IEC 61158 et IEC 61784*
- [26] IEC 61508-4, *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité – Partie 4: Définitions et abréviations (voir <<http://www.iec.ch/functionalsafety>> Sécurité fonctionnelle et IEC 61508)*
- [27] IEC 61984:2008, *Connecteurs – Exigences de sécurité et essais*
- [28] IEC 62026-3, *Appareillage à basse tension – Interface appareil de commande-appareil (CDI) – Partie 3: DeviceNet*
- [29] IEC GUIDE 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications* (disponible en anglais seulement)
- [30] ISO/IEC 9314-3, *Information processing systems – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 3: Physical Layer Medium Dependent (PMD)* (disponible en anglais seulement)
- [31] ISO/IEC 9314-4, *Information technology – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 4: Single Mode Fibre Physical Layer Medium Dependent (SMF-PMD)* (disponible en anglais seulement)
- [32] ISO/IEC 11801-2, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 2: Office premises* (disponible en anglais seulement)
- [33] ISO/IEC 11801-5, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 5: Data centres* (disponible en anglais seulement)

- [34] ISO/IEC 11801-6, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 6: Distributed building services* (disponible en anglais seulement)
  - [35] ISO/IEC 11801-4, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 4: Single-tenant homes* (disponible en anglais seulement)
  - [36] ISO/IEC TR 29106:2007, *Information technology – Generic cabling – Introduction to the MICE environmental classification* (disponible en anglais seulement)
  - [37] EN 50174-1, *Technologies de l'information – Installation de câblage – Partie 1: Spécification de l'installation et assurance de la qualité*
  - [38] EIA/TIA 568, *Commercial building telecommunications cabling standard* (disponible en anglais seulement)
  - [39] ISO/IEC TR 11801-9906:2020, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 9906: Balanced 1-pair cabling channels up to 600 MHz for single pair Ethernet (SPE)* (disponible en anglais seulement)
- 

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

**FINAL VERSION****VERSION FINALE**

**Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises**

**Réseaux de communication industriels – Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels**

## CONTENTS

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD .....                                                                                       | 12 |
| INTRODUCTION .....                                                                                   | 14 |
| INTRODUCTION to Amendment 1 .....                                                                    | 17 |
| 1 Scope .....                                                                                        | 18 |
| 2 Normative references .....                                                                         | 18 |
| 3 Terms, definitions, and abbreviated terms .....                                                    | 22 |
| 3.1 Terms and definitions .....                                                                      | 22 |
| 3.2 Abbreviated terms .....                                                                          | 34 |
| 3.3 Conventions for installation profiles .....                                                      | 36 |
| 4 Installation planning .....                                                                        | 36 |
| 4.1 General .....                                                                                    | 36 |
| 4.1.1 Objective .....                                                                                | 36 |
| 4.1.2 Cabling in industrial premises .....                                                           | 36 |
| 4.1.3 The planning process .....                                                                     | 39 |
| 4.1.4 Specific requirements for CPs .....                                                            | 40 |
| 4.1.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 .....          | 40 |
| 4.2 Planning requirements .....                                                                      | 40 |
| 4.2.1 Safety .....                                                                                   | 40 |
| 4.2.2 Security .....                                                                                 | 41 |
| 4.2.3 Environmental considerations and EMC .....                                                     | 41 |
| 4.2.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 .....          | 43 |
| 4.3 Network capabilities .....                                                                       | 43 |
| 4.3.1 Network topology .....                                                                         | 43 |
| 4.3.2 Network characteristics .....                                                                  | 45 |
| 4.4 Selection and use of cabling components .....                                                    | 48 |
| 4.4.1 Cable selection .....                                                                          | 48 |
| 4.4.2 Connecting hardware selection .....                                                            | 52 |
| 4.4.3 Connections within a channel/permanent link .....                                              | 54 |
| 4.4.4 Terminators .....                                                                              | 60 |
| 4.4.5 Device location and connection .....                                                           | 60 |
| 4.4.6 Coding and labelling .....                                                                     | 60 |
| 4.4.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shielded cabling .....                       | 61 |
| 4.4.8 Storage and transportation of cables .....                                                     | 72 |
| 4.4.9 Routing of cables .....                                                                        | 72 |
| 4.4.10 Separation of circuits .....                                                                  | 74 |
| 4.4.11 Mechanical protection of cabling components .....                                             | 75 |
| 4.4.12 Installation in special areas .....                                                           | 76 |
| 4.5 Cabling planning documentation .....                                                             | 76 |
| 4.5.1 Common description .....                                                                       | 76 |
| 4.5.2 Cabling planning documentation for CPs .....                                                   | 76 |
| 4.5.3 Network certification documentation .....                                                      | 77 |
| 4.5.4 Cabling planning documentation for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 ..... | 77 |
| 4.6 Verification of cabling planning specification .....                                             | 77 |



|       |                                                                                       |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5     | Installation implementation .....                                                     | 77  |
| 5.1   | General requirements .....                                                            | 77  |
| 5.1.1 | Common description .....                                                              | 77  |
| 5.1.2 | Installation of CPs .....                                                             | 77  |
| 5.1.3 | Installation of generic cabling in industrial premises .....                          | 77  |
| 5.2   | Cable installation .....                                                              | 77  |
| 5.2.1 | General requirements for all cabling types .....                                      | 77  |
| 5.2.2 | Installation and routing .....                                                        | 83  |
| 5.2.3 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 85  |
| 5.2.4 | Specific requirements for wireless installation .....                                 | 85  |
| 5.2.5 | Specific requirements for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 ..... | 85  |
| 5.3   | Connector installation .....                                                          | 85  |
| 5.3.1 | Common description .....                                                              | 85  |
| 5.3.2 | Shielded connectors .....                                                             | 86  |
| 5.3.3 | Unshielded connectors .....                                                           | 86  |
| 5.3.4 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 86  |
| 5.3.5 | Specific requirements for wireless installation .....                                 | 86  |
| 5.3.6 | Specific requirements for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 ..... | 86  |
| 5.4   | Terminator installation .....                                                         | 87  |
| 5.4.1 | Common description .....                                                              | 87  |
| 5.4.2 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 87  |
| 5.5   | Device installation .....                                                             | 87  |
| 5.5.1 | Common description .....                                                              | 87  |
| 5.5.2 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 87  |
| 5.6   | Coding and labelling .....                                                            | 87  |
| 5.6.1 | Common description .....                                                              | 87  |
| 5.6.2 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 87  |
| 5.7   | Earthing and bonding of equipment and devices and shield cabling .....                | 87  |
| 5.7.1 | Common description .....                                                              | 87  |
| 5.7.2 | Bonding and earthing of enclosures and pathways .....                                 | 88  |
| 5.7.3 | Earthing methods .....                                                                | 90  |
| 5.7.4 | Shield earthing methods .....                                                         | 92  |
| 5.7.5 | Specific requirements for CPs .....                                                   | 94  |
| 5.7.6 | Specific requirements for generic cabling in accordance with<br>ISO/IEC 11801-3 ..... | 94  |
| 5.8   | As-implemented cabling documentation .....                                            | 95  |
| 6     | Installation verification and installation acceptance test .....                      | 95  |
| 6.1   | General .....                                                                         | 95  |
| 6.2   | Installation verification .....                                                       | 95  |
| 6.2.1 | General .....                                                                         | 95  |
| 6.2.2 | Verification according to cabling planning documentation .....                        | 96  |
| 6.2.3 | Verification of earthing and bonding .....                                            | 97  |
| 6.2.4 | Verification of shield earthing .....                                                 | 98  |
| 6.2.5 | Verification of cabling system .....                                                  | 99  |
| 6.2.6 | Cable selection verification .....                                                    | 99  |
| 6.2.7 | Connector verification .....                                                          | 99  |
| 6.2.8 | Connection verification .....                                                         | 100 |

|                       |                                                                 |     |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 6.2.9                 | Terminator verification .....                                   | 102 |
| 6.2.10                | Coding and labelling verification .....                         | 102 |
| 6.2.11                | Verification report .....                                       | 102 |
| 6.3                   | Installation acceptance test.....                               | 102 |
| 6.3.1                 | General .....                                                   | 102 |
| 6.3.2                 | Acceptance test of Ethernet-based cabling .....                 | 104 |
| 6.3.3                 | Acceptance test of non-Ethernet-based cabling .....             | 107 |
| 6.3.4                 | Specific requirements for wireless installation.....            | 107 |
| 6.3.5                 | Acceptance test report.....                                     | 108 |
| 7                     | Installation administration .....                               | 108 |
| 7.1                   | General.....                                                    | 108 |
| 7.2                   | Fields covered by the administration .....                      | 108 |
| 7.3                   | Basic principles for the administration system .....            | 108 |
| 7.4                   | Working procedures .....                                        | 109 |
| 7.5                   | Device location labelling .....                                 | 109 |
| 7.6                   | Component cabling labelling .....                               | 109 |
| 7.7                   | Documentation.....                                              | 110 |
| 7.8                   | Specific requirements for administration .....                  | 111 |
| 8                     | Installation maintenance and installation troubleshooting.....  | 111 |
| 8.1                   | General.....                                                    | 111 |
| 8.2                   | Maintenance .....                                               | 111 |
| 8.2.1                 | Scheduled maintenance.....                                      | 111 |
| 8.2.2                 | Condition-based maintenance.....                                | 113 |
| 8.2.3                 | Corrective maintenance .....                                    | 114 |
| 8.3                   | Troubleshooting .....                                           | 114 |
| 8.3.1                 | General description .....                                       | 114 |
| 8.3.2                 | Evaluation of the problem .....                                 | 114 |
| 8.3.3                 | Typical problems .....                                          | 115 |
| 8.3.4                 | Troubleshooting procedure .....                                 | 117 |
| 8.3.5                 | Simplified troubleshooting procedure .....                      | 118 |
| 8.4                   | Specific requirements for maintenance and troubleshooting ..... | 119 |
| Annex A (informative) | Overview of generic cabling for industrial premises .....       | 120 |
| Annex B (informative) | MICE description methodology .....                              | 121 |
| B.1                   | General.....                                                    | 121 |
| B.2                   | Overview of MICE .....                                          | 121 |
| B.3                   | Examples of use of the MICE concept.....                        | 122 |
| B.3.1                 | Common description .....                                        | 122 |
| B.3.2                 | Examples of mitigation.....                                     | 122 |
| B.4                   | Determining E classification .....                              | 124 |
| B.5                   | The MICE table .....                                            | 127 |
| B.6                   | Communication devices and cabling considerations .....          | 128 |
| B.6.1                 | General .....                                                   | 128 |
| B.6.2                 | Device types.....                                               | 129 |
| B.6.3                 | EMI resistance needed for E3 industrial applications .....      | 130 |
| Annex C (informative) | Network topologies.....                                         | 131 |
| C.1                   | Common description .....                                        | 131 |
| C.2                   | Total cable demand .....                                        | 131 |
| C.3                   | Maximum cable segment length .....                              | 131 |

|                       |                                                                                                                                       |     |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| C.4                   | Maximum network length .....                                                                                                          | 131 |
| C.5                   | Fault tolerance .....                                                                                                                 | 131 |
| C.5.1                 | General .....                                                                                                                         | 131 |
| C.5.2                 | Use of redundancy .....                                                                                                               | 131 |
| C.5.3                 | Failure analysis for networks with redundancy .....                                                                                   | 131 |
| C.6                   | Network access for diagnosis convenience .....                                                                                        | 132 |
| C.7                   | Maintainability and on-line additions .....                                                                                           | 132 |
| Annex D (informative) | Connector tables .....                                                                                                                | 133 |
| Annex E (informative) | Power networks with respect to electromagnetic interference –<br>TN-C and TN-S approaches .....                                       | 147 |
| Annex F (informative) | Conductor sizes in electrical cables .....                                                                                            | 149 |
| Annex G (informative) | Installed cabling verification checklists .....                                                                                       | 150 |
| G.1                   | General .....                                                                                                                         | 150 |
| G.2                   | Copper cabling verification checklist .....                                                                                           | 150 |
| G.3                   | Optical fibre cabling verification checklist .....                                                                                    | 153 |
| Annex H (normative)   | Cord sets .....                                                                                                                       | 155 |
| H.1                   | General .....                                                                                                                         | 155 |
| H.2                   | Constructing cord sets .....                                                                                                          | 155 |
| H.2.1                 | Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors .....                                                                       | 155 |
| H.2.2                 | Crossover cord sets with M12-4 D-coding connectors .....                                                                              | 156 |
| H.2.3                 | Straight through cord sets with 8-way modular connectors .....                                                                        | 156 |
| H.2.4                 | Crossover cord sets with 8-way modular connectors .....                                                                               | 157 |
| H.2.5                 | Straight conversion from one connector family to another .....                                                                        | 158 |
| H.2.6                 | Crossover conversion from one connector family to another .....                                                                       | 158 |
| H.2.7                 | Assignment of PMA signal to MDI and MDI-X in outs .....                                                                               | 159 |
| H.2.8                 | Signal and pin assignment for MDI and TIA568A .....                                                                                   | 160 |
| H.2.9                 | Signal and pin assignment for MDIX and TIA568B .....                                                                                  | 160 |
| H.2.10                | Signal and pin assignment for MDIX and TIA568A .....                                                                                  | 161 |
| H.2.11                | Straight through cord set with IEC 63171-6 connectors .....                                                                           | 161 |
| Annex I (informative) | Guidance for terminating cable ends .....                                                                                             | 162 |
| I.1                   | General .....                                                                                                                         | 162 |
| I.2                   | Guidance for terminating shielded twisted pair cable ends for 8-way modular<br>plugs .....                                            | 162 |
| I.3                   | Guidance for terminating unshielded twisted pair cable ends for 8-way<br>modular plugs .....                                          | 164 |
| I.4                   | Guidance for M12 connector installation .....                                                                                         | 165 |
| I.5                   | Guidance for terminating optical fibre cable ends .....                                                                               | 168 |
| Annex J (informative) | Recommendations for bulkhead connection performance and<br>channel performance with more than 4 connections in a 4-pair channel ..... | 169 |
| J.1                   | General .....                                                                                                                         | 169 |
| J.2                   | Recommendations .....                                                                                                                 | 169 |
| Annex K (informative) | Fieldbus data transfer testing .....                                                                                                  | 170 |
| K.1                   | Background .....                                                                                                                      | 170 |
| K.2                   | Allowable error rates for control systems .....                                                                                       | 170 |
| K.2.1                 | Bit errors .....                                                                                                                      | 170 |
| K.2.2                 | Burst errors .....                                                                                                                    | 170 |
| K.3                   | Testing channel performance .....                                                                                                     | 171 |
| K.4                   | Testing cable parameters .....                                                                                                        | 171 |
| K.4.1                 | General .....                                                                                                                         | 171 |

|                       |                                                                                                                         |     |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| K.4.2                 | Generic cabling testing .....                                                                                           | 171 |
| K.4.3                 | Fieldbus cabling testing .....                                                                                          | 171 |
| K.5                   | Testing fieldbus data rate performance .....                                                                            | 172 |
| K.5.1                 | General .....                                                                                                           | 172 |
| K.5.2                 | Fieldbus test.....                                                                                                      | 172 |
| K.5.3                 | Planning for fieldbus data rate testing.....                                                                            | 172 |
| K.5.4                 | Fieldbus data rate test reporting template.....                                                                         | 173 |
| K.5.5                 | Values for acceptable fieldbus performance.....                                                                         | 173 |
| Annex L (informative) | Communication network installation work responsibility .....                                                            | 174 |
| L.1                   | General.....                                                                                                            | 174 |
| L.2                   | Installation work responsibility .....                                                                                  | 174 |
| L.3                   | Installation work responsibility table.....                                                                             | 174 |
| Annex M (informative) | Trade names of communication profiles .....                                                                             | 175 |
| Annex N (informative) | Validation measurements .....                                                                                           | 178 |
| N.1                   | General.....                                                                                                            | 178 |
| N.2                   | DCR measurements.....                                                                                                   | 178 |
| N.2.1                 | Purpose of test .....                                                                                                   | 178 |
| N.2.2                 | Assumptions .....                                                                                                       | 178 |
| N.2.3                 | Measurements .....                                                                                                      | 178 |
| N.2.4                 | Calculations.....                                                                                                       | 180 |
| N.2.5                 | Measurement results .....                                                                                               | 180 |
| Annex O (informative) | End-to-end link .....                                                                                                   | 184 |
| O.1                   | General.....                                                                                                            | 184 |
| O.2                   | End-to-end link .....                                                                                                   | 184 |
| O.3                   | E2E link normative description.....                                                                                     | 185 |
| O.4                   | E2E link measurement .....                                                                                              | 187 |
| Annex P (normative)   | Temperature rise of cabling with remote powering.....                                                                   | 188 |
| P.1                   | General.....                                                                                                            | 188 |
| P.2                   | Scope .....                                                                                                             | 188 |
| P.3                   | Temperature de-rating calculation.....                                                                                  | 188 |
| Annex Q (normative)   | Additional requirements for the installation of Ethernet-based<br>balanced 1-pair networks in industrial premises ..... | 190 |
| Q.1                   | Overview.....                                                                                                           | 190 |
| Q.2                   | Installation planning.....                                                                                              | 190 |
| Q.2.1                 | General .....                                                                                                           | 190 |
| Q.2.2                 | Basic balanced 1-pair network characteristics.....                                                                      | 190 |
| Q.2.3                 | Balanced 1-pair cables .....                                                                                            | 191 |
| Q.2.4                 | Balanced 1-pair connecting hardware .....                                                                               | 191 |
| Q.2.5                 | Balanced 1-pair cabling channels .....                                                                                  | 193 |
| Q.2.6                 | Remote powering.....                                                                                                    | 194 |
| Q.2.7                 | Reuse of legacy cabling.....                                                                                            | 194 |
| Q.3                   | Installation implementation.....                                                                                        | 195 |
| Q.3.1                 | General .....                                                                                                           | 195 |
| Q.3.2                 | Additional installation implementation .....                                                                            | 195 |
| Q.4                   | Installation verification and installation acceptance test .....                                                        | 195 |
| Q.4.1                 | General .....                                                                                                           | 195 |
| Q.4.2                 | Additional installation verification and acceptance test.....                                                           | 195 |
| Bibliography          | .....                                                                                                                   | 196 |

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 – Industrial network installation life cycle .....                                               | 15 |
| Figure 2 – Standards relationships .....                                                                  | 16 |
| Figure 3 – Automation island cabling attached to elements of generic cabling .....                        | 37 |
| Figure 4 – Automation islands .....                                                                       | 38 |
| Figure 5 – Automation island network external connections .....                                           | 39 |
| Figure 6 – How to meet environmental conditions .....                                                     | 42 |
| Figure 7 – How enhancement, isolation and separation work together .....                                  | 43 |
| Figure 8 – Basic physical topologies for passive networks .....                                           | 44 |
| Figure 9 – Basic physical topologies for active networks .....                                            | 44 |
| Figure 10 – Example of combination of basic topologies .....                                              | 44 |
| Figure 11 – Basic reference implementation model .....                                                    | 55 |
| Figure 12 – Enhanced reference implementation model .....                                                 | 56 |
| Figure 13 – Equalisation and earthing conductor cross-sectional versus maximum length .....               | 63 |
| Figure 14 – Selection of the earthing and bonding systems .....                                           | 64 |
| Figure 15 – Placement of equalisation conductors .....                                                    | 66 |
| Figure 16 – Impedance of the earthing conductors and equalisation conductors versus noise frequency ..... | 67 |
| Figure 17 – Wiring for bonding and earthing in a mesh configuration .....                                 | 68 |
| Figure 18 – Wiring of the earths in a star earthing configuration .....                                   | 69 |
| Figure 19 – Schematic diagram of a field device with direct earthing .....                                | 70 |
| Figure 20 – Schematic diagram of a field device with parallel RC circuit earthing .....                   | 70 |
| Figure 21 – Insert edge protector .....                                                                   | 79 |
| Figure 22 – Use an uncoiling device and avoid forming loop .....                                          | 80 |
| Figure 23 – Avoid torsion .....                                                                           | 80 |
| Figure 24 – Maintain minimum bending radius .....                                                         | 81 |
| Figure 25 – Do not pull by the individual wires .....                                                     | 81 |
| Figure 26 – Use cable clamps with a large (wide) surface .....                                            | 81 |
| Figure 27 – Cable gland with bending protection .....                                                     | 82 |
| Figure 28 – Spiral tube .....                                                                             | 82 |
| Figure 29 – Separate cable pathways .....                                                                 | 85 |
| Figure 30 – Impedance of the earthing circuit as a function of distance from the metallic pathway .....   | 88 |
| Figure 31 – Use of flexible bonding straps at movable metallic pathways .....                             | 89 |
| Figure 32 – Surface preparation for earthing and bonding electromechanical connections .....              | 90 |
| Figure 33 – Example of isolated bus bar .....                                                             | 91 |
| Figure 34 – Example of isolator for mounting DIN rails .....                                              | 92 |
| Figure 35 – Parallel RC shield earthing .....                                                             | 92 |
| Figure 36 – Direct shield earthing .....                                                                  | 93 |
| Figure 37 – Examples for shielding application .....                                                      | 93 |
| Figure 38 – Voltage offset mitigation .....                                                               | 94 |
| Figure 39 – First example of derivatives of shield earthing .....                                         | 94 |
| Figure 40 – Second example of derivatives of shield earthing .....                                        | 94 |

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 41 – Installation verification process .....                                                                                                                | 97  |
| Figure 42 – Test of earthing connections .....                                                                                                                     | 98  |
| Figure 43 – Pin and pair grouping assignments for two eight position IEC 60603-7<br>subparts and four position IEC 60603 series to IEC 61076-2-101 connectors..... | 101 |
| Figure 44 – Two pair 8-way modular connector .....                                                                                                                 | 101 |
| Figure 45 – Transposed pairs, split pairs and reversed pair .....                                                                                                  | 101 |
| Figure 46 – Validation process.....                                                                                                                                | 103 |
| Figure 47 – Schematic representation of the channel.....                                                                                                           | 104 |
| Figure 48 – Schematic representation of the permanent link .....                                                                                                   | 104 |
| Figure 49 – Schematic representation of an E2E link .....                                                                                                          | 105 |
| Figure 50 – Communication network maintenance .....                                                                                                                | 113 |
| Figure 51 – Troubleshooting procedure.....                                                                                                                         | 118 |
| Figure 52 – Fault detection without special tools .....                                                                                                            | 119 |
| Figure B.1 – MICE classifications.....                                                                                                                             | 121 |
| Figure B.2 – Example MICE classifications within a facility .....                                                                                                  | 122 |
| Figure B.3 – Enhancement, isolation and separation.....                                                                                                            | 122 |
| Figure B.4 – Example 1 of mitigation.....                                                                                                                          | 123 |
| Figure B.5 – Example 2 of mitigation.....                                                                                                                          | 124 |
| Figure B.6 – Frequency range of electromagnetic disturbance from common industrial<br>devices .....                                                                | 124 |
| Figure B.7 – Example of a general guidance for separation versus EFT value.....                                                                                    | 126 |
| Figure B.8 – Communication device interface with limited EMI immunity .....                                                                                        | 129 |
| Figure B.9 – Communication device interfaces with medium EMI immunity .....                                                                                        | 129 |
| Figure B.10 – Communication device interface with the highest EMI immunity (type 2) .....                                                                          | 130 |
| Figure E.1 – Four-wire power network (TN-C).....                                                                                                                   | 147 |
| Figure E.2 – Five wire power network (TN-S).....                                                                                                                   | 148 |
| Figure H.1 – Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors.....                                                                                        | 155 |
| Figure H.2 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 8 poles .....                                                                               | 156 |
| Figure H.3 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 4 poles .....                                                                               | 157 |
| Figure H.4 – M12-8 X-coding connector .....                                                                                                                        | 159 |
| Figure I.1 – Stripping the cable jacket.....                                                                                                                       | 162 |
| Figure I.2 – Example of wire preparation for type A cables.....                                                                                                    | 163 |
| Figure I.3 – 8-way modular plug.....                                                                                                                               | 163 |
| Figure I.4 – Inserting the cable into the connector body .....                                                                                                     | 164 |
| Figure I.5 – Crimping the connector .....                                                                                                                          | 164 |
| Figure I.6 – Example of a cable preparation for type A wiring.....                                                                                                 | 165 |
| Figure I.7 – Connector components .....                                                                                                                            | 166 |
| Figure I.8 – Cable preparation .....                                                                                                                               | 166 |
| Figure I.9 – Connector wire gland, nut and shell on the cable .....                                                                                                | 166 |
| Figure I.10 – Conductors preparation.....                                                                                                                          | 166 |
| Figure I.11 – Jacket removal.....                                                                                                                                  | 167 |
| Figure I.12 – Shield preparation.....                                                                                                                              | 167 |
| Figure I.13 – Conductors preparation.....                                                                                                                          | 167 |
| Figure I.14 – Installing conductors in connector .....                                                                                                             | 167 |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure I.15 – Assembling the body of the connector .....                                  | 168 |
| Figure I.16 – Final assembling .....                                                      | 168 |
| Figure N.1 – Loop resistance measurement wire to wire .....                               | 179 |
| Figure N.2 – Loop resistance measurement wire 1 to shield .....                           | 179 |
| Figure N.3 – Loop resistance measurement wire 2 to shield .....                           | 179 |
| Figure N.4 – Resistance measurement for detecting wire shorts .....                       | 179 |
| Figure N.5 – Resistance measurement between wire 1 and wire 2 .....                       | 180 |
| Figure N.6 – Validation of the cable DCR .....                                            | 181 |
| Figure N.7 – Conclusions for cable open or shorts .....                                   | 182 |
| Figure N.8 – Determination of proper cable terminator value .....                         | 183 |
| Figure O.1 – Channel according to ISO/IEC 11801 .....                                     | 184 |
| Figure O.2 – End-to-end link .....                                                        | 185 |
| Figure O.3 – One segment, two Connection E2E link .....                                   | 185 |
| Figure O.4 – Two Segment, three Connection E2E link .....                                 | 185 |
| Figure O.5 – Three Segment, one Connection bulkheads, four Connection E2E link .....      | 186 |
| Figure O.6 – Three Segment, two Connection, six Connection E2E link .....                 | 186 |
| Figure O.7 – Three Segment, four Connection E2E link .....                                | 186 |
| Figure O.8 – Four Segment, five Connection E2E link .....                                 | 186 |
| Figure O.9 – Five Segment, six Connection E2E link .....                                  | 186 |
| Figure Q.1 – Balanced 1-pair network .....                                                | 190 |
| Figure Q.2 – IP65/IP67 IEC 63171-6 connectors .....                                       | 192 |
| Figure Q.3 – Mating parts of the IEC 63171-6 connectors .....                             | 192 |
| Figure Q.4 – Balanced 1-pair channel model with 40 m max length .....                     | 193 |
| Figure Q.5 – Balanced 1-pair channel model with 1 000 m max length .....                  | 193 |
| Figure Q.6 – Additional mitigation for remote powering over balanced 1-pair network ..... | 194 |
| Figure Q.7 – Balanced 1-pair wire mapping .....                                           | 195 |
| Table 1 – Basic network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet .....  | 46  |
| Table 2 – Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet .....            | 46  |
| Table 3 – Network characteristics for optical fibre cabling .....                         | 47  |
| Table 4 – Information relevant to copper cable: fixed cables .....                        | 49  |
| Table 5 – Information relevant to copper cable: cords .....                               | 49  |
| Table 6 – Information relevant to optical fibre cables .....                              | 50  |
| Table 7 – Connectors for balanced cabling CPs based on Ethernet .....                     | 52  |
| Table 8 – Connectors for copper cabling CPs not based on Ethernet .....                   | 53  |
| Table 9 – Optical fibre connecting hardware .....                                         | 53  |
| Table 10 – Relationship between FOC and fibre types (CP x/y) .....                        | 53  |
| Table 11 – Basic reference implementation formulas .....                                  | 55  |
| Table 12 – Enhanced reference implementation formulas .....                               | 57  |
| Table 13 – Correction factor Z for operating temperature above 20 °C .....                | 57  |
| Table 14 – Equalisation and earthing conductor sizing and length .....                    | 65  |
| Table 15 – Bonding straps cross-section .....                                             | 65  |
| Table 16 – Bonding plates surface protection .....                                        | 65  |



|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Table 17 – Cable circuit types and minimum distances .....                                                      | 75  |
| Table 18 – Parameters for balanced cables .....                                                                 | 78  |
| Table 19 – Parameters for silica optical fibre cables .....                                                     | 78  |
| Table 20 – Parameters for POF optical fibre cables .....                                                        | 78  |
| Table 21 – Parameters for hard clad silica optical fibre cables .....                                           | 79  |
| Table 22 – Typical problems in a network with balanced cabling .....                                            | 116 |
| Table 23 – Typical problems in a network with optical fibre cabling .....                                       | 116 |
| Table B.1 – Example 1 of targeted MICE area .....                                                               | 123 |
| Table B.2 – Example 2 of targeted MICE area .....                                                               | 123 |
| Table B.3 – Relationship between electromagnetic disturbance-generating devices and<br>“E” classification ..... | 125 |
| Table B.4 – Coupling mechanism for some interfering devices .....                                               | 126 |
| Table B.5 – MICE definition .....                                                                               | 127 |
| Table B.6 – EMI resistance of industrial applications .....                                                     | 130 |
| Table D.1 – Conventions for colour code used in the connector table .....                                       | 133 |
| Table D.2 – Pin/pair assignment and colour scheme .....                                                         | 135 |
| Table D.3 – 8-way modular connector .....                                                                       | 135 |
| Table D.4 – M12-4 A-coding connector .....                                                                      | 137 |
| Table D.5 – M12-4 D-coding connector .....                                                                      | 138 |
| Table D.6 – M12-5 A-coding connector .....                                                                      | 139 |
| Table D.7 – M12-5 B-coding connector .....                                                                      | 140 |
| Table D.8 – SubD connector .....                                                                                | 141 |
| Table D.9 – 7/8-16 UN-2B THD / M18 connector .....                                                              | 142 |
| Table D.10 – Open style connector .....                                                                         | 143 |
| Table D.11 – M12-8 X-coding connector .....                                                                     | 144 |
| Table D.12 – BNC connector .....                                                                                | 145 |
| Table D.13 – TNC connector .....                                                                                | 146 |
| Table F.1 – American wire gauge system and kcmil .....                                                          | 149 |
| Table G.1 – Copper cabling verification checklist .....                                                         | 151 |
| Table G.2 – Earthing and bonding measurements checklist .....                                                   | 152 |
| Table G.3 – Signatures for Table G.1 and Table G.2 checklists .....                                             | 152 |
| Table G.4 – Checklist for special checks for non-Ethernet base CPs .....                                        | 153 |
| Table G.5 – Signatures for Table G.4 checklist .....                                                            | 153 |
| Table G.6 – Optical fibre cabling verification checklist .....                                                  | 154 |
| Table G.7 – Signatures for Table G.6 checklist .....                                                            | 154 |
| Table H.1 – M12-4 D-coding pin/pair assignment .....                                                            | 156 |
| Table H.2 – M12-4 D-coding to M12-4 D-coding crossover pin/pair assignment .....                                | 156 |
| Table H.3 – 8-way modular pin/pair assignment .....                                                             | 157 |
| Table H.4 – 8-way modular crossover pin/pair assignment .....                                                   | 158 |
| Table H.5 – Connectivity pin assignment .....                                                                   | 158 |
| Table H.6 – M12-4 to 8-way modular crossover pin pair assignment .....                                          | 159 |
| Table H.7 – Assignment of PMA signal to MDI and MDI-X pin outs .....                                            | 159 |
| Table H.8 – Signal and pin/pair assignment for MDI and TIA 568B .....                                           | 160 |



|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Table H.9 – Signal and pin/pair assignment for MDI and T568A .....                   | 160 |
| Table H.10 – Signal and pin/pair assignment for MDIX and T568B .....                 | 161 |
| Table H.11 – Signal and pin/pair assignment for MDIX and T568A .....                 | 161 |
| Table J.1 – Transmission requirements for more than 4 connections in a channel ..... | 169 |
| Table M.1 – Trade names of CPFs and CPs .....                                        | 175 |
| Table P.1 – Parameters used to calculate the temperature derating .....              | 189 |
| Table Q.1 – Basic balanced 1-pair network characteristics .....                      | 191 |
| Table Q.2 – IEC 63171-6 colour code and signal assignment .....                      | 192 |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –

### Installation of communication networks in industrial premises

#### FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

**This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.**

**IEC 61918 edition 4.1 contains the fourth edition (2018-09) [documents 65C/928/FDIS and 65C/933/RVD] and its amendment 1 (2022-03) [documents 65C/1141/FDIS and 65C/1162/RVD].**

**This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.**

International Standard IEC 61918 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This fourth edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) the reference to ISO/IEC 24702 has been replaced with reference to the new ISO/IEC 11801-3; this affects Table 2;
- b) some terms and abbreviated terms have been modified in Clause 3;
- c) Subclauses 4.1.2, 4.4.2.5, 4.4.3.4.1 and 5.7 have been updated;
- d) Figure 2 and Figure 3 have been updated; Figure 13, Figure 16, Figure 30 and Figure 49 have been added;
- e) Table 7 has been updated;
- f) Annex D and Annex M have been extended to cover additional communication profile families; Annex H has been extended to cover the M12-8 X-coding connector use;
- g) Annex O has been modified by including references to the new edition of the ISO/IEC 11801 series, ISO/IEC TR 11801-9902 and ISO/IEC 14763-4;
- h) Annex P has been added.

This standard is to be used in conjunction with the IEC 61784-5 series with regard to the installation of communication profiles (CPs).

Those standards of the IEC 61784-5 series which are still specified for use in conjunction with IEC 61918:2013 can also be used in conjunction with this edition, provided that the user takes into account the fact that the reference to ISO/IEC 24702 has been replaced with a reference to ISO/IEC 11801-3:2017.

NOTE This solution applies for the installation profiles that are affected only by this modified reference.

This standard is referenced by ISO/IEC 14763-2, which covers installation of generic cabling outside the automation islands in industrial premises.

This standard was developed in cooperation with ISO/IEC JTC1/SC25 which is responsible for the ISO/IEC 11801 series.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

## INTRODUCTION

Process and factory automation rely increasingly on communication networks and fieldbuses that are inherently designed to cope with the specific environmental conditions of the industrial premises. The networks and fieldbuses provide for an effective integration of applications among the several functional units of the plant/factory. One of the benefits of integrating field-generated data with higher-level management systems is to reduce production costs. At the same time, integrated data helps to maintain or even increase the quantity and quality of production. A correct network installation is an important prerequisite for communications availability, reliability, and performance. This requires proper consideration of safety and security conditions and environmental aspects such as mechanical, liquid, particulate, climatic, chemicals and electromagnetic interference.

The specifications of these communication networks are provided in the following documents.

ISO/IEC 11801-3 specifies design of generic telecommunications infrastructures within industrial premises and provides the foundations for some of the transmission performance specifications of this document. ISO/IEC 11801-3 specifies only the raw bandwidth capability of a channel; it does not specify useful data transfer rate for a specific network using that channel or expected errors after taking account of interference during the communication process, as is needed for industrial automation.

The IEC 61158 fieldbus standard and IEC 62026-3 and their companion standard IEC 61784-1 and IEC 61784-2 jointly specify several Communication Profiles (CPs) suitable for industrial automation. These CPs specify a raw bandwidth capability and in addition, they specify bit modulation and encoding rules for their fieldbus. Some profiles also specify target levels for useful data transfer rate, and maximum values for errors caused by interference during the communication process.

This document provides a common point of reference for the installation of the media of most used industrial communication networks for most industrial sites.

This document provides a consistent set of installation rules for industrial automation islands where control applications reside. In addition, it offers support for the definition and installation of the interfaces between automation island networks and generic cabling.

One of the problems it seeks to solve is the situation created when different parts of a large automation site are provided by suppliers that use non-homogeneous installation guidelines having different structures and contents. This lack of consistency greatly increases the potential for errors and mismatch situations liable to compromise the communication system.

This document was developed by harmonising the approaches of several user groups and industrial consortia.

The document covers the life cycle of an installation in the following clauses (see the map of the document in Figure 1):

- Clause 4: Installation planning;
- Clause 5: Installation implementation;
- Clause 6: Installation verification and acceptance test;
- Clause 7: Installation administration;
- Clause 8: Installation maintenance and installation troubleshooting.

The methods described in these clauses are written in such a way as to provide installation guidance for a wide range of technician skills.

## IEC 61918 Installation lifecycle

V2.0 /REL

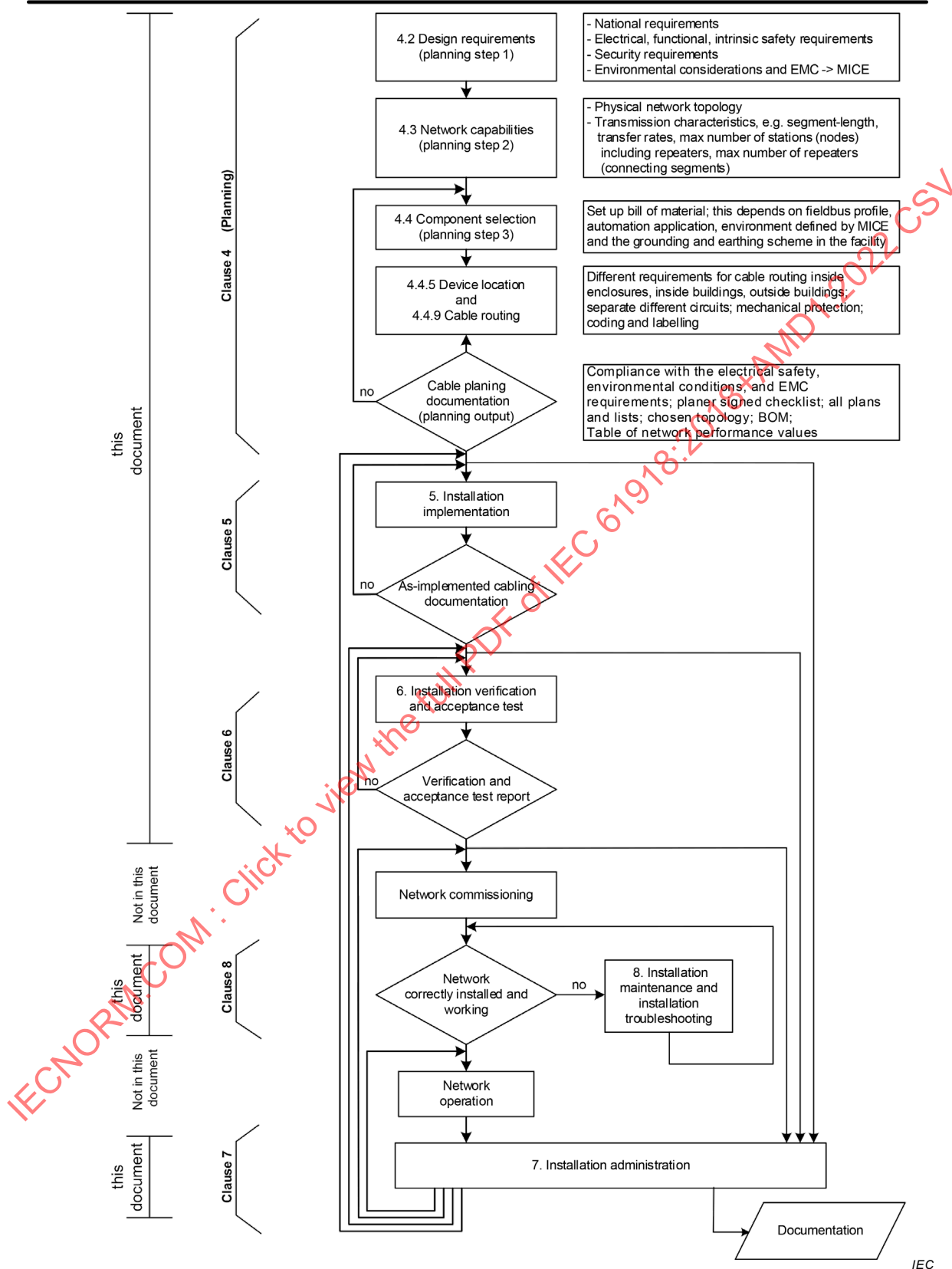


Figure 1 – Industrial network installation life cycle

The installation of a communication system is supported by this document used in conjunction with the relevant installation profile. The installation profile establishes the technology-specific

requirements in terms of which requirements apply as they are in this document, or which have been extended, modified, or replaced.

For the fieldbuses that are defined in the IEC 61784 (all parts) as communication profiles (CPs) of the communication profile families (CPF), the installation is specified in the installation profiles that are available in the IEC 61784-5-n documents, where n is the CPF number.

IEC 61158-1 describes the relationship between the fieldbus and the CPs and the relevant installation profiles (see Figure 2).

Those documents of IEC 61784-5 (all parts) that are still specified for use in conjunction with IEC 61918:2013 can also be used in conjunction with this edition 2018, provided that the user takes into account the fact that the reference to ISO/IEC 24702 has been replaced with a reference to ISO/IEC 11801-3:2017.

NOTE This solution applies for the Installation profiles that are affected only by this modified reference

For the installation of generic cabling in industrial premises, IEC 61918 is referenced to by ISO/IEC 14763-2 (see Figure 2).

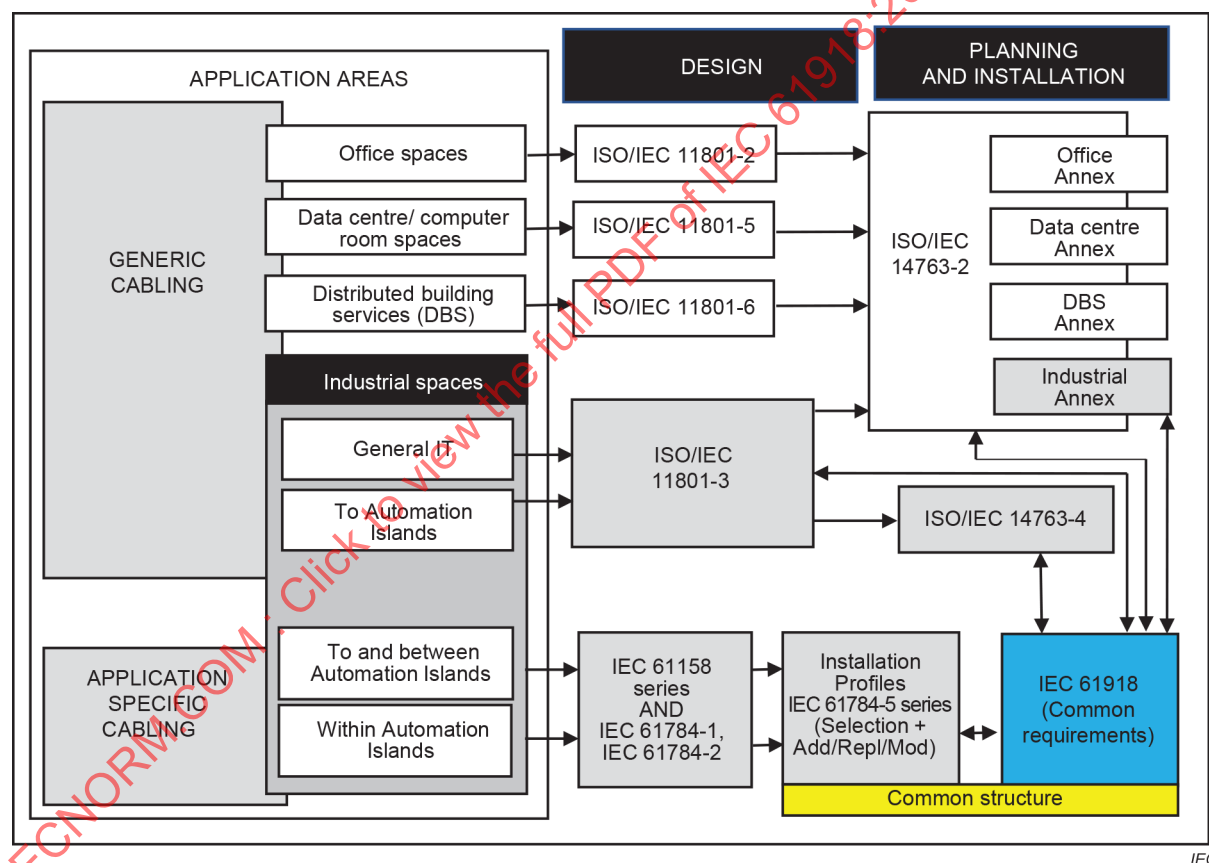


**Figure 2 – Standards relationships**

One of the advantages of this structure is that the users of a network know which installation requirements are common to most networks and which are specific to a particular network.

Every single plant/factory has its own installation needs in accordance with the specific critical conditions that apply to the specific application. This document and its companion standards described above provide a set of mandatory installation requirements ("shalls") and a number of recommendations ("shoulds"). It is up to the owner of the specific industrial enterprise to explicitly request that the cabling installation be implemented in accordance with these

standards and to list all recommendations that shall be considered as mandatory requirements for the specific case.

## INTRODUCTION to Amendment 1

This Amendment 1 describes the installation in the critical environment of industrial premises of balanced 1-pair networks that use cabling in connection with Ethernet specified in 1000BASE-T1 type A, which allows bidirectional signal transmission at 1 000 Mbit/s up to 15 m, 1000BASE-T1 type B for 1 000 Mbit/s up to 40 m, 100BASE-T1 for 100 Mbit/s up to 15 m, 10BASE-T1S for 10 Mbit/s up to 15 m, 10BASE-T1L for 10 Mbit/s up to 1 000 m.

These balanced 1-pair networks use the industrial versions of 1 000 Mbit/s and 100 Mbit/s ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, and 10 Mbit/s IEEE Std 802.3cg networks.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –

### Installation of communication networks in industrial premises

#### 1 Scope

This document specifies basic requirements for the installation of media for communication networks within and between the automation islands, of industrial sites. This document covers balanced and optical fibre cabling. It also covers the cabling infrastructure for wireless media, but not the wireless media itself. Additional media are covered in IEC 61784-5 (all parts).

This document is a companion standard to the communication networks of the industrial automation islands and especially to the communication networks specified in IEC 61158 (all parts) and IEC 61784 (all parts).

In addition, this document covers the connection between the generic telecommunications cabling specified in ISO/IEC 11801-3 and the specific communication cabling of an automation island, where an automation outlet (AO) replaces the telecommunication outlet (TO) of ISO/IEC 11801-3.

NOTE If the interface used at the AO does not conform to that specified for the TO of ISO/IEC 11801-3, the cabling no longer conforms to ISO/IEC 11801-3 although certain features, including performance, of generic cabling may be retained.

This document provides guidelines that cope with the critical aspects of the industrial automation area (safety, security and environmental aspects such as mechanical, liquid, particulate, climatic, chemicals and electromagnetic interference).

This document does not recognise implementations of power distribution with or through Ethernet balanced cabling systems.

This document deals with the roles of planner, installer, verifier, and acceptance test personnel, administration and maintenance personnel and specifies the relevant responsibilities and/or gives guidance.

#### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-44, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60364-5-54, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*



IEC 60512-29-100, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 29-100: Signal integrity tests up to 500 MHz on M12 style connectors – Tests 29a to 29g*

IEC 60603 (all parts), *Connectors for electronic equipment*

IEC 60603-7 (all parts), *Connectors for electronic equipment – Part 7: Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors*

IEC 60757, *Code for designation of colours*

IEC 60793 (all parts), *Optical fibres*

IEC 60793-2-10, *Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres*

IEC 60794 (all parts), *Optical fibre cables*

IEC 60807-2, *Rectangular connectors for frequencies below 3 MHz – Part 2: Detail specification for a range of connectors, with assessed quality, with trapezoidal shaped metal shells and round contacts – Fixed solder contact types*

IEC 60807-3, *Rectangular connectors for frequencies below 3 MHz – Part 3: Detail specification for a range of connectors with trapezoidal shaped metal shells and round contacts – Removable crimp contact types with closed crimp barrels, rear insertion/rear extraction*

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61010-2-201, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-201: Particular requirements for control equipment*

IEC 61010-2-203:—<sup>1</sup>, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-203: Particular requirements for industrial communication circuits and communication port interconnection*

IEC 61076-2-101, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Circular connectors – Detail specification for M12 connectors with screw-locking*

IEC 61076-2-109, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-109: Circular connectors – Detail specification for connectors with M 12 x 1 screw-locking, for data transmission frequencies up to 500 MHz*

---

<sup>1</sup> Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/ACDV 61010-2-203:2021.

IEC 61076-3-106, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-106: Rectangular connectors – Detail specification for protective housings for use with 8-way shielded and unshielded connectors for industrial environments incorporating the IEC 60603-7 series interface*

IEC 61076-3-117, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-117: Rectangular connectors – Detail specification for protective housings for use with 8-way shielded and unshielded connectors for industrial environments incorporating the IEC 60603-7 series interface – Variant 14 related to IEC 61076-3-106 – Push-pull coupling*

IEC 61156 (all parts), *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications*

IEC 61156-1, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1: Generic specification*

IEC 61156-11, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 11: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 600 MHz – Horizontal floor wiring – Sectional specification*

IEC 61156-12, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 12: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 600 MHz – Work area wiring – Sectional specification*

IEC 61158 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*

IEC 61158-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

IEC 61169-8, *Radio-frequency connectors – Part 8: Sectional specification – RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,256 in) with bayonet lock – Characteristic impedance 50 ohms (type BNC)*

IEC 61753 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components performance standard*

IEC 61753-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components performance standard – Part 1: General and guidance for performance standards*

IEC 61753-1-3, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 1-3: General and guidance for single-mode fibre optic connector and cable assembly for industrial environment, Category I*

IEC 61754-2, *Fibre optic connector interfaces – Part 2: Type BFOC/2,5 connector family*

IEC 61754-4, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 4: Type SC connector family*

IEC 61754-20, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 20: Type LC connector family*

IEC 61754-22, *Fibre optic connector interfaces – Part 22: Type F-SMA connector family*

IEC 61754-24, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 24: Type SC-RJ connector family*

IEC 61784 (all parts), *Industrial communication networks – Profiles*

IEC 61784-1:—, *Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*<sup>2</sup>

IEC 61784-2:—, *Industrial communication networks – Profiles – Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3*<sup>3</sup>

IEC 61784-3 (all parts), *Industrial communication networks – Profiles – Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions*

IEC 61784-5 (all parts), *Industrial communication networks – Profiles – Part 5: Installation of fieldbuses*

IEC 61935-1:2019, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 1: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801-1 and related standards*

IEC 61935-1-1:2019, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 1-1: Additional requirements for the measurement of transverse conversion loss and equal level transverse conversion transfer loss*

IEC 61935-2, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 2: Cords as specified in ISO/IEC 11801 and related standards*

IEC 62439 (all parts), *Industrial communication networks – High availability automation networks*

IEC 62443 (all parts), *Security for industrial automation and control systems*<sup>4</sup>

IEC 62708, *Documents kinds for electrical and instrumentation projects in the process industry*

IEC 63171-6, *Connectors for electrical and electronic equipment – Part 6: Detail specification for 2-way and 4-way (data/power) shielded, free and fixed connectors for power and data transmission with frequencies up to 600 MHz*

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, *Telecommunications and exchange between information technology systems – Requirements for local and metropolitan area networks – Part 3: Standard for Ethernet*

ISO/IEC 11801 (all parts), *Information technology – Generic cabling for customer premises*

ISO/IEC 11801-1:2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1: General requirements*

ISO/IEC 11801-3:2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 3: Industrial premises*

ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021

ISO/IEC TR 11801-9902:2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 9902: Specifications for End-to-end link configurations*

---

<sup>2</sup> Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/FDIS 61784-1:2018

<sup>3</sup> Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/FDIS 61784-2:2018.

<sup>4</sup> Check <http://webstore.iec.ch> for the published parts. Other parts are under consideration.

ISO/IEC 14763-2:2012, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation*

ISO/IEC 14763-2:2012/AMD1:2015<sup>5</sup>

ISO/IEC 14763-3:2014, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 3: Testing of optical fibre cabling*

ISO/IEC 14763-4:2018, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 4: Measurement of end-to-end (E2E)-Links*

ISO/IEC TS 29125:2017, *Information Technology – Telecommunications cabling requirements for remote powering of terminal equipment*

EN 50174-2, *Information technology – Cabling installation – Part 2: Installation planning and practices inside buildings*

EN 50310, *Application of Equipotential Bonding and Earthing in Buildings with Information Technology Equipment*

IEEE Std 802.3-2015, *IEEE Standard for Ethernet*, available at <http://www.ieee.org>

IEEE Std 802.3cg, *IEEE Standard for Ethernet – Amendment 5, Physical Layer Specifications and Management Parameters for 10 Mb/s Operation and Associated Power Delivery over a Single Balanced Pair of Conductors*

ANSI/(NFPA) T3.5.29 R1-2007, *Fluid power systems and components – Electrically-controlled industrial valves – Interface dimensions for electrical connectors*

### 3 Terms, definitions, and abbreviated terms

#### 3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61158 (all parts), IEC 61784 (all parts), ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, ISO/IEC 11801-1, and ISO/IEC 11801-3, some of which have been repeated here for convenience of the user, and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

##### 3.1.1 acceptance test

contractual test to prove to the customer that the installed cabling meets certain conditions of its specification

Note 1 to entry The network owner or a third party usually performs this action.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modified – "Item" has been changed to "installed cabling" and Note 1 to entry has been added]

<sup>5</sup> A consolidated version of this publication exists, comprising ISO/IEC 14763-2:2012 and ISO/IEC 614763-2:2012/AMD 1:2015.

### 3.1.2

#### **active network element**

network element containing electrically and/or optically active components that allows extension of the network

Note 1 to entry: Examples of active network elements are repeaters and switches.

### 3.1.3

#### **active network**

network in which data transmission between non-immediately-connected devices is dependent on active elements within those intervening devices that form the connection path

Note 1 to entry: A failure of an active network element can disrupt the network communications.

### 3.1.4

#### **administration**

methodology defining the documentation requirements of a cabling system and its containment, the labelling of functional elements and the process by which moves, additions and changes are recorded

### 3.1.5

#### **apparatus**

one or more pieces of equipment having specific and defined overall functions within industrial premises served by one or more network interfaces

Note 1 to entry: This definition applies only to IT equipment. It does not apply to devices that implement automation functions.

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017, 3.1.1, modified – Note 1 to entry has been added]

### 3.1.6

#### **automation island**

##### **AI**

premises where combination of all systems that control, monitor, and protect the process of a plant is installed

Note 1 to entry: A plant may contain one or more AIs. Examples of a plant that has more than one AI are: a plant that is divided in various distinct physical (geographical) areas, or a plant that is composed of several distinct processes, or a plant where a large process is divided in various distinct sub-processes.

### 3.1.7

#### **automation island attachment cabling**

##### **AI attachment cabling**

cabling used to connect the automation outlet (AO) to the network interface (NI) for the automation island

### 3.1.8

#### **automation island network**

network used for the communication within and among systems of an AI

### 3.1.9

#### **automation outlet**

##### **AO**

fixed connecting hardware which provides an interface to the network(s) of an automation island

Note 1 to entry: For generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3, the AO replaces the TO and is the demarcation point between the generic communications cabling and the automation communication cabling.

Note 2 to entry: Where the interface used at the AO does not conform to that specified for the TO of ISO/IEC 11801-3, the generic cabling no longer conforms to ISO/IEC 11801-3.

### 3.1.10

#### **balanced cable**

cable consisting of one or more metallic symmetrical cable elements (twisted pairs or quads)

Note 1 to entry: There is a great variety of shielded cable and unshielded cable construction and a number of systems to identify these constructions in a shortened form. See ISO/IEC 11801-1:2017, Annex D for acronyms to use.

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.12, modified – Note 1 to entry has been added]

### 3.1.11

#### **bonding**

act of connecting together exposed conductive parts and extraneous conductive parts of apparatus, systems, or installations that are at essentially the same potential

Note 1 to entry: For safety purposes, bonding generally involves (but not necessarily) a connection to the immediately adjacent earthing system.

[SOURCE: IEC TR 61000-5-2:1997, 3.1]

### 3.1.12

#### **bridge**

device, operating at the data link layer of the OSI model, used to connect two networks

### 3.1.13

#### **bulkhead**

wall or barrier which maintains the ingress and climatic environmental classifications applicable on either side

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017, 3.1.5]

### 3.1.14

#### **bulkhead connector**

connector assembly mounted to a bulkhead which provides electrical or optical signal pass-through while maintaining environmental integrity

### 3.1.15

#### **bulkhead connection**

one (or two) optical or electrical connection(s) within a bulkhead connector assembly

### 3.1.16

#### **bulkhead cable gland**

hardware at an enclosure bulkhead that provides cable passage for power or signals while maintaining environmental integrity

Note 1 to entry: This hardware has no electrical connections.

### 3.1.17

#### **bus**

passive network having a long trunk and a number of spurs where each spur is used to connect a device to the trunk

Note 1 to entry: In a bus, all the communicating devices share a common medium to transfer data.

### 3.1.18

#### **bus bar**

low-impedance conductor to which several electric circuits can be connected at separate points

Note 1 to entry: In many cases, the bus bar consists of a bar.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-30]

### **3.1.19**

#### **cable**

assembly of one or more conductors and/or optical fibres, with a protective covering and possibly filling, insulating and protective material

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-38]

### **3.1.20**

#### **cable gland**

installation hardware designed to permit the entry of a cable into an enclosure and which provides sealing and retention

[SOURCE: IEC 60670-1:2015, 3.10, modified – Definition has been adapted for all kinds of cables]

### **3.1.21**

#### **cabling**

system of communication cables, cords and connecting hardware that can support the connection of automation equipment

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.21, modified – A reference to automation equipment has been added]

### **3.1.22**

#### **channel**

end-to-end transmission path connecting any two pieces of application specific equipment

Note 1 to entry: Equipment cords are included in the channel, but not the connecting hardware into the application specific equipment.

Note 2 to entry: Channels specified in this document may only comprise passive components.

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.26, modified – Note 1 to entry and Note 2 to entry have been added]

### **3.1.23**

#### **condition-based (conditional) maintenance**

preventive activity performed on the basis of the documentation of the performance degradation of an item (as results of, for example, auto diagnostic or wear measurement)

Note 1 to entry: It is based on a proper visibility of performance degradation or intermittent failures.

### **3.1.24**

#### **connection (of conductors)**

intentional electric contact between conductors

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-07, modified – Text referring to conductors has been selected]

### **3.1.25**

#### **connection (of optical fibres)**

intentional alignment between optical fibres to allow light to pass through

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-07, modified – Text has been adapted to cover optical fibres.]



### 3.1.26

#### **connector**

<conductors> component providing conductor connection and disconnection

Note 1 to entry: The connector is the mated pair.

Note 2 to entry: A connector has one or more contact members.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-19, modified – The definition has been adapted and Note 1 to entry has been added]

### 3.1.27

#### **connector**

<optical fibres> component normally attached to an optical cable or piece of apparatus, for the purpose of providing optical interconnection/disconnection of optical fibres or cables

Note 1 to entry: The connector is the mated pair.

Note 2 to entry: The connector usually consists of two plugs mated together in an adaptor.

### 3.1.28

#### **cord**

cable, cable unit, or cable element, with a minimum of one termination

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.36]

### 3.1.29

#### **corrective maintenance**

maintenance carried out after a fault recognition and intended to put an item into a state in which it can perform a required function

[SOURCE: IEC 60050-191:1990<sup>6</sup>, 191-07-08]

### 3.1.30

#### **daisy chain**

bus where each passive network interface connects two trunk sections and provides a DC coupling between those sections

Note 1 to entry: One of the sections may be a bus terminator.

Note 2 to entry: With regard to the use of “daisy chain” term for active networks, see the definition given for linear topology.

### 3.1.31

#### **device**

physical entity connected to the fieldbus composed of communication element and possibly other functional elements

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.13, modified – Some details have been deleted.]

### 3.1.32

#### **distributor**

functional element enabling the termination and connection of cabling subsystems to other cabling subsystems or transmission equipment

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1: 2017, 3.1.41]

---

<sup>6</sup> Withdrawn.



### 3.1.33

**earth** (noun), en GB

**ground** (noun), en US

conductive mass of the Earth, whose electric potential at any point is conventionally taken as zero

[SOURCE: IEC 61131-2: 2017, 3.1.10]

### 3.1.34

**earth** (verb), en GB

**ground** (verb), en US

make an electric connection between a given point in a system or in an installation or in equipment and a local earth

Note 1 to entry: The connection to local earth may be intentional, or unintentional or accidental.

Note 2 to entry: The connection may be permanent or temporary.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-08]

### 3.1.35

**enclosure**

housing affording the type and degree of protection suitable for the intended application

[SOURCE: IEC 61131-2: 2017, 3.1.13]

### 3.1.36

**end-to-end link**

**E2E link**

end to end transmission path formed by structured cabling based on passive components including the portion of the end connection that is attached to the link and the portion of the end connection that is attached to the end equipment

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9902:2017, 3.1.1]

### 3.1.37

**equipotential bonding**

provision of electric connections between conductive parts, intended to achieve equipotentiality

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-10]

### 3.1.38

**equipotential bonding system**

interconnection of conductive parts providing equal potential between those parts

Note 1 to entry: If an equipotential bonding system is earthed, it forms part of an earthing arrangement.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-22]

### 3.1.39

**failure**

termination of the ability of an item to perform a required function

Note 1 to entry: After failure, the item has a fault.

Note 2 to entry: Failure is an event, as distinguished from fault, which is a state.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-04-01]

### 3.1.40

#### **fault**

state characterized by the inability to perform a required function, excluding the inability during preventive maintenance or other planned actions, or due to lack of external resources

Note 1 to entry: IEC 61508-4 defines fault as an abnormal condition that may cause a reduction in, or loss of, the capability of a functional unit to perform a required function.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-05-01, modified – Note 1 to entry has been changed and Note 2 to entry has been deleted]

### 3.1.41

#### **functional earth**, en GB

#### **functional ground**, en US

earthing point or points in a system or in an installation or in equipment, used for purposes other than electrical safety

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-13]

### 3.1.42

#### **high flex cable**

cable that can withstand high number of repeated flexes (usually millions of cycles) while maintaining the specified performance

### 3.1.43

#### **inactive metal part**

any non-current carrying metal that may be contacted by a person

### 3.1.44

#### **inspection**

taking measures for the observation and evaluation of the actual condition

### 3.1.45

#### **intermediate cable**

cable connecting the intermediate distributor to the telecommunication outlet

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017, 3.1.9]

### 3.1.46

#### **intermediate distributor**

distributor used to make connections between the intermediate cable, other cabling subsystems and active equipment

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017, 3.1.10]

### 3.1.47

#### **intermediate industrial distributor**

intermediate distributor used to make connections to and between automation islands and transmit critical process control, monitoring and automation data (PCMA) between them

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017, 3.1.11]

### 3.1.48

#### **jack**

part of the connector which mates with a plug

Note 1 to entry: This document uses the term jack to refer to a fixed connector.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-26-24, modified – Text has been adapted for automation applications and Note 1 to entry has been added]

### **3.1.49**

#### **jack-to-jack adaptor**

##### **J-J adaptor**

back-to-back jacks that have one type of jack on one side and another type of jack on the other side and do not are on an enclosure/environmental barrier

### **3.1.50**

#### **jack-to-jack coupler**

##### **J-J coupler**

back-to-back jacks that have the same type of jack on both sides and do not are on an enclosure/environmental barrier

### **3.1.51**

#### **linear topology**

topology where the nodes are connected in series, with two nodes connected to only one other node and all others each connected to two other nodes (that is, connected in the shape of a line)

Note 1 to entry: This topology corresponds to that of an open ring.

### **3.1.52**

#### **maintenance**

combination of all technical and corresponding administrative actions, including supervision actions, intended to retain an item in, or restore it to, a state in which it can perform a required function

Note 1 to entry: See "preventive maintenance", and "corrective maintenance", for a more detailed definition of maintenance.

Note 2 to entry: The required function may be defined as a stated condition.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-01, modified – "Administrative actions" has been replaced by "corresponding administrative actions" and the two notes to entry have been added]

### **3.1.53**

#### **maintenance intervention**

taking measures for retaining the specified condition

### **3.1.54**

#### **mean time between failures**

##### **MTBF**

expectation of the time between failures

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-12-08]

### **3.1.55**

#### **mean time to recovery**

##### **MTTR**

expectation of the time to restoration

Note 1 to entry: In IEC 60050-191:1990, 191-13-08, the use of "mean time to repair" (MTTR) is deprecated.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-13-08]

**3.1.56  
network**

all of the media, connectors, repeaters, routers, gateways and associated node communication elements by which a given set of communicating devices are interconnected

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.30]

**3.1.57  
node**

end-point of a branch in a network

**3.1.58  
passive network**

network in which data transmission is independent of active elements within the device attached to the network

Note 1 to entry: Failure of a device does not affect the propagation of information.

**3.1.59  
pathway**

cable route used to accommodate cables between termination points

Note 1 to entry: The cable route (e.g., conduit, ductwork, tray, or tube) is defined by a physical structure.

[SOURCE: ISO/IEC 14763-2:2012, 3.1.43, modified – The definition has been adapted and Note 1 to entry has been added.]

**3.1.60  
permanent link**

transmission path between distributors or between the telecommunications/automation outlet and the intermediate distributor

Note 1 to entry: It excludes apparatus attachment cords, equipment cords, patch cords and jumpers but includes the connection at each end.

Note 2 to entry: This is a modification to the definition of ISO/IEC 11801 in order to allow it be used for the CPs in accordance with IEC 61784-5 (all parts).

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.69, modified – The definition and Note 1 to entry have been adapted and Note 2 to entry has been added]

**3.1.61  
plug**

connector used to make connections to a jack

Note 1 to entry: This document uses the term plug to refer to a free connector.

**3.1.62  
preventive maintenance**

maintenance carried out at predetermined intervals or according to prescribed criteria and intended to reduce the probability of failure or the degradation of the functioning of an item

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-07]

**3.1.63  
protective earthing conductor**

protective conductor provided for protective earthing

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-11]

**3.1.64**

**quad**

cable element that comprises four insulated conductors twisted together

Note 1 to entry: Two diametrically facing conductors form a transmission pair also referred to as a side circuit.

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.75]

**3.1.65**

**RC earthing**

earthing via a parallel RC circuit

**3.1.66**

**recovery (of a high resilience item)**

event when an item regains its specified degree of communication performance and fault resilience after correction of a fault

Note 1 to entry: High availability networks provide resilience to enable acceptable communication to continue after one fault and possibly after multiple faults.

**3.1.67**

**repair**

take measures for the re-establishment of the specified condition

**3.1.68**

**repeater**

two-port active physical layer device that receives and retransmits all signals to increase the distance and number of devices for which signals can be correctly transferred for a given medium

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.38]

**3.1.69**

**resistance to earth**

real part of an impedance to earth

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-18]

**3.1.70**

**restoration**

state when a communication network regains its designed level of resilience redundancy

**3.1.71**

**ring**

active network where each node is connected in series to two other nodes

**3.1.72**

**scheduled maintenance**

preventive activity (time or number-of-actions directed) performed either on predefined schedule or on units of use (e.g. number of start-ups)

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-10, modified – The definition has been adapted and a reference to units of use has been added]

**3.1.73**

**segment**

trunk-cable section of a network that is terminated at both ends by its characteristic impedance

Note 1 to entry: Segments are linked by repeaters within a logical link and by bridges to form a network.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.39 modified – The definition and the note to entry have been adapted]

### 3.1.74

**shield (of a cable)**, en US

**screen (of a cable)**, en GB

surrounding metallic layer to confine the electromagnetic field within the cable and to protect the cable from external electrical influence

Note 1 to entry: Metallic sheaths, armours and earthed concentric conductors may also serve as a shield.

Note 2 to entry: For generic cabling in industrial premises, ISO/IEC 11801-3 uses the term screen instead of shield.

Note 3 to entry: See also Note 1 to entry of the balanced cable definition.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.41 modified – The definition has been adapted and the term screen has been added; Notes 2 and 3 to entry have been added]

### 3.1.75

**(optical fibre or electrical conductor) splice**

a permanent, or semi-permanent, joint whose purpose is to couple optical power between two optical fibres or to joint two electrical conductors

Note 1 to entry: Joining without connectors.

### 3.1.76

**spur**

branch-line (i.e. a link connected to a larger one at a point in its route) that is a final circuit

Note 1 to entry: The alternative term "drop cable" is used in IEC 61158.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.42]

### 3.1.77

**star**

network of three or more devices where all devices are connected to a central point (which may be active or passive)

### 3.1.78

**tap**

point of attachment from a node or spur to the trunk cable

Note 1 to entry: A tap provides easy removal of a node without disrupting the link.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.3.34]

### 3.1.79

**telecommunication outlet**

**TO**

fixed connecting device which provides an interface to the terminal equipment

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.80]

### 3.1.80

**terminator**

entity used to terminate a transmission line in its characteristic impedance to prevent reflections

Note 1 to entry: In some instances, the terminator may be embedded in an end device or in a connector.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.43, modified – The definition and Note 1 to entry have been modified]

### **3.1.81**

#### **(network) topology**

pattern of the relative positions and interconnections of the individual elements (of the network)

Note 1 to entry: The term topology is sometimes overloaded to include considerations of the delay, attenuation and physical media classes of the paths interconnecting network nodes.

[SOURCE: IEC 60050-131:2002, 131-13-02, modified – Text has been adapted for communication networks and a Note 1 to entry has been added]

### **3.1.82**

#### **troubleshooting**

locating the fault(s)

### **3.1.83**

#### **trunk**

main communication highway acting as a source of main supply to a number of other lines (spurs)

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.46]

### **3.1.84**

#### **validation**

part of the acceptance test that is solved with measurements

### **3.1.85**

#### **verification**

action to assess that an installation is in accordance with its specification

Note 1 to entry: The installer usually performs this action.

Note 2 to entry: This action usually covers verification of component correct selection, physical layout, communication earthing, isolation and continuity of network components.

### **3.1.86**

#### **wire map**

mapping of connector pin-to-pin terminations of a cable

### **3.1.87**

#### **balanced 1-pair cable**

cable consisting of a single pair of conductors, optional screen, and overall jacket, primarily intended for use in differential-mode signal transmission and power delivery applications

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.2]

### **3.1.88**

#### **balanced 1-pair cabling**

cabling composed of balanced 1-pair cables and balanced 1-pair connectors

### 3.1.89

#### **balanced 1-pair cabling channel**

transmission path between equipment constructed from balanced 1-pair cables, balanced 1-pair connectors and balanced 1-pair cable assemblies to facilitate signal and power delivery

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, 3.1.14]

### 3.1.90

#### **balanced 1-pair connector**

connector intended for use with balanced 1-pair cable in differential-mode signal transmission and power delivery applications

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.3]

### 3.1.91

#### **balanced 1-pair cord**

cable assembly constructed from a 1-pair cable and 1-pair connectors

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.4]

### 3.1.92

#### **edge distributor**

optional additional distributor to accommodate active equipment to allow transition from balanced 4-pair cabling to balanced 1-pair cabling

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, 3.1.15]

## 3.2 Abbreviated terms

For the purposes of this document, the following abbreviated terms apply.

|        |                                                                                   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| AC     | Alternating current                                                               |
| A.I.   | Action item                                                                       |
| AI     | Automation island                                                                 |
| AO     | Automation outlet                                                                 |
| AWG    | American Wire Gauge                                                               |
| BD     | Building distributor (ISO/IEC 11801-1)                                            |
| BER    | Bit error rate                                                                    |
| BFOC   | Bayonet fibre optic connector                                                     |
| BNC    | Bayonet Neill Concelman (connector for coaxial cable having a bayonet-type shell) |
| CBN    | Common bonding network                                                            |
| CP     | Communication profile (IEC 61784-1)                                               |
| CPF    | Communication profile family (IEC 61784-1)                                        |
| DC     | Direct current                                                                    |
| DCR    | Direct current resistance                                                         |
| ED     | edge distributor                                                                  |
| EFT    | Electrical fast transient                                                         |
| EFT/B  | Electrical fast transient / burst (IEC 61000-4-4)                                 |
| ELFEXT | Equal level far-end crosstalk                                                     |
| ELTCTL | Equal level transverse conversion transfer loss                                   |



|        |                                                                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EMC    | Electromagnetic compatibility (IEC 60050-161, 161-01-07)                                                     |
| EMI    | Electromagnetic interference (IEC 60050-161, 161-01-06)                                                      |
| ESD    | Electrical static discharge                                                                                  |
| E2E    | End-to-end                                                                                                   |
| FD     | Floor distributor (ISO/IEC 11801-1)                                                                          |
| FE     | Functional earth                                                                                             |
| ffs    | For further study                                                                                            |
| FI     | Fieldbus interface                                                                                           |
| FOC    | Fibre optical connector                                                                                      |
| F-SMA  | Fibre sub miniature version A (IEC 61754-22)                                                                 |
| HP     | Horse power                                                                                                  |
| ID     | Intermediate distributor                                                                                     |
| IDC    | Insulation displacement contact                                                                              |
| IID    | Industrial intermediate distributor                                                                          |
| IP     | International protection (IEC 60529)                                                                         |
| J-J    | Jack-to-jack                                                                                                 |
| kbit/s | One thousand bits per second                                                                                 |
| LC     | Optical fibre connector in accordance with IEC 61754-20                                                      |
| LV     | Low voltage                                                                                                  |
| Max.   | Maximum                                                                                                      |
| Mbit/s | Million bits per second                                                                                      |
| MD     | Machine distributor (ISO/IEC 11801-1)                                                                        |
| MDI    | Medium dependent interface (IEEE 803.2)                                                                      |
| MDIX   | Medium dependent crossover interface (IEEE 803.2)                                                            |
| MHV    | Medium high voltage                                                                                          |
| MICE   | Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical, Electromagnetic (ISO/IEC 11801-1)                                |
| Min.   | Minimum                                                                                                      |
| MTBF   | Mean time between failures                                                                                   |
| MTTR   | Mean time to repair (use deprecated in IEC 60050-191:1990, 191-13-08)<br>replaced with mean time to recovery |
| N      | Neutral                                                                                                      |
| NA     | Numerical aperture (IEC 60793 (all parts))                                                                   |
| na     | Not available                                                                                                |
| NEXT   | Near end crosstalk loss                                                                                      |
| NI     | Network interface (ISO/IEC 11801-3)                                                                          |
| No.    | Number                                                                                                       |
| OF     | Optical fibre                                                                                                |
| OMx    | Cabled multimode optical fibre category x; where x=1, 2, 3, 4                                                |
| OSx    | Cabled single mode optical fibre category x; where x=1, 1a, 2                                                |
| PE     | Protective earthing conductor (IEC 60050-195:1998, 195-02-11)                                                |
| PHY    | Physical layer                                                                                               |
| P&ID   | Pipe and instrumentation diagram                                                                             |

|          |                                                                  |
|----------|------------------------------------------------------------------|
| PMA      | Physical medium attachment (IEEE 803.2)                          |
| PoE      | Power over Ethernet                                              |
| POF      | Plastic optical fibre                                            |
| PSELFEXT | Power sum equal-level far-end crosstalk loss                     |
| RC       | Resistor-capacitor (circuit)                                     |
| Rep      | Repeater                                                         |
| SC       | Optical fibre connector in accordance with IEC 61754-4           |
| SC-RJ    | Optical fibre connector in accordance with IEC 61754-24          |
| TCL      | Transverse conversion loss                                       |
| TNC      | Threaded Neill Concelman (threaded version of the BNC connector) |
| TO       | Telecommunication outlet                                         |
| UV       | Ultraviolet                                                      |
| Var.     | Variant                                                          |

### 3.3 Conventions for installation profiles

Conventions for installation profiles are described in IEC 61784-5 (all parts).

## 4 Installation planning

### 4.1 General

#### 4.1.1 Objective

Clause 4 addresses the planning of cabling and associated infrastructures to support communication networks used between and within automation islands in industrial premises.

#### 4.1.2 Cabling in industrial premises

The cabling may comprise:

- automation communication cabling for use within or between AIs as specified in the communication profiles of IEC 61784-1 or IEC 61784-2 and in the relevant installation profiles of IEC 61784-5 (all parts), this includes the balanced 1-pair cablings that are specified in Annex Q;
- generic telecommunications cabling for industrial premises as specified in ISO/IEC 11801-3 (see Annex A);
- elements of generic cabling modified to meet the needs of automation communication cabling within an AI in accordance with the installation profiles of IEC 61784-5 (all parts);
- the apparatus attachment cabling between the TO and the AI in accordance with ISO/IEC 11801-3 with regard to the connection and with this document with regard to the cables;
- the AI attachment cabling between the AO and the AI in accordance with this document and the relevant installation profile(s) of IEC 61784-5 (all parts).

ISO/IEC 11801-3 specifies the structure of generic cabling connected to an AI where the TO interface allows connection of wide range of networking equipment.

Where a designated connection from generic cabling to automation communication cabling within an AI is desired, an AO specified within this document may replace the TO, as shown in Figure 3. The industrial cabling may include an edge distributor to accommodate active equipment to allow transition from balanced 4-pair cabling to balanced 1-pair cabling.

An AI may contain (see Figure 4)

- one or more industrial automation apparatus conforming to generic cabling requirements,
- one or more industrial automation applications implemented with an AI network that uses Ethernet (ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021 and IEEE Std 802.3cg)-based and non-Ethernet-based cabling that conform to IEC 61784-1 or IEC 61784-2.

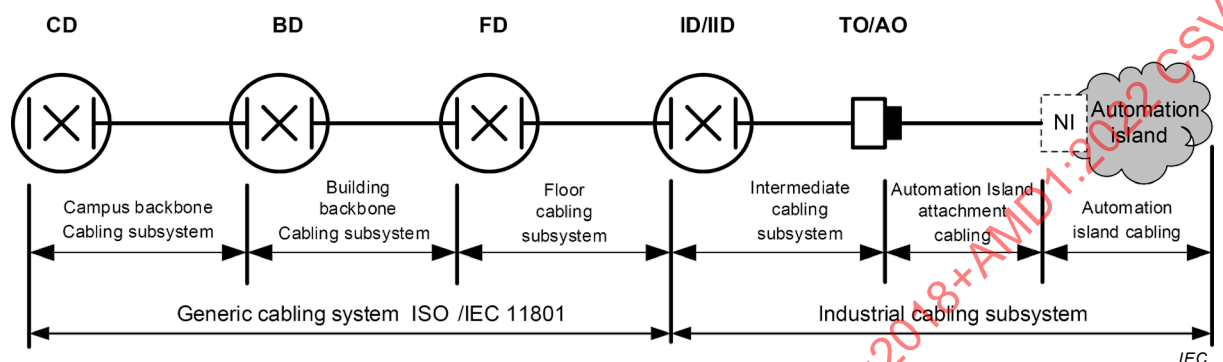


Figure 3 – Automation island cabling attached to elements of generic cabling

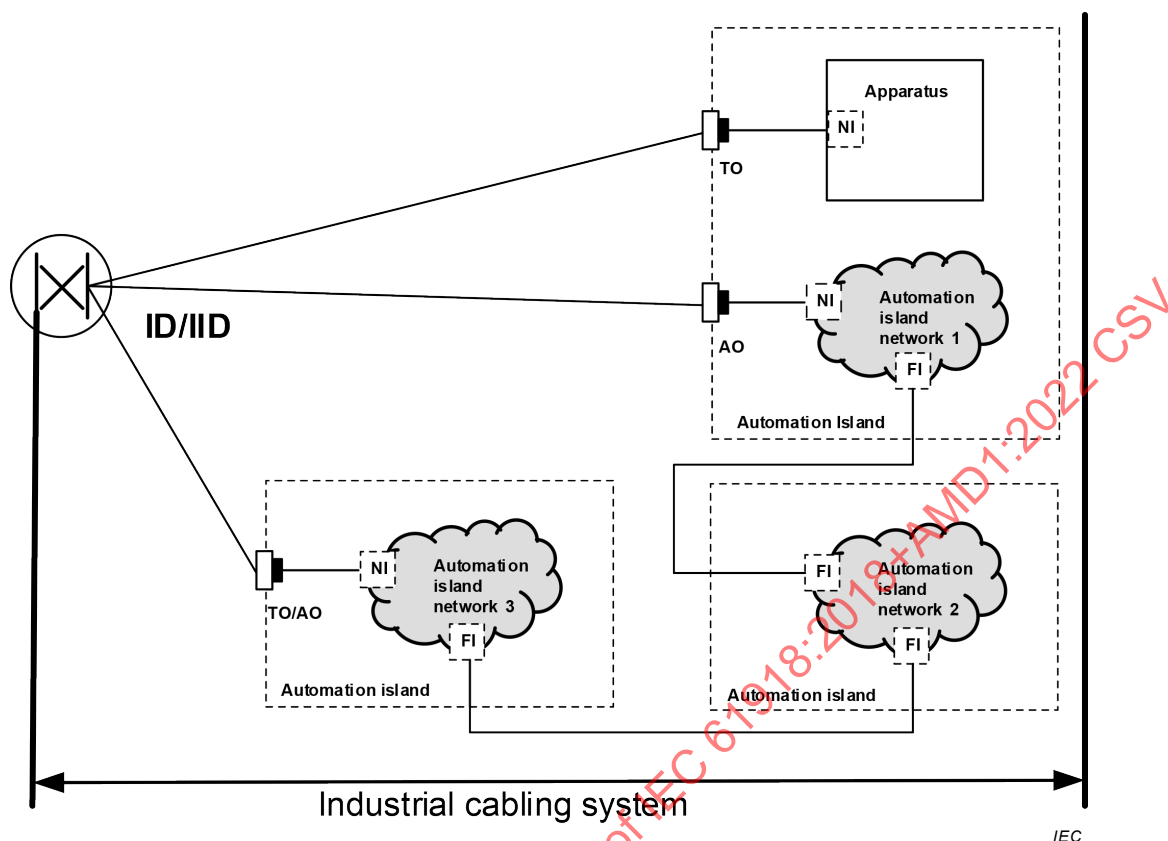


**Figure 4 – Automation islands**

The interconnections between the AI network and the generic cabling may be achieved through an appropriate converter/adapter (see Figure 5), while the connections among AIs may be achieved through one or more fieldbus to fieldbus connections (defined in the installation profiles in IEC 61784-5 (all parts)) and appropriate converter/adapters or through the generic cabling (see Figure 4).

In general, converter/adapters, such as routers, bridges, and gateways, shall be used to provide physical conversion and protocol transformation between different fieldbuses as specified in the relevant CP installation profiles. If the two interconnected interfaces (NI and FI) have matching specifications, then the converter/adapter function may not be necessary.

If the interconnection between the AIs is through the intermediate distributor/intermediate industrial distributor (ID/IID in Figure 4), it is the responsibility of the planner to check the suitability of the generic cabling to support the requirements for the installation of the communication networks as defined by this document. In this case, the channel performance shall be met from the ID/IID up to the NI (excluding the connector interface at the NI).

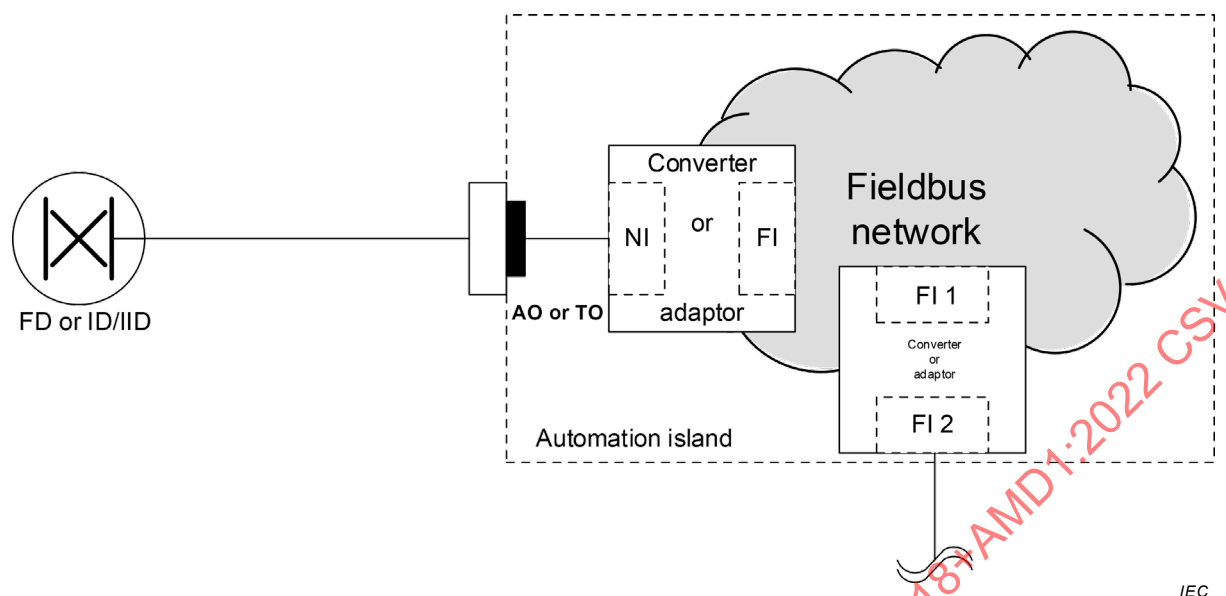


**Figure 5 – Automation island network external connections**

#### 4.1.3 The planning process

The planning of the communication of an automation system is the responsibility (see Annex L) of one or more of the following: building network designer, automation designer and or machine designer.

The input for the installation planning depends on the kind of industrial automation application. This input is made up of general design requirements, operating manuals for machines or piping and instrumentation diagrams (P&ID) for process installations.

This input is made up of general design requirements, operating manuals for machines or piping and instrumentation diagrams (P&ID) for process installations according to IEC 62708.

Installation planning of industrial communication networks is accomplished through three basic steps.

Step 1 addresses the following installation-specific factors (see 4.2):

- safety
  - the solutions shall comply with existing local and national regulations. Under this condition, safety requirements specified in IEC 61010-2-201 may be taken into consideration;
  - if a communication network is installed with easily accessible terminals and wires, IEC 60364-4-41 concerning protection against electrical shock and EMC requirements should be applied;
  - intrinsic safe network is out of scope for this document but may be addressed in the CP installation profiles (IEC 61784-5 (all parts)).
- security;
- environmental
  - the use of the MICE (Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical, and Electromagnetic) methodology for description of environmental performance, as described in 4.2.3, is recommended;
  - distinctive of industrial sites is the presence of low voltage (LV) and medium-high-voltage (MHV) power networks in close neighbourhood of the communication network.

The RF influence of neighbouring high-power transmitters (e.g. television transmitters) shall be taken into account;

- electromagnetic compatibility.

Step 2 addresses the capabilities of the different communication networks (see 4.3):

- topologies;
- network characteristics.

Step 3 addresses the selection and use of cabling components in response to steps 1 and 2 (see 4.4).

The result of the planning process in 4.2, 4.3 and 4.4 is the production of the cabling planning documentation described in 4.5, which shall comprise:

- a) a statement, signed by the responsible planner, explaining how the planned installation complies with the safety and security requirements and environmental conditions such as mechanical, liquid, particulate, climatic, chemicals and electromagnetic interference and including all necessary documents (e.g. plans and lists) for the installation that result from step 1;
- b) documentation of the planned network topology, characteristics, physical extension and transmission performances that results from step 2;
- c) the component specifications, where the conformity of the component data with the planned network requirements (functional and electrical safety, environmental conditions, and EMC requirements) is documented as result of step 3;
- d) a table for comparison of nominal and actual network performance values.

#### **4.1.4 Specific requirements for CPs**

Additional information for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **4.1.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

### **4.2 Planning requirements**

#### **4.2.1 Safety**

##### **4.2.1.1 General**

The planner shall take into consideration regulations for safety in communication networks with specific attention to mounting, cabling, verification, and validation.

The planner shall include all applicable requirements for safety in the cabling planning documentation.

##### **4.2.1.2 Electrical safety**

The proper implementation of the requirements of this document assumes that electrical installations are in accordance with the relevant standards within IEC 60364 (all parts), IEC 61010-2-201, IEC 61010-2-203 or local and national regulations as required.

##### **4.2.1.3 Functional safety**

Where digital communications are used to contribute to one or more safety functions, the communication system should have sufficient integrity (taking into account hardware,

software, and the specified environment) to meet the safety integrity requirements of every safety function.

For example, wiring used to support safety instrumented systems may require special installation practice (e.g. complete segregation from all other cabling) and labelling (e.g. special conduit colouring) to meet enhanced integrity requirements.

The requirements for safety integrity may include special measures applicable to the several phases of the life cycle of the related communication media (see the relevant technology parts of the IEC 61784-3 and/or IEC 61784-5 (all parts)). The planner shall apply such special measures.

#### **4.2.1.4 Intrinsic safety**

Where required, the planner shall plan the network in accordance with applicable intrinsic safety standards and IEC 61158-2 and the applicable CPs of IEC 61784-1.

#### **4.2.1.5 Safety of optical fibre communication systems**

Optical fibre cabling shall be planned in accordance with the safety requirements of IEC 60825-2 or local regulations.

#### **4.2.2 Security**

Where communication networks in accordance with IEC 62443 are planned, the planner shall apply all additional requirements for security.

**EXAMPLE** A typical request is to use additional protection against mechanical manipulation and electromagnetic emission.

The universal nature of generic cabling produces additional security concerns since the cabling may be used to provide applications that are managed by different groups within industrial premises. For example, generic cabling may provide basic telephony services, information technology and building control services in addition to the connections to the AIs. The prevention of accidental disruption to any of these services requires careful consideration.

Physical security requires the application of requirements described in 4.4.9.1, 4.4.9.6, 4.4.11, 5.2.1.2.

#### **4.2.3 Environmental considerations and EMC**

##### **4.2.3.1 Description methodology**

The planner shall provide a precise description of the environment to be used as a basis for the selection of components and for the mitigation requirements.

ISO/IEC 11801-1 applies an environmental assessment called “MICE” classification. This approach is recommended for all CPs because it allows the planner to describe the environmental conditions in a precise and unambiguous way.

The use of this approach is explained here and in Annex B for the benefit of the planner and the installer.

**NOTE 1** The MICE classification system of ISO/IEC 11801-1 is not a component test specification.

**NOTE 2** The MICE classification system of ISO/IEC 11801-1 does not replace existing international or national standards.

**NOTE 3** Existing international or national standards for components contain the test requirements and schedules for product qualification.

#### 4.2.3.2 Use of the described environment to produce a bill of material

The planner shall produce a bill of material of components that meets the targeted environment through the following steps.

- Establish the ambient environmental conditions for each significantly different region within the application space (for example, beside the machine, in the control room, between the above).
- Define the components that make up the communications system including their environmental specifications.
- Define the additional mitigation to bridge between the component(s) specifications and the targeted environment, if the component does not meet the targeted environment.

The planner shall provide the environmental description either through the use of the MICE tables (that provides a precise classification of the environment) or by an equivalent methodology. The planner shall address the environmental requirements by specifying a combination of component selection and mitigation techniques to be applied (see Figure 6).

Products, such as enclosures, necessary to provide mitigation shall also be included in the bill of material.

Compatibility of components can be met by any combination of the following three methods:

- installation related isolation (for example protection with enclosure);
- separation (for example physical separation from other components);
- component enhancement (design enhancement of the component parameters, for example by adding a cable shield or external shield). The supplier of the equipment may provide enhancements to the components reducing the installation requirements.

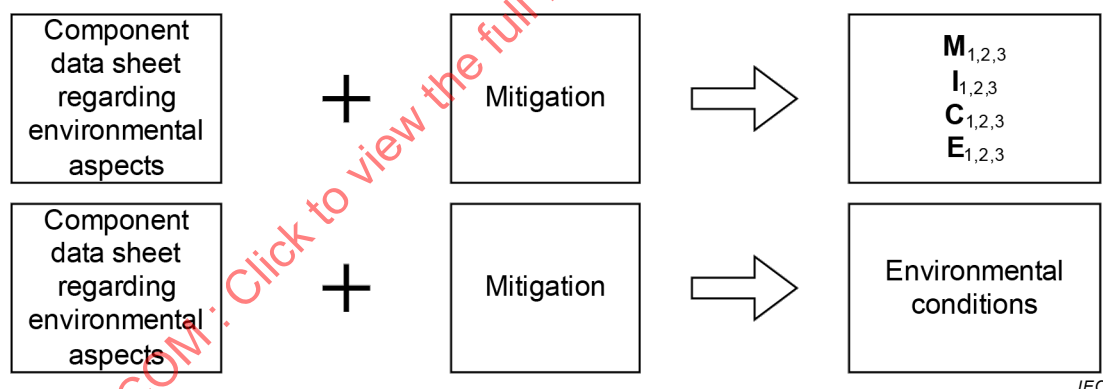


**Figure 6 – How to meet environmental conditions**

Figure 7 shows how the three methods (isolation, separation and enhancement) work together to provide a cost effective, technically feasible solution for a given application with regard to the environment. Examples of use of the MICE concept are provided in Annex B, where the meaning of the subscripts 1, 2, 3 is explained.

The planner, when consulting the device and cabling manufacturer, shall take into account the guidance provided in Clause B.6 for the correct selection of the device and cabling in relation to the environment EMI of the installation under consideration.



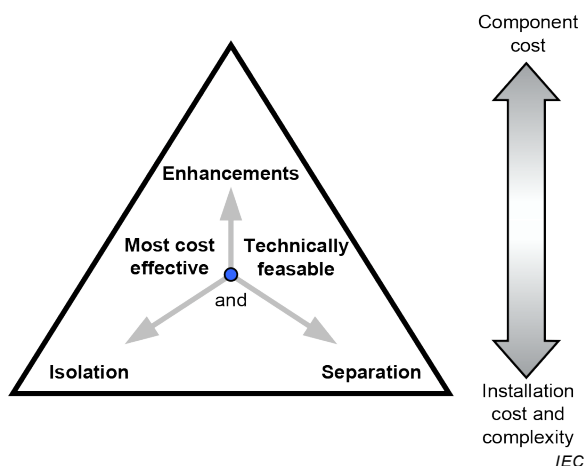


**Figure 7 – How enhancement, isolation and separation work together**

#### **4.2.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

### **4.3 Network capabilities**

#### **4.3.1 Network topology**

##### **4.3.1.1 Common description**

For the industrial AI networks, there are two fundamental themes.

- a) Physical topology of the communication network, from a physical composition standpoint.  
Hereafter the basic physical topologies of a network are divided in two groups:
  - physical topology for passive networks;
  - physical topology for active networks.
- b) Logical topology of the communication network, from an information propagation standpoint. This is outside the scope of this document and may be covered by IEC 61784-1 and IEC 61784-2.

**NOTE 1** As an example of the difference between the physical and the logical topology, a planner can select a physical star to be installed in order to support a logical ring topology.

The planner shall select the most appropriate physical topology on the basis of the application requirements (see also Annex C) and according to the topologies that are specified for the specific CP. The basic topologies defined in 4.3.1.2 and in 4.3.1.3, and combinations of them (see 4.3.1.4) are the appropriate physical topologies for AI networks.

**NOTE 2** Not all fieldbuses support all the basic topologies and combination of them.

##### **4.3.1.2 Basic physical topologies for passive networks**

The basic physical topologies for passive network, represented in Figure 8, are the following.

- Bus
- Star

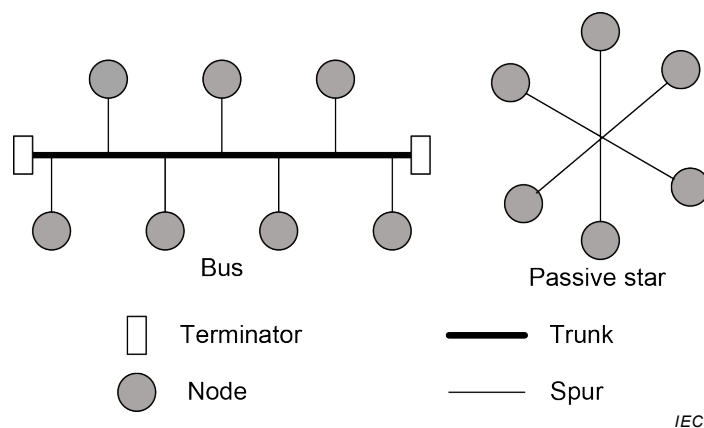


**Figure 8 – Basic physical topologies for passive networks**

#### 4.3.1.3 Basic physical topologies for active networks

The basic physical topologies for active networks, represented in Figure 9, are the following.

- Star
- Ring
- Linear

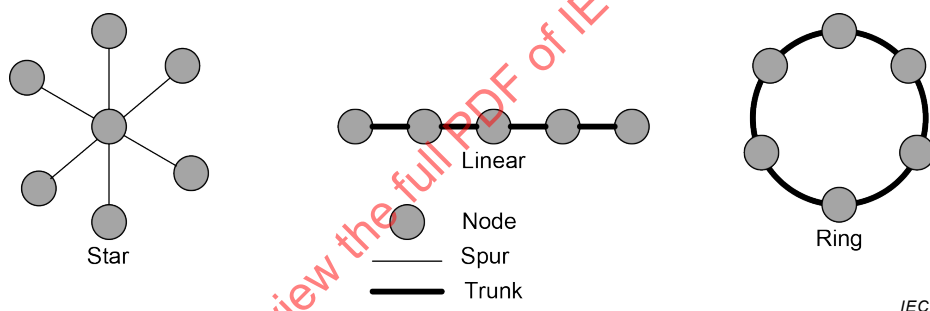


**Figure 9 – Basic physical topologies for active networks**

#### 4.3.1.4 Combination of basic topologies

Combinations of basic topologies are permitted and are defined in the CP installation profile.

Figure 10 provides an example of a common configuration of two passive bus segments interconnected by an active bus repeater.

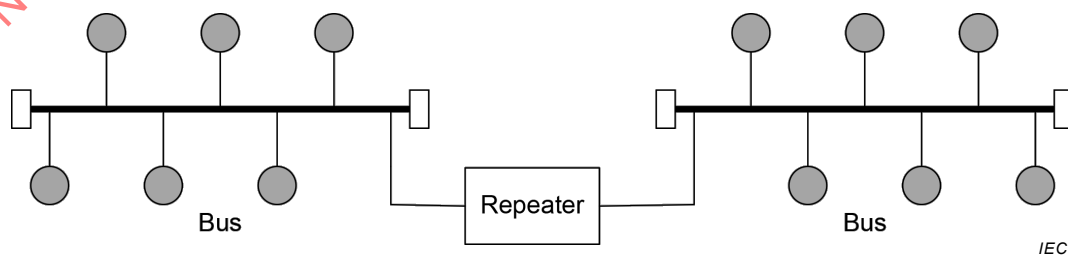


**Figure 10 – Example of combination of basic topologies**

#### **4.3.1.5 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding topology requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **4.3.1.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

Generic cabling channels in accordance with ISO/IEC 11801-3 may constitute elements of the networks described in 4.3.1.2 to 4.3.1.5. Specific restrictions are detailed in ISO/IEC 11801-3 and may be expanded upon or modified by the respective installation profile.

#### **4.3.2 Network characteristics**

##### **4.3.2.1 General**

It is common practice to subnet an industrial AI network when there are a large number of devices to be connected.

Every network specification consists of the following basic characteristics:

- transfer rates;
- media type and performance;
- maximum number of devices (nodes) including repeaters per segment;
- maximum number of devices (nodes) including repeaters per network;
- maximum number of repeaters (that connect segments);
- maximum segment length.

NOTE Transfer rates can be expressed as bandwidth capacity or effective data throughput rates using the modulation and encoding methods of a specific Fieldbus technology. Requirements for effective data rate values can also include statements of maximum acceptable values for BER and burst errors (such as in 23.9 of IEC 61158-2:2014 and Annex K).

Media types consist of optical fibre cabling, balanced cabling (4-pair, 2-pair, 1-pair), wireless, and other CP specific media types. Wireless network installation is not within the scope of this document. Selection of physical media technologies should partner with architectural considerations, taking into account network topology, network characteristics, as well as data propagation and aggregation throughout the network.

Optical fibre is generally recommended where high bandwidth is needed or a high data integrity is required. Where powering is required or for reduced bandwidth or length compared to optical fibre, wire cabling is recommended. 4-pair is mostly recommended for connecting control and automation equipment. 1-pair (see Annex Q) is mostly limited to connecting control and automation equipment with field devices.

The planner should take into account EMI performance when selecting cabling types and spacings from types of conductors. In practice, need for EMI reduction equates to increase in spacing, which can translate to installation cost. Failure to consider EMI performance and mitigations can ultimately lead to areas of high disturbance at critical points in the network.

Comparative measurements (unshielded versus shielded) have shown that shielded constructions can provide a higher level of protection against EMI when applied according to equipment manufacturers specifications.

##### **4.3.2.2 Network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet**

For balanced cabling not based on Ethernet, the planner shall use the basic network characteristics defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 1.

**Table 1 – Basic network characteristics for balanced cabling  
not based on Ethernet**

| Characteristic                       | CP x/y                     |
|--------------------------------------|----------------------------|
| <b>Basic transmission technology</b> |                            |
| <b>Length / transmission speed</b>   | <b>Segment length</b><br>m |
| 9 kbit/s to 33 kbit/s                |                            |
| 33 kbit/s to 93 kbit/s               |                            |
| 125 kbit/s                           |                            |
| 187 kbit/s                           |                            |
| 250 kbit/s                           |                            |
| 500 kbit/s                           |                            |
| 1,5 Mbit/s                           |                            |
| 2 Mbit/s                             |                            |
| 3 Mbit/s, 6 Mbit/s, 12 Mbit/s        |                            |
| 5 Mbit/s                             |                            |
| 8 Mbit/s                             |                            |
| 16 Mbit/s                            |                            |
| <b>Maximum capacity</b>              | <b>Max. No.</b>            |
| Devices/segment                      |                            |
| Devices/network                      |                            |

**4.3.2.3 Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet**

For balanced cabling based on Ethernet, the planner shall use the basic network characteristics defined in the respective installation profile according to the template given in Table 2.

NOTE The letter X in Table 2 is the reference to Annex X of the installation profile where the profile is specified.

**Table 2 – Network characteristics for balanced cabling  
based on Ethernet**

| Characteristic                                                                                                                                                                                                | CP x/y |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Supported data rates (Mbit/s)                                                                                                                                                                                 |        |
| Supported channel length (m) <sup>b</sup>                                                                                                                                                                     |        |
| Number of connections in the channel (max.) <sup>a b</sup>                                                                                                                                                    |        |
| Patch cord length (m) <sup>a</sup>                                                                                                                                                                            |        |
| Channel class per ISO/IEC 11801-3 (min.) <sup>b</sup>                                                                                                                                                         |        |
| Cable category per ISO/IEC 11801-3 (min.) <sup>c</sup>                                                                                                                                                        |        |
| Connecting HW category per ISO/IEC 11801-3 (min.)                                                                                                                                                             |        |
| Cable types                                                                                                                                                                                                   |        |
| <sup>a</sup> See X. 4.4.3.2.<br><sup>b</sup> For the purpose of this table, the channel definitions of ISO/IEC 11801-3 are applicable.<br><sup>c</sup> For additional information, see IEC 61156 (all parts). |        |

For balanced 1-pair networks, the requirements specified in Annex Q apply.

#### 4.3.2.4 Network characteristics for optical fibre cabling

For optical fibre cabling, the planner shall use the basic network characteristics for each wavelength defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 3 and to the conditions expressed hereafter.

For the purpose of this document, channel insertion loss and optical power budget are considered to be equivalent. The connecting hardware used for optical fibre cabling is as specified in X.4.4.2.5 of the relevant installation profile.

NOTE The letter X is the reference to Annex X of the installation profile where the profile is specified.

**Table 3 – Network characteristics for optical fibre cabling**

| CP x/y                                                                                                            |                                                          |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|
| Optical fibre type                                                                                                | Description                                              |               |
| Single mode silica                                                                                                | Bandwidth (MHz) or equivalent at $\lambda$ (nm)          |               |
|                                                                                                                   | Minimum length (m)                                       |               |
|                                                                                                                   | Maximum length <sup>a</sup> (m)                          |               |
|                                                                                                                   | Maximum channel insertion loss/optical power budget (dB) |               |
|                                                                                                                   | Connecting hardware                                      | See X.4.4.2.5 |
| Multimode silica                                                                                                  | Modal bandwidth (MHz × km) at $\lambda$ (nm)             |               |
|                                                                                                                   | Minimum length (m)                                       |               |
|                                                                                                                   | Maximum length <sup>a</sup> (m)                          |               |
|                                                                                                                   | Maximum channel insertion loss/optical power budget (dB) |               |
|                                                                                                                   | Connecting hardware                                      | See X.4.4.2.5 |
| POF                                                                                                               | Modal bandwidth (MHz × 100 m) at $\lambda$ (nm)          |               |
|                                                                                                                   | Minimum length (m)                                       |               |
|                                                                                                                   | Maximum length <sup>a</sup> (m)                          |               |
|                                                                                                                   | Maximum channel insertion loss/optical power budget (dB) |               |
|                                                                                                                   | Connecting hardware                                      | See X.4.4.2.5 |
| Hard clad silica                                                                                                  | Modal bandwidth (MHz × km) at $\lambda$ (nm)             |               |
|                                                                                                                   | Minimum length (m)                                       |               |
|                                                                                                                   | Maximum length <sup>a</sup> (m)                          |               |
|                                                                                                                   | Maximum channel insertion loss/optical power budget (dB) |               |
|                                                                                                                   | Connecting hardware                                      | See X.4.4.2.5 |
| <sup>a</sup> This value is reduced by connections, splices and bends in accordance with formula (1) in 4.4.3.4.1. |                                                          |               |

#### 4.3.2.5 Specific network characteristics

Additional information regarding the characteristics of a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### 4.3.2.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

Certain generic cabling channels in accordance with ISO/IEC 11801-3 may provide transmission performance in support of the networks described by reference to the templates of 4.3.2.2 to 4.3.2.5. See ISO/IEC 11801-3 for further details.

## 4.4 Selection and use of cabling components

### 4.4.1 Cable selection

#### 4.4.1.1 Common description

The planner shall ensure that cables provide the required transmission performance in the specified environment (by reference to the MICE classification system or equivalent, see 4.2.3.1).

Industrial cables can be subjected to extreme mechanical stresses.

EXAMPLE The cable can provide connectivity for festooning, "C" track (drag chains) or robotic flexing applications.

In these cases, the planner shall select the cabling in accordance with the needs of the intended application. The respective manufacturer's instructions shall be observed.

The planner may decide to use part of an existing generic cabling system to connect AI networks. In this case, it is the planner's responsibility to make sure that this cabling system meets the requirements for the application.

NOTE Generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3 can be not suitable for some CPs.

The planner shall ensure that cables to be installed underground are suitable and satisfy the following requirements:

- local regulations;
- safety from lightning;
- resistance to damage from rodents;
- chemical resistance.

Metal cladding on optical fibre cables provides additional mechanical protection. The planner should select metal clad optical fibre cables for direct burial applications and other areas where mechanical protection is necessary.

If the equipment location requires the use of special cables and/or connecting elements not complying with the network-related requirements of this specification, the planner shall consult the cable/connector manufacturer to obtain the information necessary for determining the channel/permanent link length.

#### 4.4.1.2 Copper cables

##### 4.4.1.2.1 Balanced cables for Ethernet-based CPs

Balanced cables for Ethernet-based CPs shall meet the requirements of Table 2. For balanced 1-pair cables, the requirements specified in Annex Q apply.

The planner shall review the relevant installation profile for additional requirements or recommendations for balanced cables.

The planner shall have considered the following information when specifying the number of pairs in each balanced cable:

- all cables within a channel should be of the same pair count;
- two pair cabling is not generic and cannot support all applications (for example, if future plans are to migrate to higher data rates or PoE, then four pair cables should be considered);
- more than 4 pair count cables are not recommended for control applications;

- in an active channel and with cabling that uses cable elements with a different pair count in the same channel (e.g., 2- and 4-pair or 1- and 4-pair), all un-used pairs shall be terminated with the differential or common mode impedance of the cable at both ends (i.e. four pair cables shall not be housed in two pair connecting hardware). This requirement does not apply to cable constructions that use individual shielded pairs.

For the channels where there is power sourcing equipment (PSE) connected to non-powered devices, the planner shall specify that the PSE function is disabled to prevent application of power.

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 4 and Table 5.

**Table 4 – Information relevant to copper cable: fixed cables**

| Characteristic                                                                                                                                     | CP x/y |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Nominal impedance of cable (tolerance)                                                                                                             |        |
| DCR of conductors                                                                                                                                  |        |
| DCR of shield                                                                                                                                      |        |
| Number of conductors                                                                                                                               |        |
| Shielding                                                                                                                                          |        |
| Colour code for conductor                                                                                                                          |        |
| Jacket colour requirements                                                                                                                         |        |
| Jacket material                                                                                                                                    |        |
| Resistance to harsh environment (e.g. UV, oil resist, LS0H)                                                                                        |        |
| Agency ratings                                                                                                                                     |        |
| Other characteristics <sup>a</sup>                                                                                                                 |        |
| <sup>a</sup> Replace "Other characteristics" with the name of the other needed characteristics (one or more, as needed). Otherwise delete the row. |        |

**Table 5 – Information relevant to copper cable: cords**

| Characteristic                                                                                                                                          | CP x/y |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Nominal impedance of cable (tolerance)                                                                                                                  |        |
| DCR of conductors                                                                                                                                       |        |
| DCR of shield                                                                                                                                           |        |
| Number of conductors                                                                                                                                    |        |
| Length                                                                                                                                                  |        |
| Shielding                                                                                                                                               |        |
| Colour code for conductor                                                                                                                               |        |
| Jacket colour requirements                                                                                                                              |        |
| Jacket material                                                                                                                                         |        |
| Resistance to harsh environment (e.g. UV, oil resist, LS0H)                                                                                             |        |
| Agency ratings                                                                                                                                          |        |
| Other characteristics <sup>a</sup>                                                                                                                      |        |
| <sup>a</sup> Replace "Other characteristics" with the name of the needed additional characteristics (one or more, as needed). Otherwise delete the row. |        |

**4.4.1.2.2 Copper cables for non-Ethernet-based CPs**

Copper cables for non-Ethernet-based CPs, shall meet the requirements of Table 1 and any additional requirements or recommendations of the installation profile.

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 4 and Table 5.

**4.4.1.3 Cables for wireless installation**

Communication cables connecting to wireless devices shall conform to the requirements of this document.

**4.4.1.4 Optical fibre cables**

Optical fibre cables to support specific CPs shall meet the requirements or recommendations of the CP (see IEC 60794 (all parts)).

The planner shall select the appropriate optical fibre cable to support the required channel lengths and number of connections for the CP to be installed.

The planner shall review the relevant installation profile for additional requirements or recommendations for optical fibre cables.

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 6. The applicable standard is defined in the installation profiles with either a reference to IEC 60793 or IEC 60794 or OM1, OM2, OM3, OM4 or OS1, OS2. OM1, OM2, OM3 and OS1, OS2 are as specified in ISO/IEC 11801-1 and OM4 is as specified in IEC 60793-2-10: type A1a.3.

NOTE Some additional information to be considered by the installer and maintenance personnel is given in 5.2.1.13 and in Clause 8 of this document.

**Table 6 – Information relevant to optical fibre cables**

| Characteristic                                                                                                                                     | 9..10/125 $\mu\text{m}$<br>single mode<br>silica | 50/125 $\mu\text{m}$<br>multimode<br>silica | 62,5/125 $\mu\text{m}$<br>multimode<br>silica | 980/1 000 $\mu\text{m}$<br>step index POF | 200/230 $\mu\text{m}$<br>step index hard<br>clad silica |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Standard                                                                                                                                           |                                                  |                                             |                                               |                                           |                                                         |
| Attenuation per km<br>(650 nm)                                                                                                                     |                                                  |                                             |                                               |                                           |                                                         |
| Attenuation per km<br>(820 nm)                                                                                                                     |                                                  |                                             |                                               |                                           |                                                         |
| Attenuation per km<br>(1 310 nm)                                                                                                                   |                                                  |                                             |                                               |                                           |                                                         |
| Number of optical fibres                                                                                                                           |                                                  |                                             |                                               |                                           |                                                         |
| Jacket colour requirements                                                                                                                         |                                                  |                                             |                                               |                                           |                                                         |
| Jacket material                                                                                                                                    |                                                  |                                             |                                               |                                           |                                                         |
| Resistance to harsh<br>environment (e.g. UV, oil<br>resist, LS0H)                                                                                  |                                                  |                                             |                                               |                                           |                                                         |
| Other characteristics <sup>a</sup>                                                                                                                 |                                                  |                                             |                                               |                                           |                                                         |
| <sup>a</sup> Replace "Other characteristics" with the name of the needed other characteristics (one or more, as needed). Otherwise delete the row. |                                                  |                                             |                                               |                                           |                                                         |



#### **4.4.1.5 Special purpose balanced and optical fibre cables**

The following cables provide support for special applications. The planner shall consider any additional cabling attributes required to provide the desired life cycle of the cabling system.

Some examples of special purpose balanced cables and optical fibre cables are the following:

- a) festoon cables;
- b) high flex cables;
- c) high flex cables for three dimensional movement;
- d) UV-resistant cables;
- e) weld splatter cables.

Selection of high flex cables should take the following into account:

- cables are rated differently for rolling “C” track (also known as a drag chain) and robotic applications where the cable is moved in a bending flex way (also known as “tic-toc”);
- cables should only be used where needed, i.e. in the high flex area;
- increased attenuation of copper cables (for example due to conductor stranding) that may affect channel length;
- cables should be properly secured to the moving machinery to minimize bending, twisting and abrasion;
- specified cable bending radius shall be maintained;
- cables should be installed with connectors at each end for maintenance purposes;
- only approved lubricants shall be used to minimise jacket abrasion.

It is common for high flex cables to be used in robotic welding applications. In this case weld splatter sheath materials should be considered.

#### **4.4.1.6 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the cable requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

If hybrid cables are supported for a network, the requirements shall be specified in the relevant installation profile.

#### **4.4.1.7 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

ISO/IEC 11801-3 requires the components to be selected and used in order that the desired channel performance is provided within the specified environment.

ISO/IEC 11801-3 also

- specifies reference implementations which link particular component specifications to channel transmission performance;
- provides appropriate methods of component specification, for example by reference to detailed specifications produced by other IEC committees.

The planner shall ensure that the components specified and their use within a channel provides the required transmission performance.

The planner shall ensure that a maintenance system is in place to maintain channel performance during the operational life of the cabling.

## 4.4.2 Connecting hardware selection

### 4.4.2.1 Common description

The planner shall ensure that connectors provide the required transmission performance in the specified environment (by reference to the MICE classification system or equivalent, see 4.2.3.1).

The planner shall use the appropriate pin-pair assignment based on Annex H and the specific installation profile in use.

The wire colour codes for CP specific connectors are defined in Annex D.

### 4.4.2.2 Connecting hardware for balanced cabling CPs based on Ethernet

This document recognizes sealed connector housings variants 1 and 6 of IEC 61076-3-106 and sealed connector housing variant 14 described in IEC 61076-3-117 for the encapsulation of 8-way modular connector compliant with IEC 60603-7. In the case of applications requiring the non-sealed connectivity, 8-way modular connectors specified in IEC 60603-7 shall be used. The installation of the variant 1, 6 or 14 at the AO and in the AI is dependent on the selected CP. In addition, the M12-4 with D-coding connector described in IEC 61076-2-101 and the M12-8 with X-coding connector described in IEC 61076-2-109 may be used at the AO and in the AI.

NOTE The above connector variants (1, 6 and 14) are reverse compatible with cords as defined by ISO/IEC 11801-3 and ensure a reverse compatibility to IEC 60603-7. Therefore, the standard test equipment can be used for network validation and troubleshooting.

Devices and AOs shall be fitted with sockets. Cables shall be fitted with plugs to interface with devices and AOs.

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the template given in Table 7.

**Table 7 – Connectors for balanced cabling CPs based on Ethernet**

|                                                                                                               | IEC 60603-7 series <sup>a</sup> |            | IEC 61076-3-106 <sup>b</sup> |        | IEC 61076-3-117 <sup>b</sup> | IEC 61076-2-101     | IEC 61076-2-109     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------|------------------------------|--------|------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                                                                                               | shielded                        | unshielded | Var. 1                       | Var. 6 | Var. 14                      | M12-4 with D-coding | M12-8 with X-coding |
| CP<br>x/y                                                                                                     |                                 |            |                              |        |                              |                     |                     |
| <sup>a</sup> For the IEC 60603-7 series, the connector selection is based on the desired channel performance. |                                 |            |                              |        |                              |                     |                     |
| <sup>b</sup> Housings to protect connectors.                                                                  |                                 |            |                              |        |                              |                     |                     |

For balanced 1-pair connecting hardware the requirements specified in Annex Q apply.

### 4.4.2.3 Connecting hardware for copper cabling CPs not based on Ethernet

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 8. Detailed specifications for M12 connectors are standardised in IEC 60512-29-100.

**Table 8 – Connectors for copper cabling CPs not based on Ethernet**

|           | IEC 60807-2<br>or<br>IEC 60807-3 | IEC 61076-2-101        |                        |                        | IEC<br>61169-8   | ANSI/(NFPA)<br>T3.5.29 R1-2007 |                        | Others        |                   |        |
|-----------|----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|---------------|-------------------|--------|
|           | Sub-D                            | M12-5 with<br>A-coding | M12-5 with<br>B-coding | M12-n with<br>X-coding | Coaxial<br>(BNC) | M 18                           | 7/8-16<br>UN-2B<br>THD | Open<br>style | Terminal<br>block | Others |
| CP<br>x/y |                                  |                        |                        |                        |                  |                                |                        |               |                   |        |

NOTE For M12-5 connectors, there are many applications using these connectors that are not compatible and when mixed may cause damage to the applications.

#### 4.4.2.4 Connecting hardware for wireless installation

None.

#### 4.4.2.5 Connecting hardware for optical fibre cabling

For optical cable connectors of an industrial network, the planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the template given in Table 9 and the Table 10. In Table 10, the relationship between FOC and optical fibre types is expressed in terms of the optical fibre cable that applies (see 4.4.1.4).

There are several standards to help select the correct connector solution for a given environment. The planner and or the installer should consult ISO/IEC 11801-1:2017 and or IEC 61753-1 and IEC 61753-1-3 for additional information on environmental classifications of environments for connectors.

**Table 9 – Optical fibre connecting hardware**

|        | IEC 61754-2 | IEC 61754-4 | IEC 61754-24 | IEC 61754-20 | IEC 61754-22 | Others |
|--------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------|
|        | BFOC/2,5    | SC          | SC-RJ        | LC           | F-SMA        |        |
| CP x/y |             |             |              |              |              |        |

NOTE IEC 61754 series defines the optical fibre connector mechanical interfaces. Performance specifications for optical fibre connectors terminated to specific fibre types are standardised in the IEC 61753 series.

**Table 10 – Relationship between FOC and fibre types (CP x/y)**

| FOC      | Fibre type                            |                                  |                                    |                                |                                              | Others |
|----------|---------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|--------|
|          | 9..10/125 µm<br>single mode<br>silica | 50/125 µm<br>multimode<br>silica | 62,5/125 µm<br>multimode<br>silica | 980/1 000 µm<br>step index POF | 200/230 µm<br>step index<br>hard clad silica |        |
| BFOC/2,5 |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |
| SC       |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |
| SC-RJ    |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |
| LC       |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |
| F-SMA    |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |
| Others   |                                       |                                  |                                    |                                |                                              |        |

#### **4.4.2.6 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the connecting hardware requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **4.4.2.7 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See 4.4.1.7.

#### **4.4.3 Connections within a channel/permanent link**

##### **4.4.3.1 Common description**

For the purposes of 4.4.3, the terms channel and permanent link as defined in ISO/IEC 11801-1 are modified as in 3.1.22 and 3.1.60 in order to allow them be used for CPs in accordance with IEC 61784-5 (all parts).

The planner shall request that the maximum channel lengths as defined by the specific installation profile for the specific cabling media is not exceeded. However, the quality of service depends on the length of the channel and the number of connections and splices within it (see 4.4.3.2.3).

As the number of connections and splices in the channel increases so does the insertion loss, which then decreases the signal to noise ratio of the channel.

For balanced cabling, the planner shall request that unused pairs in an active channel be terminated in accordance with 4.4.1.2.

The planner shall ensure that the impact of the number of connections within the channel is taken into account as described in 4.4.3 for 4-pair cabling. For 1-pair cabling, the requirements specified in Annex Q apply. With regard to the number of connections in a channel, the reference implementations as described in ISO/IEC 11801-3 have a limited number of connections (e.g., 4 for 4-pair and 10 for 1-pair). If the planning requires more connections than the corresponding reference implementation, then additional analysis may be required. Channel performance measurements may be required to assure that the channel meets the requirements of the application.

The planner shall ensure that an appropriate maintenance system is in place to maintain channel performance during the operational life of the cabling.

##### **4.4.3.2 Balanced cabling connections and splices for CPs based on Ethernet**

###### **4.4.3.2.1 Common description**

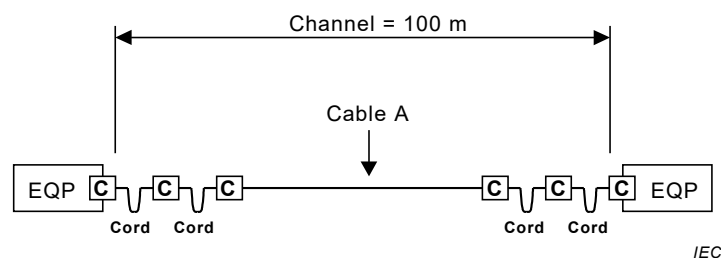
Ethernet-based networks shall comply with the following rules.

- The reference implementations as described in ISO/IEC 11801-3 (with specified structure, components and performance).
- The transmission performance shall be in accordance with the relevant class requirements as defined in ISO/IEC 11801-3. It shall be noted that these classes include requirements for TCL, ELTCTL and coupling attenuation with respect to MICE classification (E1, E2 or E3).
- Configurations beyond the reference implementations that are supported for a CP shall be fully described in the CP installation profile.

###### **a) 4-pair basic reference implementation**

Figure 11 shows the model used to correlate cabling dimensions specified in 4.4.3 with the channel specifications in ISO/IEC 11801-3. The cabling channel shown contains two

connections at each end and two cords at each end of the channel. For the purposes of 4.4.3, jumpers are treated as cords.



**Key**

**C** = connection

EQP = equipment

**Figure 11 – Basic reference implementation model**

The basic reference implementation approach of Table 11 allows the length of the fixed cable A to be adjusted to compensate for variable cord lengths and channel operating temperature.

**Table 11 – Basic reference implementation formulas**

| Category | Component                                   |                                  |                                  |
|----------|---------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|          | Class D                                     | Class E                          | Class F                          |
| 5        | $C = (113 - 2 \times N - F \times Y) / X^a$ | -                                | -                                |
| 6        | $C = (115 - N - F \times Y) / X$            | $C = (106 - N - F \times Y) / X$ | -                                |
| 7        | $C = (119 - N - F \times Y) / X$            | $C = (109 - N - F \times Y) / X$ | $C = (106 - N - F \times Y) / X$ |

For operating temperatures above 20 °C, the cable length C should be reduced by 0,2 % per °C for shielded cables and 0,4 % per °C (20 °C to 40 °C) and 0,6 % per °C (> 40 °C to 60 °C) for unshielded cables. Where the operating temperature exceeds 60 °C, then manufacturers' information shall be consulted regarding the required reductions in cable length.

NOTE The required channel performance is provided using the formulas provided in this table and based upon a statistical approach of performance modelling.

<sup>a</sup> where

C is the length of the fixed cable A (m);

N is the number of connections (subject to maximum of 4, otherwise NEXT, Return Loss and ELFEXT performance should be verified);

F is the combined length of cords and jumpers (m);

X is the ratio of the insertion loss of the fixed cable A (dB/m) to the insertion loss of the relevant category of cable (dB/m);

Y is the ratio of insertion loss of the cords/jumpers (dB/m) to the insertion loss of the relevant category of cable (dB/m).

In Table 11, it is assumed that

- the maximum channel length is 100 m;
- the fixed cable A may have a different insertion loss specification than the relevant category of cable specified in IEC 61156 (all parts);
- the flexible cable within the cords may have a different insertion loss specification than that used in the fixed cable;
- the cables within all the cords in the channel have a common insertion loss specification;
- all cables and cords are subject to the same temperature conditions;

- cable A may be constructed using the same cable types that are used in cords. In this case the proper de-rating shall be used (see Table 13).

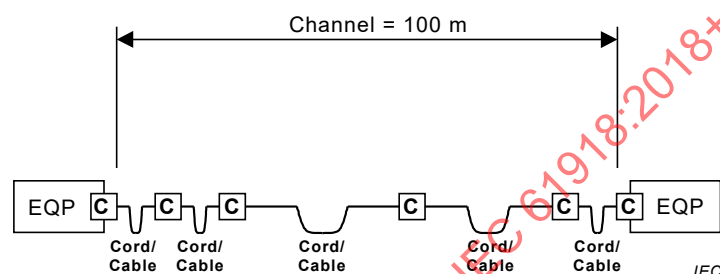
The length of the cable A shall be determined by the formulas defined in Table 11.

When four connections are used in a channel, the length of the fixed cable A should be at least 15 m. The maximum length of the fixed cable A will depend on the total length of cords to be supported within a channel. The maximum lengths of cords shall be fixed and during the operation of the installed cabling, a management system should be implemented to ensure that the cords used to create the channel conform to these design limits.

#### b) 4-pair enhanced reference implementation

Figure 12 shows the model used to correlate cabling dimensions specified in 4.4.3 with the channel specifications in ISO/IEC 11801-3. The channel cabling shown contains four connections. For the purposes of 4.4.3, jumpers are equivalent to cords.

A channel may be assembled with cords and cables in any order.



#### Key

 = connection

EQP = equipment

**Figure 12 – Enhanced reference implementation model**

In Table 12, it is assumed that

- the maximum channel length is 100 m;
- all the cables may have a different insertion loss specification than the relevant category of cable specified in IEC 61156 (all parts);
- each of the cables may have different insertion loss specifications;
- each of the cables may be subject to different temperature conditions.

The length of the cords used within a channel of a given class shall be determined by the formulas defined in Table 12 and Table 13.

Where a proposed implementation would result in a cable separating two pair of connections within the channel with a length less than  $15/Y$  (m), then validation shall be performed to confirm channel performance.

NOTE  $Y_1$  is defined in Table 12.

The planner shall require that, during the operation of the installed cabling, the maintenance organisation ensure that the cords used to construct, update or repair the channel conform to the design rules of the channel.

**Table 12 – Enhanced reference implementation formulas**

| Category                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Component                                                                    |                                                                     |                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Class D                                                                      | Class E                                                             | Class F                                                             |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 113 - 2 \times N$ | -                                                                   | -                                                                   |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 115 - N$          | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 106 - N$ |                                                                     |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 119 - N$          | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 109 - N$ | $\sum_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 106 - N$ |
| NOTE The required channel performance is defined using the formulas provided in this table and based upon a statistical approach of performance modelling.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                              |                                                                     |                                                                     |
| <p><sup>a</sup> where</p> <p><math>I</math> is the cable section from 1 to <math>j</math> (subject to a minimum of 1 and a maximum of 5);</p> <p><math>N</math> is the number of connections (subject to maximum of 4, otherwise NEXT, Return Loss and ELFEXT performance should be verified);</p> <p><math>F_i</math> is the length of the cable (m);</p> <p><math>Y_i</math> is the ratio of the insertion loss of the cable (dB/m) to the insertion loss of the relevant category of cable (dB/m);</p> <p><math>Z_i</math> is the derating of insertion loss of the cords (dB/m) for operating temperatures above 20 °C, defined in Table 13.</p> |                                                                              |                                                                     |                                                                     |

**Table 13 – Correction factor Z for operating temperature above 20 °C**

| Cable construction                                                                                                                   | Correction factor Z         |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                                                                                                                      | 20 °C < $T$ < 40 °C         | 40 °C < $T$ < 60 °C         |
| Shielded                                                                                                                             | $1 + 0,002 \times (T - 20)$ | $1 + 0,002 \times (T - 20)$ |
| Unshielded                                                                                                                           | $1 + 0,004 \times (T - 20)$ | $1 + 0,006 \times (T - 20)$ |
| Where the operating temperature exceeds 60 °C, then manufacturers' information shall be consulted regarding the appropriate factors. |                             |                             |

In the case where end connections differ from those specified for the standard channel, the planner shall request that the test equipment is calibrated in accordance with the equipment manufacturer's instructions and the proper test heads.

#### c) End-to-end link

End-to-end link is as described in Annex O.

#### d) Balanced 1-pair cabling

For balanced 1-pair cabling connections, the requirements specified in Annex Q apply.

##### 4.4.3.2.2 Connections minimum distance

Any requirements within the specific CP installation profile for minimum distance between connections shall be applied.

##### 4.4.3.2.3 Balanced cabling splices

Splices shall only be used as a means of temporary repair. Splices shall be done by means that maintain channel performance and environmental integrity. The number of connections shall be taken into account. The recommended solution is to use a plug and jack combination with appropriate environmental integrity. The repaired cable segment should be tested with the appropriate field tester.

#### 4.4.3.2.4 Balanced cabling bulkhead connections

A bulkhead connection that does not have the transmission performance of a single connection shall be counted as two connections.

When the bulkhead connection supports 4 pair to 2 pair conversion (e.g. 8-way modular to M12), accommodations shall be made to terminate the unused pairs differentially. Connection to earth is not allowed either through a capacitor or direct.

NOTE Additional information on bulkhead connection is provided in Annex J. The content of Annex J differs from that of ISO/IEC 11801-3.

A bulkhead cable gland may be used instead of a bulkhead connection when the use of the bulkhead connection is not compatible with the limit of connections in the channel.

#### 4.4.3.2.5 Balanced cabling J-J coupler (J-J adaptor)

A J-J coupler connection that does not have the transmission performance of a single connection shall be counted as two connections in the channel.

J-J couplers are suitable to connect fixed cabling and flexible cabling, for example, for rolling c-track within a machine. J-J couplers are also suitable to provide the connections in a conveyor belt composed of several modules that are plugged together when they are put into operation. Connections in support of replacement of high flex segments shall be counted in the overall channel limits for the number of allowed connections.

### 4.4.3.3 Copper cabling connections and splices for CPs not based on Ethernet

#### 4.4.3.3.1 Common description

The number of allowed connections versus the fieldbus length shall be as described in the relevant CP.

#### 4.4.3.3.2 Connections minimum distance

See 4.4.3.2.2.

#### 4.4.3.3.3 Copper cabling splices

See 4.4.3.2.3.

#### 4.4.3.3.4 Copper cabling bulkhead connections

See 4.4.3.2.4.

#### 4.4.3.3.5 Copper cabling J-J couplers (J-J adaptors)

See 4.4.3.2.5.

### 4.4.3.4 Optical fibre cabling connections and splices for CPs based on Ethernet

#### 4.4.3.4.1 Common description

The maximum channel insertion loss specified for the CP (by reference to the ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021) defines the possible configurations of the cabling at the specified wavelength as in formula (1).

$$L = 1000 \times \left[ A - \sum_{i=1}^J M_i - \sum_{i=1}^K S_i \right] / C \quad (1)$$



where

$L$  is the channel length (m);

$A$  is the maximum channel insertion loss/optical power budget (dB);

$M_i$  is the insertion loss specification of each connection (dB);

$S_i$  is the insertion loss specification of each splice (dB);

$J$  is the number of connections in the channel;

$K$  is the number of splices in the channel;

$C$  is the cable attenuation coefficient (dB/km).

The planner shall apply any requirements concerning maximum channel lengths together with numbers of, or specification of, component within the specific CP. Reference should be made to the relevant installation profile (IEC 61784-5 (all parts)) to determine if additional requirements exist.

The optical fibre cable used in the channel should be long enough for the intended installation to prevent having connections and splices. The planner shall instruct the installer to take measures to ensure that the bending of the optical fibre cable does not fall below the minimum bending radius specified for the cable (see 5.2.1.2 and 5.2.1.6).

Further details of bulkhead connections are given in 4.4.3.4.3.

#### **4.4.3.4.2 Optical fibre splices**

There are two methods for performing optical splices: mechanical and fusion. They both provide for different losses that have an impact on the insertion loss of the channel. The number of splices allowed is based on the optical power budget of the system and shall be accounted for in the channel loss budget.

#### **4.4.3.4.3 Optical fibre bulkhead connections**

The insertion loss of an optical fibre bulkhead connection typically is equivalent to that of one connection.

#### **4.4.3.4.4 Optical fibre J-J couplers (or adaptors)**

The insertion loss of an optical fibre J-J coupler or adaptor typically is equivalent to that of one connection. Where it is not, the additional connections shall be considered in the applied formula (see Table 11 and Table 12).

#### **4.4.3.5 Optical fibre cabling connections and splices for CPs not based on Ethernet**

The number of allowed connections and splices is limited by the maximum allowable channel attenuation and/or power budget.

The number of allowed connections and splices versus the fieldbus length shall be as described in the relevant CP installation profile.

#### **4.4.3.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

No additional requirements.

#### **4.4.4 Terminators**

##### **4.4.4.1 Common description**

Terminators reduce reflections and help to reduce radiations and noise susceptibility in a cabling system. The planner shall consult the CP for the requirements for terminators and their values.

See 4.4.1.2 for additional requirements regarding the termination of all un-used pairs.

##### **4.4.4.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the terminator requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

##### **4.4.4.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

No additional requirements.

#### **4.4.5 Device location and connection**

##### **4.4.5.1 Common description**

The devices should be located to provide adequate access for maintenance and troubleshooting consistent with the required channel performance. In addition environmental conditions, routing of the cable and connectivity considerations shall be given (see 4.4.11.1).

##### **4.4.5.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the device location and connection requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

##### **4.4.5.3 Specific requirements for wireless installation**

None.

##### **4.4.5.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

Generic cabling shall only be installed in areas where critical applications will not be subject to environmental conditions typical of the automation islands.

Generic cabling installed in automation islands shall only serve applications (voice, video, etc.) that are not dangerously affected by the environmental conditions typical of the automation islands.

#### **4.4.6 Coding and labelling**

##### **4.4.6.1 Common description**

Coding or labelling should be used in the plant (and referred to in the as-implemented cabling documentation) in such a way to facilitate the work of inspection and replacement of the network components. Colour coding provides easy identification between optical fibre cabling and balanced cabling.

NOTE See Clause 7 for additional information.

#### **4.4.6.2 Additional requirements for CPs**

Cables and AOs should be labelled in accordance with the system drawings. Labelling of connectors and/or cables (balanced and optical fibre) should be used for easy identification. Security shall be taken into account when deciding coding and labelling.

Means for identifying optical fibre polarity shall be provided.

#### **4.4.6.3 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding coding and labelling requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **4.4.6.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

#### **4.4.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shielded cabling**

##### **4.4.7.1 Common description**

##### **4.4.7.1.1 Basic requirements**

When portions of generic cabling are used to support communication for a given CP, those portions of generic cabling shall conform to the requirements of the CP.

The earthing and bonding of equipment and the use of shielded cabling are very important aspects of the cabling installation.

Earth potential differences between cabling end points will induce noise in the cabling system. This is especially true in shielded cabling systems. Controlling earth currents is extremely important in reducing interference caused by earth offsets. Shield currents shall be mitigated by using a proper earthing system and/or proper shield earthing techniques as defined in this document and the relevant CPs. If this requirement cannot be met, then alternate media, such as unshielded cables, optical fibre cables, or wireless, shall be considered.

Building and plant earthing wiring systems are implemented according to local, national or international regulations and standards (such as IEC 60364-4-41 and IEC 60364-5-54). If conformance is required, then the network planner/installer and verifier shall obtain confirmation that the facility conforms to the applicable standards and the relevant CP.

##### **4.4.7.1.2 Planner tasks**

The planner shall perform the following tasks.

- **Requirement 1**

- The planner shall check with the owner of the building and plant the implemented configuration of the earthing system of the building and plant and the value of the earth resistance.

- **Requirement 2**

For the connections to the existing building and plant earthing system, the network installation planner shall specify the following requirements for proper connection.

- A quality of the earthing connections requirement as defined in 5.7.1.

A common bonding network (CBN) with the required earth impedance and high current carrying capacity formed by all metallic constructional components shall be available.

- In order to insure long-term reliability, appropriate measures shall be performed to protect earthing cables and connections against corrosion.

Methods for controlling potential differences in an earth system and selection of the earthing and bonding systems shall be as described in 4.4.7.1.3.

#### **4.4.7.1.3 Methods for controlling potential differences in the earth system**

The planner shall design the earthing of the industrial communication network in accordance with this document and the relevant installation profile. IEC TR 61000-5-2 gives additional guidance.

There are two proven earthing methods: equipotential and star (see 4.4.7.3). The planner shall use one of these to reduce the effects of earth offsets.

If this is not possible, then alternate transmission media shall be used (such as unshielded cables, optical fibre cables, or wireless).

#### **4.4.7.1.4 Selection of the earthing and bonding systems**

The planner should have a complete understanding of the condition of the existing earthing and bonding system of the building/plant in the network coverage area. If there is an adequate earthing and bonding system present, the complete system can be handled without division into earth sub-systems. If this is not the case, then the system should be split into earthing sub-systems. Each earthing sub-system may then use any of the proven earthing and bonding methods as required by the applicable CP installation profile. The planner should provide advice to the machine tool builder regarding the earthing scheme implemented in the facility and to design the earthing of the machine according to the scheme in the facility and the specific installation profile. The flowchart in Figure 14 is provided to help the planner in determining how to proceed.

The earthing and bonding system shall be constructed by cables, bus bars, and other components in accordance with EN 50310 and shall not consist of pathways and building steel. Pathways and building system shall be bonded to the earthing and bonding system.

The planner shall document the chosen earthing system (mesh earthing or star earthing) for the complete communication network. Annex E recalls the reasons for using a specific system for power network.

#### **4.4.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways**

##### **4.4.7.2.1 Equalisation and earthing conductor sizing and length**

The equalisation conductors and earthing conductors shall have a resistance  $< 1 \Omega$  (see 5.7.1).

The planner should require that the length of all equalization conductors and earthing conductors be cut to minimum lengths. Coiling of excess grounding and equalization conductors is not permitted as this decreases the effectiveness of the grounding and equalization conductors. Figure 13 shows the relationship between the cross-sectional area and the maximum length of the conductor.

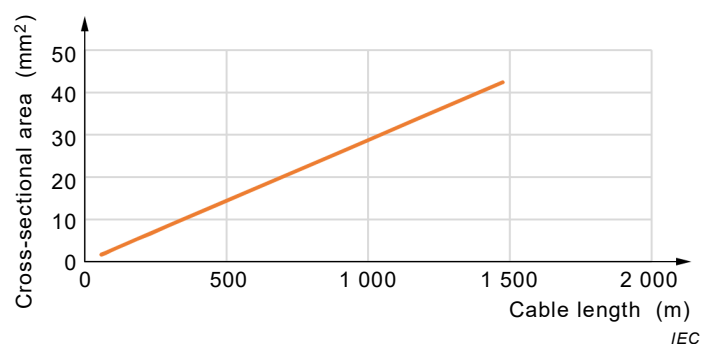


**Figure 13 – Equalisation and earthing conductor cross-sectional versus maximum length**

Table 14 shows maximum length values that correspond to typical standard cross-sectional areas expressed in mm<sup>2</sup> (see Annex F for the complete list of IEC 60228 and AWG values). These maximum length values are based on providing a maximum resistance of 0,6  $\Omega$  in order to ensure that the maximum resistance value of 1  $\Omega$  is not exceeded between the enclosure and the pre-existing earthing and bonding point.

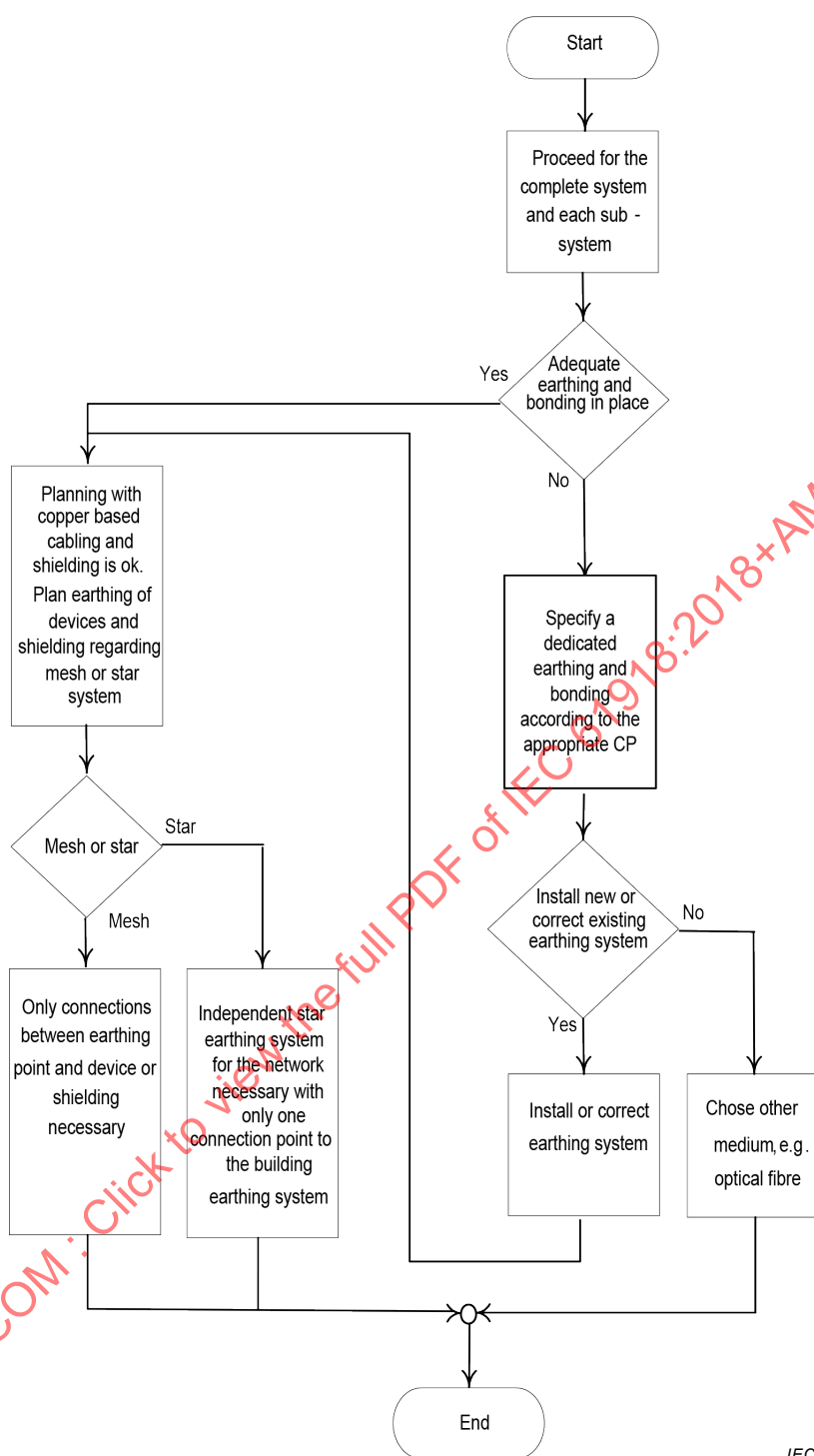


**Figure 14 – Selection of the earthing and bonding systems**

NOTE Long earthing conductors could increase earth impedance, rendering the earthing ineffective in lightning events.

For needed length equalization, conductors and earthing conductors shall have a cross-sectional area with a value not less than the value shown in Table 14 for a maximum lengths that is higher than the one requested. The length of earth straps should be no less than 25 mm (1 inch). Local regulations may require additional earthing conductor requirements.

**Table 14 – Equalisation and earthing conductor sizing and length**

| Cross-sectional areas<br>mm <sup>2</sup> |              | Maximum length<br>m |
|------------------------------------------|--------------|---------------------|
| IEC 60228                                | AWG          | a                   |
|                                          | 8,36 (8 AWG) | 291                 |
| 10                                       |              | 349                 |
|                                          | 10,5 (7 AWG) | 368                 |
|                                          | 13,3 (6 AWG) | 461                 |
| 16                                       |              | 556                 |
|                                          | 16,8 (5 AWG) | 582                 |
|                                          | 21,1 (4 AWG) | 736                 |
| 25                                       |              | 870                 |

<sup>a</sup> Length of a conductor having a resistance  $R = 0,6 \, \Omega$ .

#### 4.4.7.2.2 Bonding straps and sizing

Bonding straps shall be constructed of copper or zinc plated steel (see Table 15 which provides data taken from IEC 60364-5-54).

The bonding straps should preferably be stranded to ensure that the connection is also effective at high frequencies as a result of the large surface area.

**Table 15 – Bonding straps cross-section**

| Material          | Minimum cross-section<br>mm <sup>2</sup> |
|-------------------|------------------------------------------|
| Copper            | 6                                        |
| Zinc plated steel | 50                                       |

Table 16 (with data taken from IEC 60364-5-54) provides requirements for bonding plate's surface protection.

**Table 16 – Bonding plates surface protection**

| Material | Surface protection | Thickness<br>µm |
|----------|--------------------|-----------------|
| Copper   | Bare               | None            |
|          | Tin-coated         | 1 to 5          |
|          | Zinc-coated        | 20 to 40        |

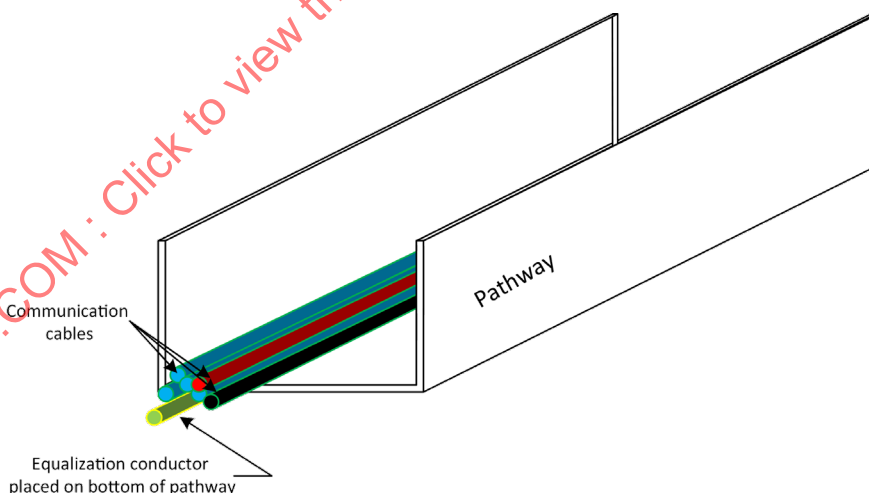
#### 4.4.7.2.3 Surface preparation and methods

The cabling planning documentation shall require that all connections to metallic surfaces be prepared in a way to provide a low resistance of the connection and enduring protection against corrosion. Subclause 5.7.2.3 provides additional guidance to the installers on making good connections to metallic surfaces.

#### 4.4.7.2.4 Bonding and earthing

The planner shall require the following.

- a) Earthing connections for the cabinets shall not be daisy chained.
- b) Where two independently moving metallic pathways are separated, a flexible bonding strap shall be used to bond the two metallic sub pathways together (see Figure 31).
- c) Where two metallic pathways are mechanically connected using solid metal straps, a separate flexible bonding strap may be used.
- d) Expansion joints and joint connections shall be bridged by flexible bonding straps (see Figure 31).
- e) All inactive metal parts, particularly in the immediate vicinity of automation components and communication cables, shall be bonded to the earthing system. This includes all metal parts of cabinets, construction and machine parts, etc., that do not have any electrical conducting function in the automation system.
- f) If an equipotential system is required, metallic conductive cable pathways shall be included in the equipotential bonding of the system and between the individual system sections. The planner shall specify how often the pathways shall be connected to the equipotential bonding system.
- g) The individual segments of the cable pathways shall be connected at low impedance with each other.
- h) Earthing conductors shall be kept as short as possible.
- i) Excess lengths of earthing and bonding conductors shall not be coiled.
- j) Earthing conductors and equalisation conductors shall be placed nearest to the metallic pathway where they are installed, to reduce the impedance of the earth circuit (Figure 15). Attention shall be paid to the fact that the noise changes the impedance of the earthing conductors and equalisation conductors in function of its frequency. The graph in Figure 16 shows the consequences of increasing the length of the earthing and or the equalizations conductor without increasing the wire gauge.



IEC

**Figure 15 – Placement of equalisation conductors**



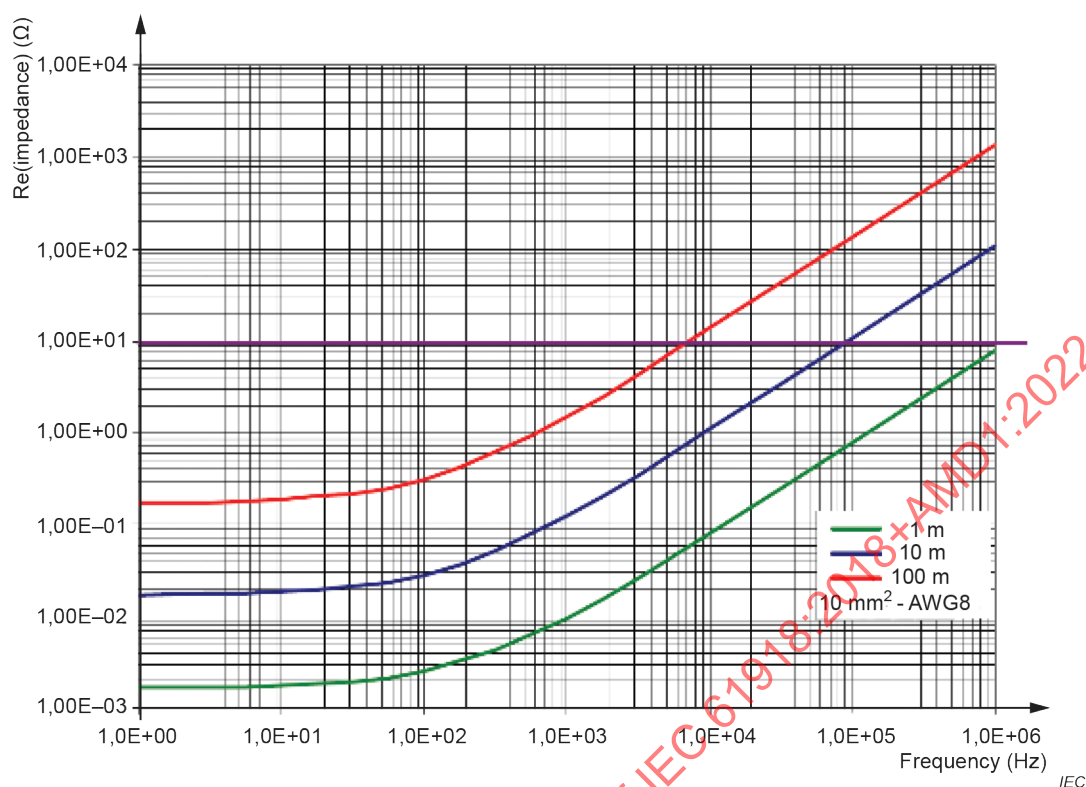


**Figure 16 – Impedance of the earthing conductors and equalisation conductors versus noise frequency**

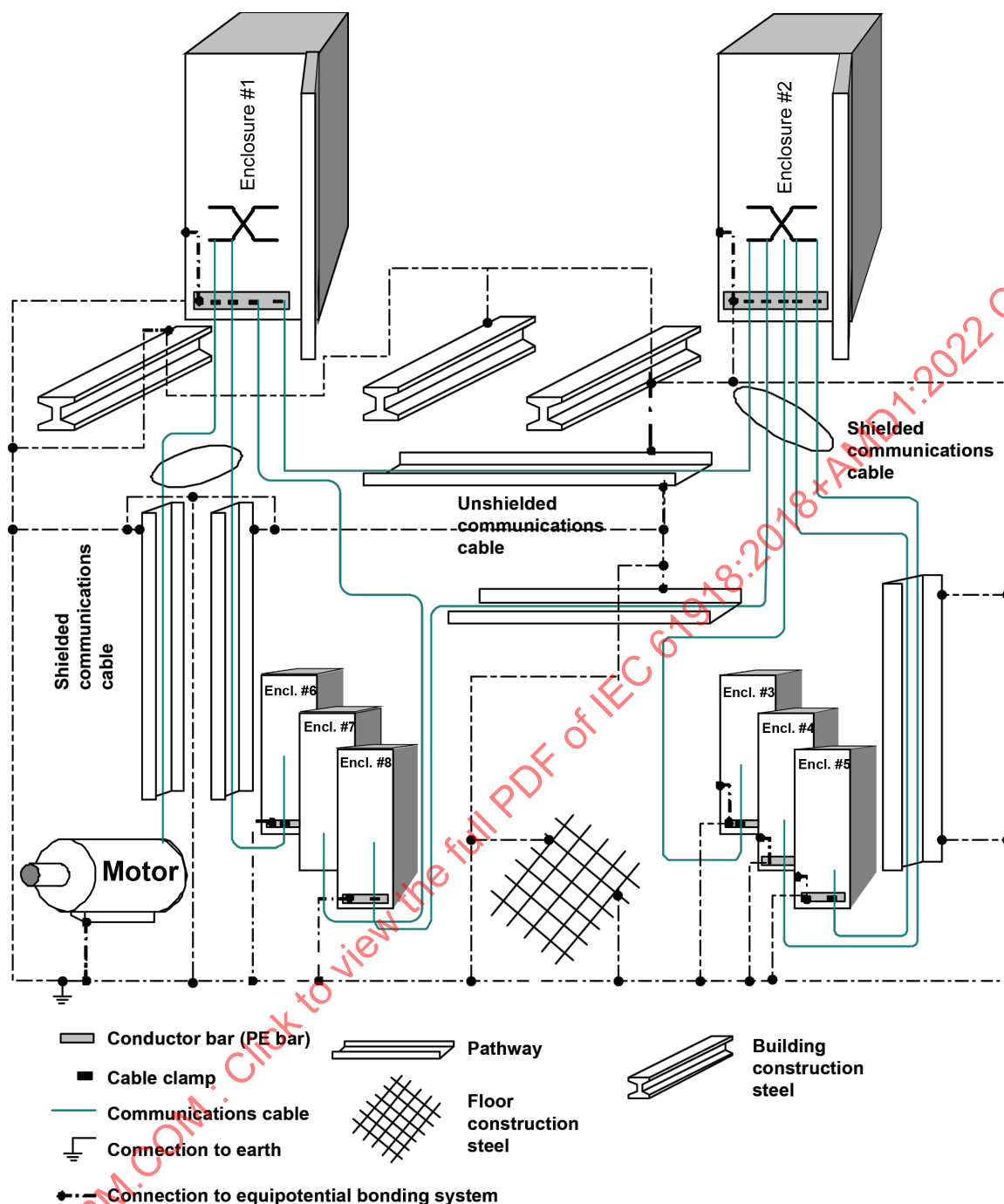
#### 4.4.7.3 Earthing methods

##### 4.4.7.3.1 Mesh

Figure 17 shows an example of wiring for bonding enclosures, pathways and wiring of the earths arranged as a mesh to implement an equipotential earthing configuration.

The potential equalization cables shall be specified in accordance with 4.4.7.2.

If earth current cannot be controlled, this may cause component failure or communications faults. In this case, alternate media should be considered.



IEC

**Figure 17 – Wiring for bonding and earthing in a mesh configuration**

Local, national or international safety earthing standards shall be applied.

NOTE Safety always takes precedence over EMC.

#### 4.4.7.3.2 Star

Currents in earth paths generated by high currents can be controlled by the means of a star earthing system and by isolating the signal earth from the equipment earth. This is accomplished by providing two star earths, one for the equipment and a second for the communication equipment. Shields for the communication equipment shall be referenced only to the signal earth and no equipment shall be referenced to the signal earth. Each of the star

earths of the two systems shall converge to one point within the building, as shown in Figure 18.

When the devices are required to be connected to a functional earth system that is isolated from the protective earth system at the enclosures, the planner shall specify the method to be used for the isolation. Isolated bus bars can be used to create a signal earth or functional earth (see Figure 33).

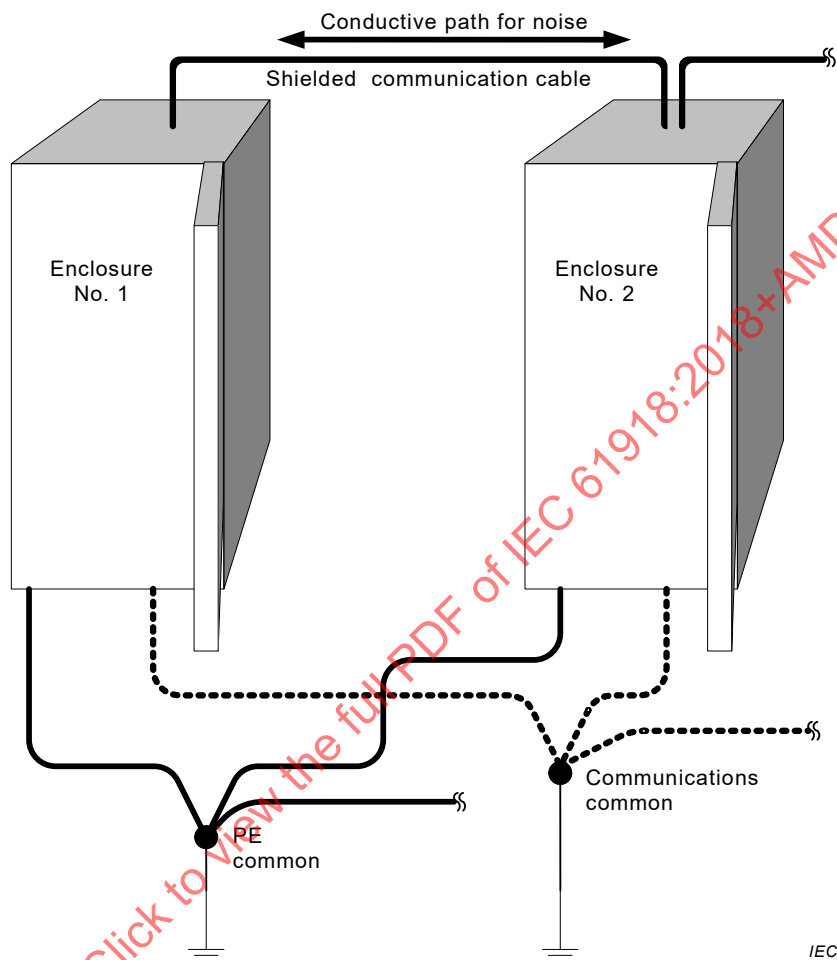


**Figure 18 – Wiring of the earths in a star earthing configuration**

#### 4.4.7.3.3 Earthing of equipment (devices)

Equipment is normally earth connected, whereby the equipment's functional earth (M) is connected to the protective earth (PE) over a large area (see Figure 19). In exceptional circumstances, equipment can be arranged as a non-earthed system. This may be necessary if high short-circuit currents can occur (induction furnaces, etc.). In a non-earthed system, it is necessary to provide an insulation-monitoring device with a voltage limiter as shown in Figure 20. The term "non-earthed" is also used if a parallel RC circuit is fitted between the communication shield and earth. Many devices are fitted with a parallel RC circuit of this type to improve the interference immunity. This should be considered when choosing an earth-leakage monitor. In addition, the non-earthed arrangement ensures that uncontrolled equalisation currents do not damage or disrupt communication devices on the bus. The relevant safety regulations shall be observed.

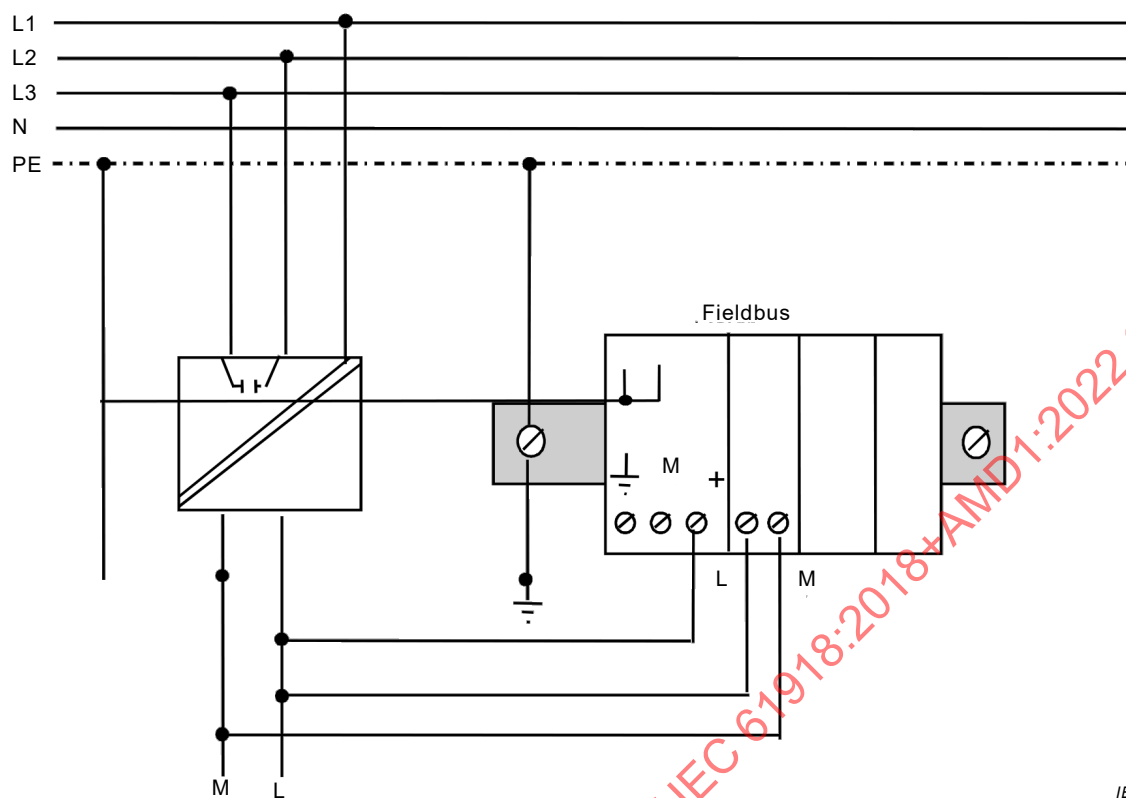


Figure 19 – Schematic diagram of a field device with direct earthing

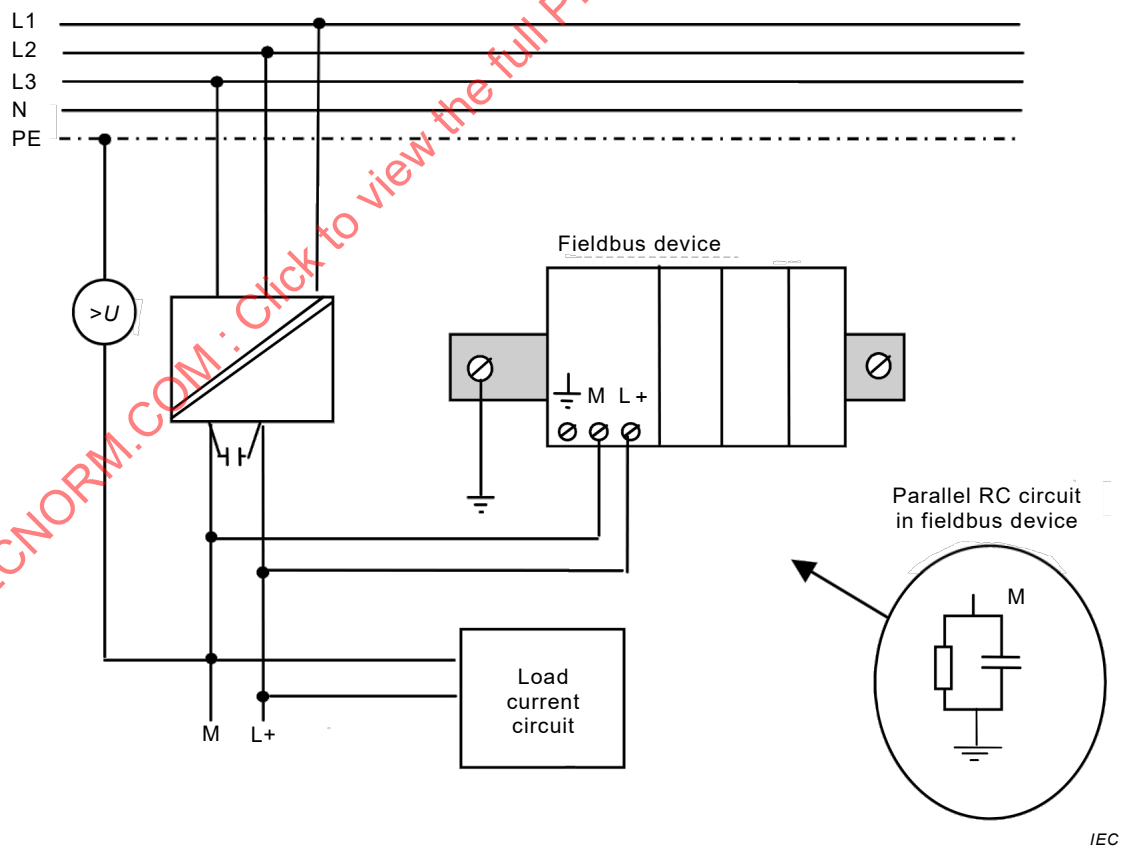


Figure 20 – Schematic diagram of a field device with parallel RC circuit earthing

#### 4.4.7.3.4 Copper bus bars

Bus bars shall be used for the interconnection of earthing conductors.

Bus bars shall be selected and interconnected in accordance with local, national and international regulations and standards.

Bus bars shall be constructed of copper or copper alloys having a minimum conductivity of  $5,52 \times 10^7$  S/m (95 % IACS) when annealed as specified by International Annealed Copper Standard and shall be finished with either tin coated surfaces or galvanically stabilized surfaces.

The bus bar shall be sized to carry noise currents and fault currents, which are anticipated in the installation environment, and to provide the mechanical capability for connection of the earthing conductors.

The bus bar impedance is seen in series to all earthing conductors connected to it. For fault current capability, the bus bar cross sectional area shall be at least five times the cross sectional area of the earthing conductor connected to the bus bar, considering the largest earthing conductor listed in Table 14 it shall be at least 125 mm<sup>2</sup>. A maximum useful thickness of 9,25 mm is determined by the skin effect at 60 Hz. The minimum thickness value shall be 5 mm for mechanical capability; in this case, the minimum width shall be 25 mm. The bus bar width shall provide full coverage of the connecting hardware.

The bus bar length shall be as needed to support the number of connection of all the earthing conductors, with the maximum length given by formula (2).

$$L_{\max} = Z_{\max} \times P \times \delta \times 10^{-6} / \rho \quad (2)$$

where

$L_{\max}$  is the maximum length in m;

$Z_{\max}$  is the maximum impedance in  $\Omega$ ;

$P$  is the perimeter of the cross section of the bus bar, in mm;

$\delta$  is the skin depth in mm at a given frequency; for copper, its value is  $65,4 \text{ mm}/\sqrt{\nu}$  where  $\nu$  is the unit less value of the frequency in Hz and for copper alloy annealed as specified above is  $67,6 \text{ mm}/\sqrt{\nu}$ ;

$\rho$  is the resistivity of the conductor. For copper, its value is  $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \times \text{m}$  (at 20 °C) and for copper alloy annealed as specified above is  $1,81 \cdot 10^{-8} \Omega \times \text{m}$  (at 20 °C).

EXAMPLE 1  $L_{\max} = 3,6 \text{ m}$ , with  $Z_{\max} = 0,1 \Omega$  at 50 MHz for a copper bus bar having a sectional perimeter of 60 mm.

EXAMPLE 2  $L_{\max} = 0,7 \text{ m}$ , with  $Z_{\max} = 0,1 \Omega$  at 1 GHz for a copper bus bar having a sectional perimeter of 60 mm.

Bus bars should be supplied with pre-punched holes for use with cable terminating lugs.

The bus bar shall be used in accordance with 5.7.2.3. When it is necessary to isolate a copper bus bar, the isolation to the local earth shall be  $> 2 \text{ M}\Omega$ .

#### 4.4.7.4 Shield earthing

##### 4.4.7.4.1 Non-earthing or parallel RC

The planner shall specify if the installer shall use shield termination earthed with a parallel RC circuit (see Figure 35). In addition, the planner shall make aware the installer of the fact that non-earthed shield termination could affect the integrity of the shield due to the dangerous noise currents caused by the earth offset.

When the communication shields are required to be earthed directly at both ends, then the bonding method shown in Figure 17 shall be used.

#### **4.4.7.4.2 Direct**

The planner shall specify if the installer shall use the direct shield earthing, as represented in 5.7.4.3.

If the voltage offset between two communicating devices, which are directly connected to earth, exceeds 1 V at 50/60 Hz, then an equalization conductor shall be added to mitigate the voltage offsets that might otherwise create current through communication shields (see Figure 38). The cross-sectional area shall be in accordance with 4.4.7.2.1, 4.4.7.2.4 and 5.7.2.1. The planner shall document the requirements for this conductor in the cabling planning documentation.

#### **4.4.7.4.3 Derivatives of direct and parallel RC**

The planner shall specify which derivatives of direct and of parallel RC shield earthing shall be used by the installer. Examples of derivatives are provided in 5.7.4.4.

#### **4.4.7.5 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding earthing and shielding requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **4.4.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

### **4.4.8 Storage and transportation of cables**

#### **4.4.8.1 Common description**

The planner shall require that manufacturer's handling and storage requirements be met during transportation, storage and installing in accordance with the specified local environmental conditions. To protect cable ends from corrosion, the cables should be kept sealed at both ends until installed and terminated.

#### **4.4.8.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding storage and transportation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **4.4.8.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

### **4.4.9 Routing of cables**

#### **4.4.9.1 Common description**

Subclause 4.4.9 describes the requirements for CPs cable routing inside buildings and enclosures and outside buildings and provides guidance on the routing of earthing conductors, communication cables and pathways.

NOTE 1 The requirements for routing of cables as they relate to generic cabling are provided in ISO/IEC 14763-2.

- Cable routes shall be selected to minimize noise coupling and crosstalk.
- Excess cables shall be dressed to minimise noise coupling from adjacent radiators, i.e. shaped like an 8 with a length of 0,3 m to 0,5 m and maintaining correct bending radius.

- Cables (optical fibre and balanced) shall be routed in such a way that they are protected from damage.
- Cables shall be grouped according to the circuit types as defined in Table 17.
- Cable routes for networks supporting functional safety systems should be implemented in accordance with the specified precautions. It could help using unique labelling and colouring to uniquely identify this cabling.

In addition the planner shall request not to bundle cables, because this may lead to heat build-up.

For the placement and protection of cables other than pre-manufactured assemblies (see 4.4.9.2) the planner shall require the use of cable pathways. Cable pathways shall be in accordance with ISO/IEC 14763-2:2012. The selection of the cable pathway system shall take into account the environmental conditions. The cable supplier's instructions shall be consulted to confirm that the selected pathway system is appropriate for the cable to be installed.

The planner shall request that the pathway systems used for EMC purposes are installed in accordance with the following rules (see Figure 31).

- A solid metallic wall construction shall be used. Meshed grating structures are only allowed if they provide the required level of EMC protection. Wire pathways and pathways with vents shall be avoided.
- Pathways shall be connected by using rigid metal straps with maximum coverage of the gap.
- The connection with braided straps is only allowed when the connected two parts of the pathway system are expected to move independently from each other.

The planner should request that a single braided strap between two parts of the pathway system is not used due to degraded electromagnetic performance caused by high local impedance.

NOTE 2 From frequencies of a few MHz upwards, a 10 cm braided strap between the two parts of the cable management system would degrade the impedance by more than a factor of 10.

Appropriate cable pathways and pathway systems shall be specified to ensure that cables are protected from damage and that suppliers' specifications for bending radius, tensile strength, crush resistance and temperature range are complied with during installation and operation.

Information technology cables containing flammable material (for example polyethylene sheaths) shall either be

- a) terminated inside the building, within 2 m (or an alternative distance if defined by national or local regulations) of the point of internal penetration of the fire barrier (for example, floor/ceiling/wall), or
- b) installed within trunking or conduit that is considered as fire barrier in accordance with local fire regulations.

#### **4.4.9.2 Cable routing of assemblies**

The planner shall not define cable routes that require installing cables near the following:

- lights,
- motors,
- drive controllers,
- arc welders,
- induction heaters,
- RF fields (transmitters),

- antennas.

The planner shall assure that pre-manufactured subassemblies of an automation system shall be designed in accordance with 4.4.10.

The appropriate high flex cable shall be used in a rolling "C" track application. Cables shall be rated appropriately for use in applications requiring constant movement of cables such as robotic applications where the cable is moved in a bending flex fashion (see 4.4.1.5).

#### **4.4.9.3 Requirements for cable routing inside enclosures**

The planner shall specify:

- a) the requirements for the pathways to be used (for example, continuous metallic, non-continuous metallic, non-metallic);
- b) that the cables shall be separated into individual bundles according to the circuit type as defined in Table 17 of 4.4.10;
- c) that the cable shield shall be continuous and terminated in accordance with the manufactures instructions and CP installation profile.

#### **4.4.9.4 Cable routing inside buildings**

In addition to the requirements specified in 4.4.9.1, the planner shall require the following.

- a) Communication cables routed inside buildings shall be separated from other cable circuits as specified in Table 17.
- b) When installed in metallic pathways, the pathways shall be earthed and bonded in accordance with Figure 16.
- c) If communication cables share the same pathway with other cable circuits, they may require isolation by means of metallic partitions. The metallic partition shall be selected in accordance with the behaviour needed from an EMC point of view (see Figure B.5).
- d) If only one metallic pathway is available for the several cable circuit types, communication cables and low-voltage power cables or the individual cable circuit types shall be isolated from each other by a metallic partition. The partition shall be directly connected to the pathway.

#### **4.4.9.5 Cable routing outside and between buildings**

The rules described in 4.4.9.4 also apply for installing cabling outside buildings. Cables installed between buildings shall be segregated for physical protection (e.g. by using a plastic pipe).

Copper cabling installed above earth shall be protected from lightning where appropriate.

The planner should consider the use of optical fibre cables for connections between buildings and between buildings and external facilities where lightning is a problem and/or where there is a large potential earth offset between the buildings and external facilities.

#### **4.4.9.6 Installing redundant communication cables**

Redundant cables should always be installed in separate cable routes in order to prevent simultaneous damage. Labels and distinctive cable/conduit colouring should be used as a means of distinguishing between redundant cables (see 4.4.6). The planner may require additional measures in accordance with IEC 62439.

#### **4.4.10 Separation of circuits**

Table 17 defines the minimum distances between circuit types inside and outside buildings.



Requirements in Table 17 apply to all cabling.

**Table 17 – Cable circuit types and minimum distances**

| Circuit type                                                                                                                                                                                                                                                          | Cables for                                                                                                                                                  | Distance for routing outside enclosure | Distance for routing inside enclosure or metallic pathway |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| AC power lines of greater than 100 kVA<br>High-power digital AC I/O<br>High-power digital DC I/O<br>Power connections (conductors) from motion drives to motors                                                                                                       | Motors<br>Motor drives<br>Secondary spark welders, power mains                                                                                              | 0,6 m (24 in)                          | 0,3 m (12 in)                                             |
| Analog I/O lines and analog circuits<br>Low-power digital AC/DC I/O lines<br>Communication cables for control<br>AC power lines of 20 A or more, but only up to 100 kVA                                                                                               | Switched I/O<br>Solenoid<br>Contactors                                                                                                                      | 0,3 m (12 in)                          | 0,15 m (6 in)                                             |
| Low-voltage DC power lines<br>Communication cables to connect between system components within the same enclosure<br>Process signals ( $\leq 25$ V)<br>Unscreened DC voltages ( $\leq 60$ V)<br>Unscreened AC voltages ( $\leq 25$ V)<br>Conductors of less than 20 A | DC power supplies<br>Low-voltage DC I/O                                                                                                                     | 0,15 m (6 in)                          | 0,08 m (3 in)                                             |
| Electric light and power                                                                                                                                                                                                                                              | Minimum distance: 8 cm (3 in):<br>0 V to 100 V: 8 cm (3 in)<br>101 V to 200 V: 11 cm (4 in)<br>201 V to 300 V: 13 cm (5 in)<br>301 V to 400 V: 16 cm (6 in) |                                        |                                                           |

#### 4.4.11 Mechanical protection of cabling components

##### 4.4.11.1 Common description

Install cabling components in areas that provide protection from damage from machine movement including tow motors.

Additional protection may be required to prevent damage from falling objects, liquid, heat and sparks.

The connectors specified in the installation profile shall be used in the bulkhead connection assemblies.

##### 4.4.11.2 Specific requirements for CPs

Additional information regarding mechanical protection of cabling components requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

##### 4.4.11.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

See ISO/IEC 14763-2.

#### **4.4.12 Installation in special areas**

##### **4.4.12.1 Common description**

Cable construction or protection shall be selected based on characteristics of the area or application. For example, weld-spatter applications require weld-spatter cabling or protective sheathes over the cabling.

Documents for installation implementation shall be provided.

##### **4.4.12.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding installation on special areas requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

##### **4.4.12.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

#### **4.5 Cabling planning documentation**

##### **4.5.1 Common description**

Cabling planning documentation shall be produced based upon the requirements of 4.1, 4.2, 4.3, and 4.4 and shall contain the elements listed in 4.5.2, 4.5.3, and 4.5.4 as appropriate, that shall be collected in documents organised and named in accordance with IEC 62708.

##### **4.5.2 Cabling planning documentation for CPs**

The cabling planning documentation should contain the following information:

- specified environment;
- location of each AO;
- location of interconnections;
- location of connection for device;
- topology;
- earthing, bonding and shielding requirements;
- cable type (shielded, unshielded, optical fibre, etc.);
- additional cable requirements to meet the specified environment (flex, liquid or dust ingress rating, temp, etc.);
- length of cable section;
- pathways type (cable tray, conduit, duct, metallic rack, etc.);
- placement instructions for the cables (routing);
- labelling instructions for AO and cables;
- type of connector, including sealing requirements, for the specified environment, and pin pair assignment;
- connector installation requirements;
- required mitigation;
- required channel/ permanent link performance;
- life cycle of cabling;
- designation of the areas containing optical fibre cabling in accordance with IEC 60825-2;
- list of tests required;

- a table for comparison of nominal and actual network performance values;
- list of spare parts;
- planner's compliance statement (see 4.1.3).

#### **4.5.3 Network certification documentation**

If electrical safety certification is required, then the planner shall define the required documents and the list of actions to be taken to obtain the certification and the required documents.

#### **4.5.4 Cabling planning documentation for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

#### **4.6 Verification of cabling planning specification**

The planner shall verify that the cabling planning work is fully and correctly documented as described in 4.1.3 and specifically shall verify the following:

- components for the design match the specified environment;
- adequate plant/building earthing system exists to support the required communication performance.

### **5 Installation implementation**

#### **5.1 General requirements**

##### **5.1.1 Common description**

The installation shall be performed in accordance with the cabling planning documentation (see 4.5). The installer shall consult with the planner before deviating from the installation specification. All agreed deviations shall be recorded in the cabling planning documentation.

The requirements specified in this Clause 5 for the CPs also apply for the installation implementation of balanced 1-pair networks specified in Annex Q.

Additional requirements are specified in Clause Q.3.

##### **5.1.2 Installation of CPs**

For cabling in support of CPs specified in IEC 61784 (all parts), the installation personnel (termed "the installer" in this document) shall be familiar with the appropriate installation profile of IEC 61784-5 (all parts).

##### **5.1.3 Installation of generic cabling in industrial premises**

For generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3, the requirements and recommendations for installation shall be in accordance with ISO/IEC 14763-2.

#### **5.2 Cable installation**

##### **5.2.1 General requirements for all cabling types**

###### **5.2.1.1 Storage and installation**

The cabling components shall be transported, stored, and installed in accordance with the manufacturer's guidelines and 4.4.8.

In addition, requirements in the cabling planning documentation (4.4.8) shall be applied.

### 5.2.1.2 Protecting communication cables against potential mechanical damage

Communication cables shall not be subject to mechanical loads that exceed the manufacturer's specifications and the values or range of values defined in the installation profile according to the templates given in Table 18, Table 19, Table 20, and Table 21. Cable pathways and pathway systems specified by the planner shall be installed in such a way to ensure that cables are protected from damage and that suppliers' specifications for bending radius, tensile strength, crush resistance and temperature range are complied with during installation.

NOTE Examples of values or of range of values are provided in the installation profiles of CPs.

**Table 18 – Parameters for balanced cables**

| Characteristic          |                                             | Value |
|-------------------------|---------------------------------------------|-------|
| <b>Mechanical force</b> | Minimum bending radius, single bending (mm) |       |
|                         | Bending radius, multiple bending (mm)       |       |
|                         | Pull forces (N)                             |       |
|                         | Permanent tensile forces (N)                |       |
|                         | Maximum lateral forces (N/cm)               |       |
|                         | Temperature range during installation (°C)  |       |

**Table 19 – Parameters for silica optical fibre cables**

| Characteristic          |                                             | Value |
|-------------------------|---------------------------------------------|-------|
| <b>Mechanical force</b> | Minimum bending radius, single bending (mm) |       |
|                         | Bending radius, multiple bending (mm)       |       |
|                         | Pull forces (N)                             |       |
|                         | Permanent tensile forces (N)                |       |
|                         | Maximum lateral forces (N/cm)               |       |
|                         | Temperature range during installation (°C)  |       |

**Table 20 – Parameters for POF optical fibre cables**

| Characteristic          |                                             | Value |
|-------------------------|---------------------------------------------|-------|
| <b>Mechanical force</b> | Minimum bending radius, single bending (mm) |       |
|                         | Bending radius, multiple bending (mm)       |       |
|                         | Pull forces (N)                             |       |
|                         | Permanent tensile forces (N)                |       |
|                         | Maximum lateral forces (N/cm)               |       |
|                         | Temperature range during installation (°C)  |       |

**Table 21 – Parameters for hard clad silica optical fibre cables**

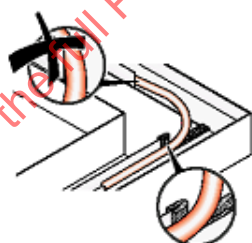
| Characteristic          |                                             | Value |
|-------------------------|---------------------------------------------|-------|
| <b>Mechanical force</b> | Minimum bending radius, single bending (mm) |       |
|                         | Bending radius, multiple bending (mm)       |       |
|                         | Pull forces (N)                             |       |
|                         | Permanent tensile forces (N)                |       |
|                         | Maximum lateral forces (N/cm)               |       |
|                         | Temperature range during installation (°C)  |       |

Communication cables should be protected by a continuous enclosed metallic conduit or by a steel cable tunnel in pathway areas of building and machine sections as well in the region of transport routes and throughways.

The cable supplier's instructions shall be consulted to confirm that the selected pathway system is appropriate for the cable to be installed.

Pathway systems shall be as specified by the planner and installed to eliminate the risk of damage from sharp edges or corners. Edge protection should be used as shown in Figure 21. Where required, the installer shall install pathways which provide protection from water or other contaminant liquids.

Pathways shall be kept clean and free from obstruction with all separators and bridging pieces in place before the installation of cabling. Access points shall not be obstructed.



IEC

**Figure 21 – Insert edge protector**

Where the cable is to be pulled within shared pathways, the installer shall take precautions to prevent damage to both new and existing cables or structures.

Redundant cables should always be installed in separate cable routes in order to prevent simultaneous damage through the occurrence of the same event (see 4.4.9.6).

### 5.2.1.3 Avoid forming loops

When pulling cables into pathways, the installer shall use a suitable cable spool management method to prevent damage caused by torsion and looping (see Figure 22).

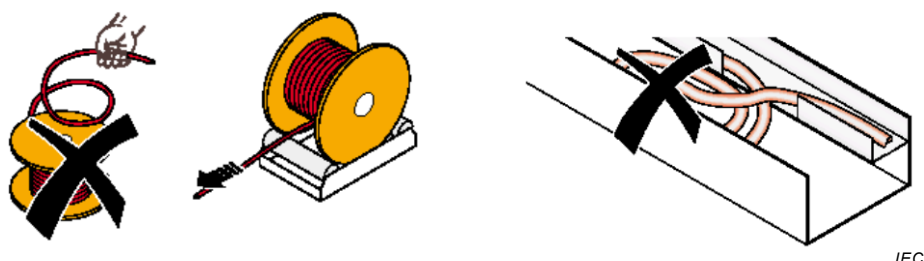


**Figure 22 – Use an uncoiling device and avoid forming loop**

#### 5.2.1.4 Torsion (twisting)

Torsional stress can result in shifting individual cable construction elements and therefore may have a negative influence on the electrical properties of the cable. For this reason, communication cables shall not be twisted as shown in Figure 23, unless they are specially designed cables for torsional strain (for example in robotic applications).

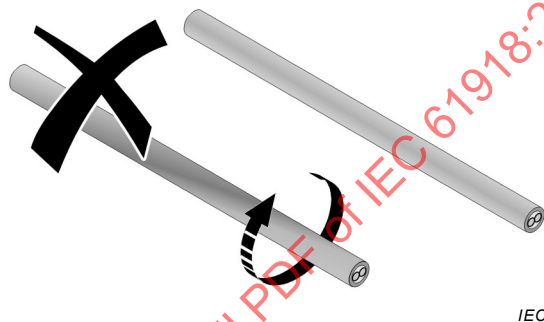


**Figure 23 – Avoid torsion**

#### 5.2.1.5 Tensile strength (on installed cables)

When installing additional cables in pathways, the installer shall use installation methods that ensure that the tensile strength limits of the installed cables are not exceeded.

#### 5.2.1.6 Bending radius

The minimum-bending radius of a cable is as specified in 5.2.1.2, in accordance with the manufacturer's data sheet. The bending radius shall not fall below the specification at any time.

NOTE 1 Failure to observe this requirement could result in permanent degradation in the cable's electrical or optical performance.

NOTE 2 The bending radius of a cable is affected by the following.

- Bending radius is greater while pulling it under tensile load than in a resting, installed state.
- Bending radius only applies for the flat side when bending flattened cables. Bending over the rounded side requires much greater radii.

It is recommended to secure cables with cable clamps when installed at a right angle and with proper strain relief as shown in Figure 24.

NOTE 3 Over-tightening the clamps could crush the cable.

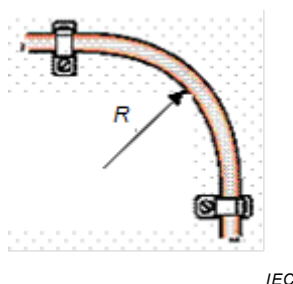


**Figure 24 – Maintain minimum bending radius**

#### 5.2.1.7 Pull force

The permitted pull force of a cable is as specified in 5.2.1.2, in accordance with the manufacturer's data sheet. The pull force acting on the cable shall not exceed the maximum tensile strength of the cable during handling (for example rewinding) or when installed. Cables shall not be pulled by the individual wires or optical fibres as shown in Figure 25.

Install a pulling grip to the end of the cable to be pulled. This helps to reduce the strain on the cable while pulling into pathways. Wire rollers should be used to reduce the strain on the cable while pulling into the pathway.



**Figure 25 – Do not pull by the individual wires**

#### 5.2.1.8 Fitting strain relief

A strain relief component shall be fitted at a distance of about 1 m from the connecting point of all cables subject to tensile forces (see Figure 26).

NOTE 1 Cable clamps attached to shielding sheaths are not sufficient as strain relief.

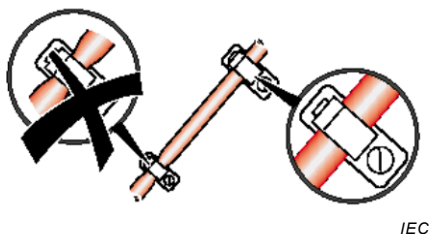


**Figure 26 – Use cable clamps with a large (wide) surface**

Cables shall be properly strain relieved when hanging from ceilings in pendant applications.

Cable clamps shall be used to secure cables in place within control cabinets.

NOTE 2 Over-tightening the clamps could crush the cable.

Cables shall be secured using fabric hook-and-loop or plastic fastening elements with a large surface to avoid deforming the cables. The fastening elements should have a width of at least 5 mm (0,197 in) and should be fastened without power tools.

#### 5.2.1.9 Installing cables in cabinet and enclosures

Cable wire glands with bending protection or other suitable methods shall be used to prevent cable damage due to exceeding the minimum bending radius of the cable (see Figure 27).

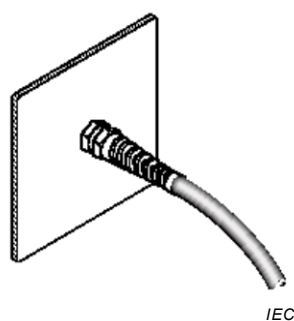


Figure 27 – Cable gland with bending protection

#### 5.2.1.10 Installation on moving parts

Where cables are installed on or between moving parts (for example doors in industrial enclosures/control cabinets), they shall be protected by appropriate fittings to prevent the specified bending radius being compromised (see Figure 28).

#### 5.2.1.11 Cable crush

Cables shall be protected from being crushed. Proper placement of cables or mechanical protection shall be used.

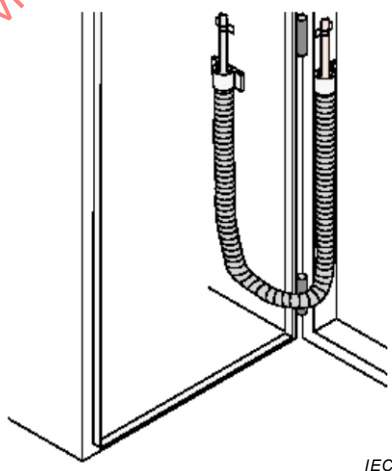


Figure 28 – Spiral tube

#### 5.2.1.12 Installation of continuous flexing cables

Where cables are installed on rolling “C tracks” they shall be laid straight and parallel to the movement of the track. In addition, the separation rules from other circuits shall be observed. The appropriate high flex cable shall be used in a rolling “C” track application. Continuous flexing cables shall be installed in accordance with 4.4.1.5.



### **5.2.1.13 Additional instructions for the installation of optical fibre cables**

#### **5.2.1.13.1 Use cable pulling tools**

Cable pulling tools shall only be used if

- specified in the cables suppliers instructions;
- it is applied to the constructional elements of the cables as specified in the cable supplier's instructions.

#### **5.2.1.13.2 Cautions for handling optical fibre cables**

The installation of optical fibre cabling shall be performed in accordance with the safety requirement of IEC 60825-2 or local regulations.

Open accessible optical fibre ends shall be kept away from skin and eyes.

It is good practice to follow the following recommendations:

- a) installers and maintenance personnel should never look directly into optical fibre ends with either non-protected eye or microscope;
- b) when viewing the optical fibre connector, the installer should be sure that the opposite optical fibre end is disconnected from the transceiver or light source.

#### **5.2.1.13.3 Keeping plugs clean**

Protective caps shall be applied to all exposed optical fibre plugs and adaptors to prevent contamination and damage to optical fibre end-faces.

#### **5.2.1.13.4 Attenuation change under load**

When mixing optical cables with other cable types, care should be taken as to the order of the cable installation to protect the cables from damage.

NOTE This is to protect optical fibre cables against increased bending and tensile loads as, for example, when balanced cables are replaced in the shared cable pathway.

#### **5.2.1.13.5 Strain relief**

Strain relief devices shall be used to reduce mechanical strain on the cable connector interface.

#### **5.2.1.13.6 EMC ruggedness**

Optical fibre cables, even if without metallic sheathing or armour, are resistant to electromagnetic influences. If permissible under local regulations, optical fibre cables may be directly mixed with other circuits (for example 230/400 V supply).

#### **5.2.1.13.7 Crush resistance**

Metallic sheathing or armour provides mechanical protection for fibre optic cables. When conductive protection is used on optical fibre cables, care shall be used in mixing with other circuits of high voltage.

### **5.2.2 Installation and routing**

#### **5.2.2.1 Common description**

The installer shall ensure that the cables are compatible with the environmental conditions of the proposed route. For help in classifying the environment, see 4.2.3 and Annex B.

Particular attention is drawn to the following:

- when routing cables in extreme temperature areas, the cables being installed shall be suitable for both the installation temperature and operational temperature of the local environments;
- when routing cables through wet areas, the cables installed shall be suitable for wet locations;
- when routing cables in aggressive chemicals or gaseous areas, the cables installed shall be suitable for the specific chemicals in the environment.

The routing of cables shall take into account the presence, or potential presence, of electromagnetic interference. Unless appropriate components are selected or mitigation techniques are applied:

- cables shall be routed away from high EMI sources such as motors, motor drives, arc welders, induction heaters, etc.;
- cables shall not be routed in parallel with other noise carrying conductors including mains power.

The installer shall take measures to prevent any flammable materials that are present within cables (for example petroleum gel) leaking in pathways, closures or at any point of termination.

Where cables contain liquid or gel filling materials it is advisable to use protective caps (or equivalent) over exposed ends of the cable. This is particularly important where there may be considerable delays between installation of the cable and final termination.

When cabling with remote powering is used, the effects of heat on the cabling shall be considered as specified in Annex P.

The installer shall make every attempt to place earthing and equalization conductors as close to the metallic pathway as possible. Copper communications conductors should be located above the earthing and equalization conductors.

As for the optical fibre cables, the installer shall observe the minimum cabling path loss requirements (cables and connectors) to insure proper functioning channel. In addition, the instructions of the cable, plug connector and device manufacturer shall be observed.

The installer should place fibre cables either in a separate pathway or in such a way that they will not be damaged by cable loading or during maintenance (e.g. as in Figure 29).

Labels shall be applied in accordance with the cabling planning documentation.

#### **5.2.2.2 Separation of circuits**

To avoid negative effects on communication due to EMI, minimum separation distances shall be observed between cables of different circuits as defined by the planner according to requirements given in 4.4.10.

Communication cables should be installed in a separate pathway away from other circuits to reduce the effects of EMI on the communication cables. In shared pathways, communication cables shall be isolated from other circuits by means of metallic barriers as specified by the planner (see Figure B.5).

Figure 29 provides an example of separation for optical fibre cables.

NOTE Separation provides a number of advantages:

- improvement of the EMC;

- protection of existing cables from damage caused by pulling additional cables in the pathway;
- easier localisation if troubleshooting becomes necessary.

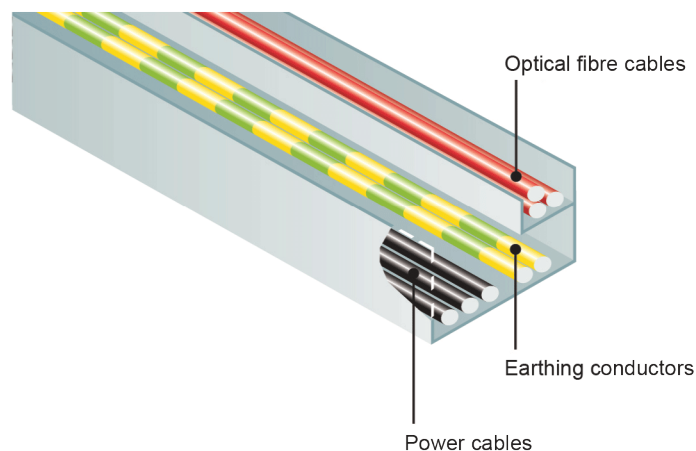


**Figure 29 – Separate cable pathways**

### 5.2.3 Specific requirements for CPs

Additional information regarding the cable installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

### 5.2.4 Specific requirements for wireless installation

None.

### 5.2.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

See ISO/IEC 14763-2.

## 5.3 Connector installation

### 5.3.1 Common description

Cables shall be terminated in accordance with the instructions provided by the manufacturer/supplier of the connecting hardware. If special tools are required for the termination, then only those recommended by the manufacturer shall be used.

Following termination, the cable elements shall be arranged in a manner that allows access to individual connectors, joints and cable elements with minimal disruption to neighbouring components during subsequent repair, expansion or extension of the installed cabling.

The connector pin-pair designation shall be in accordance with the cabling planning documentation.

When making cables or cord sets, the installer shall refer to Annex H for the appropriate connector and connector wiring.

The following common mistakes shall be avoided:

- a) cutting the insulation of the wire, when stripping the cable. If the installer damages the insulation, he/she shall cut off the end of the cable and start over;
- b) failure to put the connector shell or boot on in the correct order of the connector installation;

- c) un-twisting the pairs of symmetrical multi-core cables too far back. This is important for maintaining system performance in balanced cabling systems;
- d) incorrect placement of conductors into the connector.

In addition, for terminating unshielded and shielded twisted pairs cable ends, the following recommendations and the basic rules described in 5.3.2 and 5.3.3 should be applied.

Trim conductors before installing into the connector body as short as possible. The length of the jacket shall be long enough to fit inside the connector back end.

Labels shall be applied in accordance with the cabling planning documentation.

### **5.3.2 Shielded connectors**

The cable shield shall provide a 360 degree shield around the cable along its entire length (a shielding contact applied only through the drain wire has little effect at high frequencies). Cable shields shall be terminated at all termination points.

At each termination point:

- a) special attention shall be paid to the assembly of connection elements. The shield contact shall be applied over 360° according to the Faraday cage principle. The shield shall be terminated to provide a low impedance termination;
- b) the shielding shall continue through an appropriate shield connection; normal pin contacts alone shall not be used;
- c) discontinuities in the shielding shall be avoided, such as even small holes in the shield, pigtails, loops;
- d) shield connections shall be firmly fixed, for instance by strapping or clamping;
- e) shields shall not be used as a strain relief;
- f) shields shall be earthed in accordance with the cabling planning documentation and the relevant CPs requirements.

Shielded connectors shall be installed in accordance with connector and cordset termination procedures given in Annex H and Annex I.

### **5.3.3 Unshielded connectors**

Install connectors according to planner's recommendations and manufacturer's information.

Unshielded connectors shall be installed in accordance with connector and cordset termination procedures given in Annex H and Annex I.

### **5.3.4 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the connector installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

### **5.3.5 Specific requirements for wireless installation**

None.

### **5.3.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

See ISO/IEC 14763-2.

## **5.4 Terminator installation**

### **5.4.1 Common description**

The installation of terminators shall be in accordance with the cabling planning documentation.

NOTE Improper termination of any balanced cable element or shield can degrade transmission performance, increase emissions and reduce immunity (taken from 10.1.6 of ISO/IEC 11801-1:2017).

### **5.4.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the terminator installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## **5.5 Device installation**

### **5.5.1 Common description**

The installer, once agreed with the planner, shall make a note on the as-implemented cabling documentation regarding placement of devices that deviates from the cabling planning documentation.

### **5.5.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the device installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## **5.6 Coding and labelling**

### **5.6.1 Common description**

Coding and labelling shall be applied in accordance with planner's requirements.

### **5.6.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the coding and labelling installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## **5.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shield cabling**

### **5.7.1 Common description**

The installer shall perform the earthing of the installation (including equipment, pathways, devices and cable shields) in accordance with the cabling planning documentation, as detailed in 5.7, and should apply the recommendations of IEC TR 61000-5-2.

Where required by the cabling planning documentation, the installer shall ensure that earthing conductors meet the following specifications.

- The resistive earth impedance should be less than  $0,6 \Omega$  and shall be less than  $1 \Omega$ . The resistive earth is measured between any two points at which communication devices or cable shields are earthed.

NOTE 1 Inductive factors of the earth conductors will raise the effective earth impedance during high frequency events (see Annex B).

NOTE 2 A low resistance is not a sufficient condition to guarantee functional performance with respect to communication errors.

The installer shall also ensure that connection resistance to the earth bus is  $< 0,005 \Omega$  (see 5.7.2.3).

Labels shall be applied in accordance with the cabling planning documentation.

## 5.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways

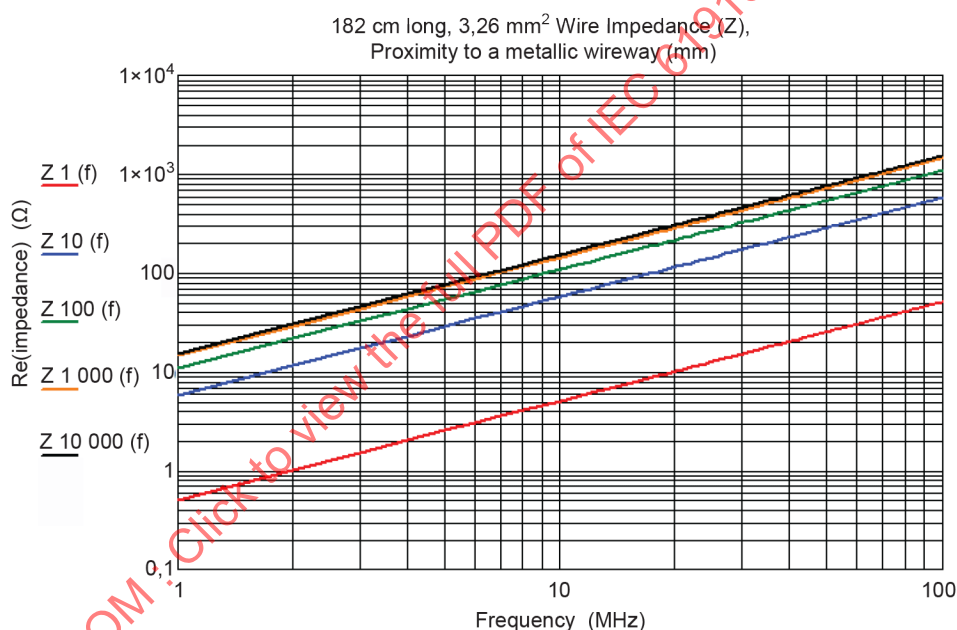
### 5.7.2.1 Equalisation and earthing conductor sizing and length

Placement of the grounding and equalization conductors shall be in accordance with the planner's instructions. If conductor-sizing requirements are not defined in the cabling planning documentation, then the installer shall use the cable cross-section values defined in 4.4.7.2.1.

The earthing conductor length shall be cut to minimum length to complete the connection.

Excess earthing and bonding conductors shall be cut and shall not be coiled. In fact coiling increases their inductance and impedance and decreases the effectiveness of the grounding circuit.

The graphs in Figure 30 show the consequences to the impedance as a result of increasing the spacing between the earthing conductor and the metallic pathway. The installer shall take into account the fact that the equalization and earthing circuit become less effective as the impedance raises with the spacing changing from 1 mm to 10 mm or to 100 mm, etc..



IEC

**Figure 30 – Impedance of the earthing circuit as a function of distance from the metallic pathway**

An earthing conductor shall not be placed into a metallic conduit unless the conductor is bonded at each end of the metallic conduit.

NOTE Omitting the bonding requirement increases the earthing conductor's impedance and defeats its effectiveness as a low impedance earth path for noise.

### 5.7.2.2 Bonding straps and sizing

If bonding straps requirements are not defined in the cabling planning documentation, then the installer shall use the bonding strap sizes defined in Figure 31.

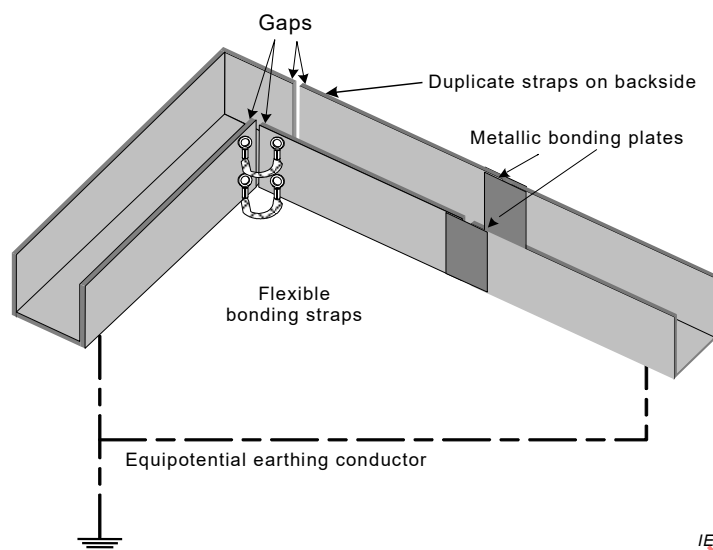


**Figure 31 – Use of flexible bonding straps at movable metallic pathways**

Figure 31 clarifies how the installer shall use the flexible bonding straps and the metallic bonding straps in accordance with the planner requirements specified in 4.4.7.2.4.

#### **5.7.2.3 Surface preparation and methods**

Figure 32 shows examples of proper mechanical implementation of earthing connections.

Figure 32 a) shows how to connect a sub plate to a back plate; Figure 32 b) shows how to connect an earthing conductor to a bus bar or to a sub plate; Figure 32 c) shows how to connect an earth bus bar to a back panel; Figure 32 d) shows how to connect an isolated earth bus bar to a back panel.

The installer shall perform the following, when installing earthing hardware:

- clean any paint and oxidation from all contacts and mating surfaces before affixing the earthing conductors;
- use either internal tooth star washers or flat washer as shown in Figure 32.

The connections to earth shall be protected against corrosion to ensure long-term stability.

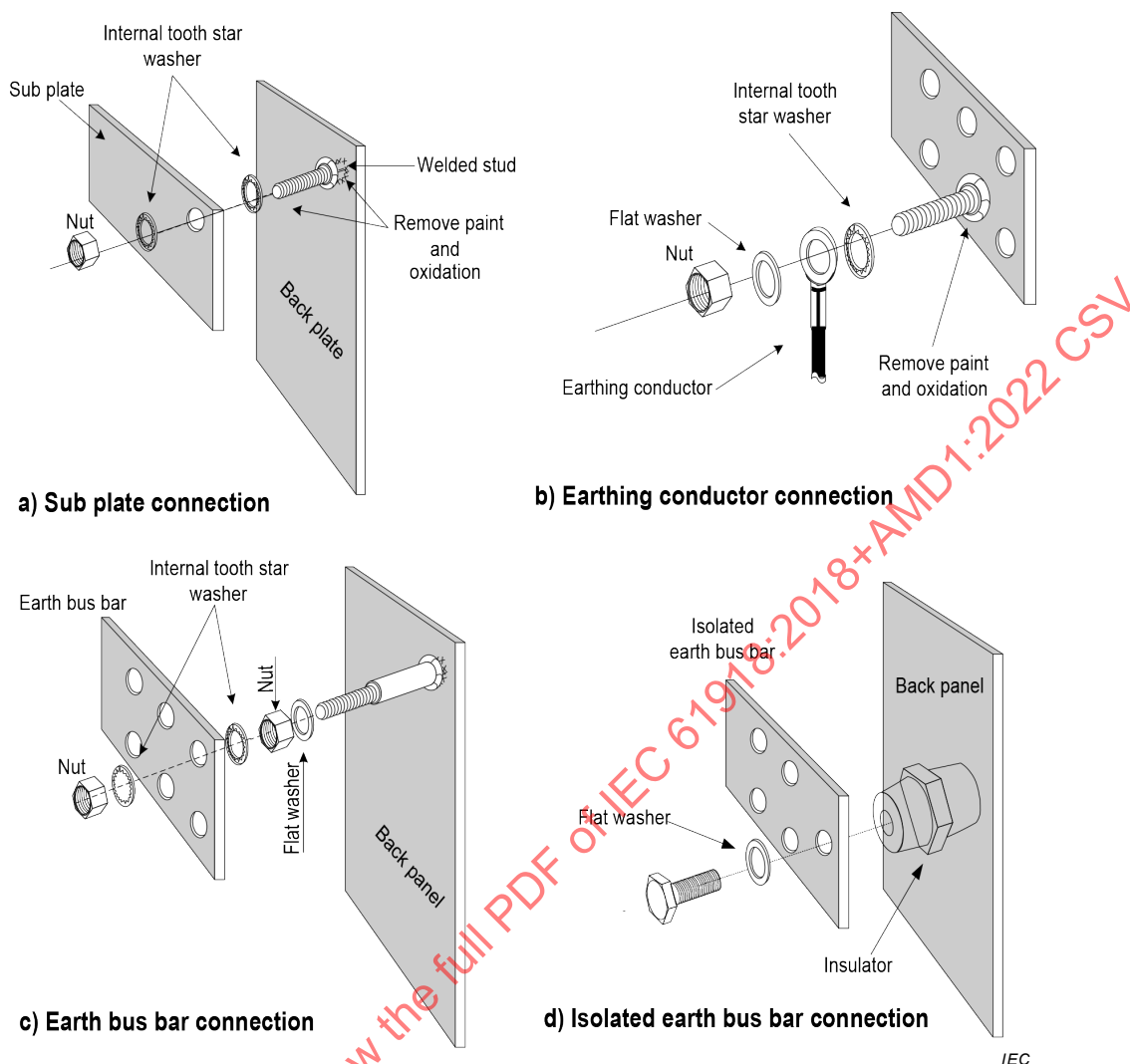


**Figure 32 – Surface preparation for earthing and bonding electromechanical connections**

### 5.7.3 Earthing methods

#### 5.7.3.1 Equipotential

When installing enclosures and communication devices, in addition to what is defined by the planner, the installer shall ensure the following as well as what is specified in 5.7.2.2.

- The potential equalization rail is earthed in each industrial enclosure/control cabinet and connected to the potential equalization rails of the other control cabinets.
- Each part of the installed network and devices shall be electrically connected to the potential equalization system/functional earth at as many places as possible, as defined by the planner. The earthing conductor, trays, parts of machines or supporting structures, and any additional equipotential bonding conductors should be integrated in the potential equalization system.

#### 5.7.3.2 Star

Where the cabling planning documentation specifies a star earthing system, and the devices are required to be connected to a functional earth system that is isolated from the protective earth system, the method specified by the planner shall be used with the addition of the following specifications: bus bars provide a convenient star earthing point for star earthing systems.



A method to reduce the length of the earthing conductors in a star earthing system requires connecting a work cell to a common star connection and then connecting this common star connection to the building earthing system, thus helping to eliminate earth offsets within a local work cell. If shielded communication cables travel from one work area to another, then the associated earths shall be part of the star earth system.

### **5.7.3.3 Earthing of equipment (devices)**

#### **5.7.3.3.1 Non-earthing or parallel RC**

When the cabling planning documentation requires that devices are isolated from earth, then the leakage current shall be in accordance with the relevant installation profile.

If a parallel RC circuit is used between earth and the device, it shall be installed in accordance with the cabling planning documentation and the relevant communication profile. The value of the RC shall be in accordance with the relevant communications profile. The installer shall confirm the presence of the parallel RC circuit to ensure that the device is properly isolated. The isolated standoff shown in Figure 33 may be required to prevent shorting of the RC circuit.

#### **5.7.3.3.2 Direct**

The direct connection to earth shall be established in accordance with specifications provided in 5.7.1.

#### **5.7.3.3.3 Installing copper bus bars**

Where the cabling planning documentation specifies the use of isolated bus bars, the requirements specified by the planner shall be used with the addition of the following specifications.

- Figure 33 shows an example of the connection points provided by isolated bus bars.
- If the communication components are DIN rail mounted, then insulators for the DIN rails shall be used (see the example in Figure 34).



**Figure 33 – Example of isolated bus bar**



**Figure 34 – Example of isolator for mounting DIN rails**

## **5.7.4 Shield earthing methods**

### **5.7.4.1 General**

When shielded cables are used, the housing of the device, and also the control cabinet in which the fieldbus device is mounted, shall have the same earth potential by providing a large-area metallic contact to earth (use, for example, copper to ensure a good connection).

It is important that communication cabling shields do not conduct noise currents due to earth offset and improper earthing of devices and enclosures. Noise currents in the cabling shield would cause disruptions in the communication network.

Subclauses 5.7.4.2 to 5.7.4.4 provide a description of earthing techniques that have been proved to help reduce communication faults due to earth offsets where shields might be terminated. The reader is encouraged to consider other standards such as IEC 60364 with regards to the proper termination of screened cables and exposed metallic structures.

### **5.7.4.2 Parallel RC**

Parallel RC earthing of a shield is done by using a combination of R and C as represented in Figure 35.

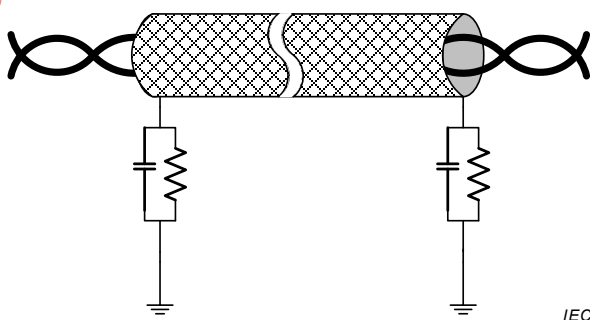


**Figure 35 – Parallel RC shield earthing**

### **5.7.4.3 Direct**

Direct earthing of shield is as represented in Figure 36.

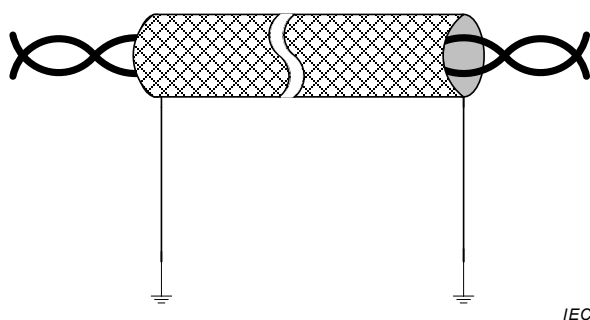


**Figure 36 – Direct shield earthing**

In addition, the installer shall observe the following points.

- a) Do not damage the cable shielding foils and braids while stripping the outer sheath of the cable.
- b) Cable contacts may only be established to the copper braided shielding sheaths, not to the aluminium foil-shielding sheaths, which are often also present. The foil-shielding sheath is usually fastened on one side to a plastic film to increase its tear resistance; therefore it is non-conductive.
- c) Metallic cable clips for fasten braided shielding shall be selected to match the dimension of the cable (see Figure 37). The installer shall be aware of the following:
  - 1) this connection, if it is too tight, permanently damages the cable by degrading the transmission performance; and,
  - 2) if it is too loose, introduces noise in the system.

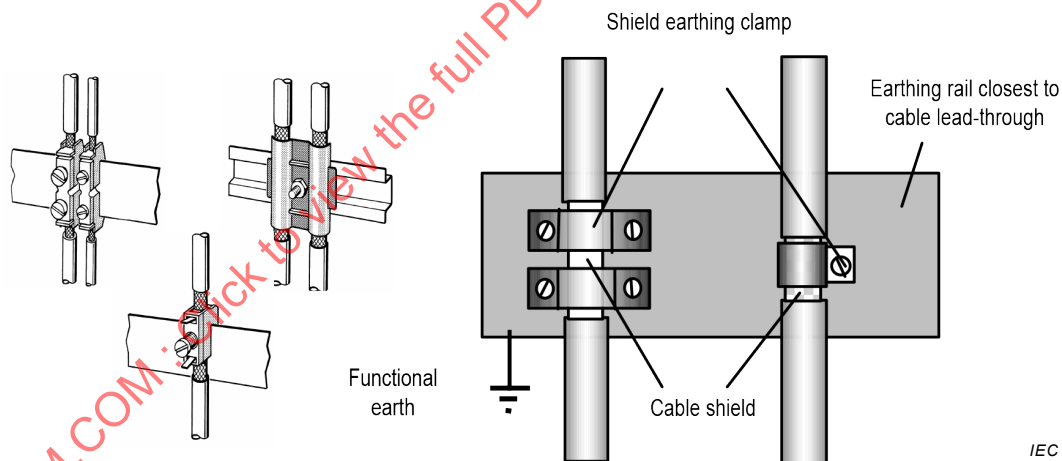


**Figure 37 – Examples for shielding application**

- d) Tin plated or galvanically stabilized surfaces are ideal for establishing a good contact. With galvanized surfaces, the necessary contact shall be established by using a suitable screw connection. Contact points with painted surfaces are not suitable.
- e) Shielding sheath clamps/contacts should not be used as strain relief, unless explicitly designed for such purpose. The contact could come loose or tear off.

Figure 38 shows how the installer shall use the equalization conductor to mitigate voltage offsets, as required by the planner (see 4.4.7.4.2).

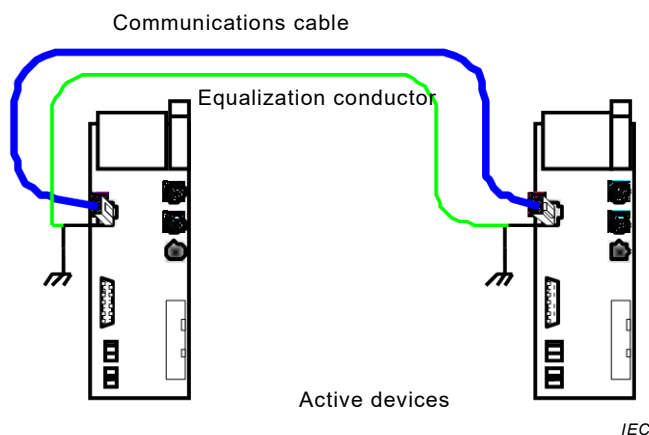


**Figure 38 – Voltage offset mitigation**

#### 5.7.4.4 Derivatives of direct and parallel RC

Examples of derivative of direct and parallel RC earthing of shield are provided in Figure 39 and Figure 40.

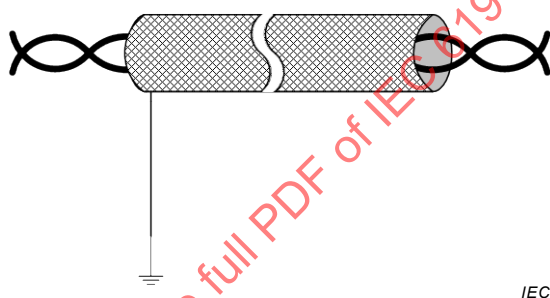


**Figure 39 – First example of derivatives of shield earthing**

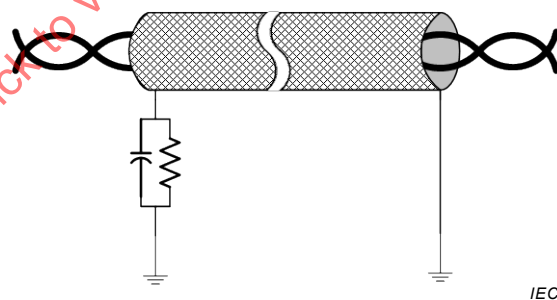


**Figure 40 – Second example of derivatives of shield earthing**

#### 5.7.5 Specific requirements for CPs

Additional information regarding the earthing and shielding installation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### 5.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3

See ISO/IEC 14763-2.

## **5.8 As-implemented cabling documentation**

The installer shall document the result of the network installation. The as-implemented cabling documentation should include at least the following items, to be collected in documents organised and named in accordance with IEC 62708:

- a) inventory of installed components;
- b) cable routing;
- c) used labelling;
- d) location for the devices to connect to the network;
- e) implemented channels.

## **6 Installation verification and installation acceptance test**

### **6.1 General**

Clause 6 addresses the verification and installation acceptance test of an installed cabling infrastructure.

Installation verification comprises the inspection of the cabling infrastructure and the testing of related aspects such as earthing systems against the following verification requirements:

- a) the cabling planning documentation including deviations and additions as agreed by the planner;
- b) the appropriate installation profile of IEC 61784-5 (all parts) or ISO/IEC 11801-3 (in the case of generic cabling);
- c) the requirements of Clause 5.

Acceptance testing ensures that the installation is capable of supporting the required application and includes

- inspection of the installed cabling;
- cabling transmission performance tests against the cabling planning documentation and any recorded deviations.

For cabling in support of CPs within IEC 61784 (all parts), the personnel performing the testing shall be familiar with the appropriate CP installation profile or ISO/IEC 11801-3 (in the case of generic cabling).

The requirements specified in this Clause 6 for the CPs also apply for the installation implementation of balanced 1-pair networks specified in Annex Q.

Additional requirements for balanced 1-pair network are specified in Clause Q.4.

### **6.2 Installation verification**

#### **6.2.1 General**

The verifier shall check (with a visual inspection and some simple measurements) that the entire network is installed in full accordance with the cabling planning documentation and that the as-implemented cabling documentation is complete and correct as required.

Verification is also done after each additional connection is made or after adds, maintenance, changes and moves.

NOTE The work of the verifier is usually done by the installer himself at the end of the installation.

Items to be verified according to cabling planning documentation are listed in the subclauses of 6.2.

These verification action items are aimed to ensure the network is installed in accordance with the cabling planning documentation and supports future maintenance and/or troubleshooting activities.

The schematic in Figure 41 is provided to guide the installation verification process.

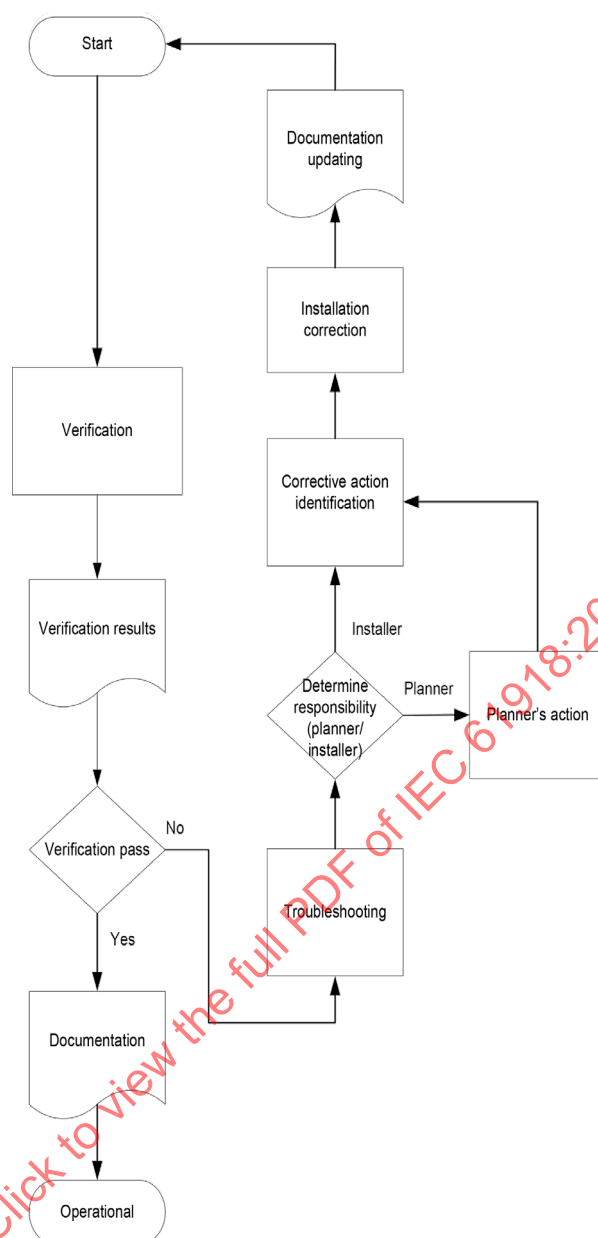
Test tools should be selected based on the needs and the requirements of the specific CP. Commercial test tools may be available.

### **6.2.2 Verification according to cabling planning documentation**

Each installed cabling should be verified, against the requirements provided in 6.2.3 and the checklists in Annex G, for proper installation.

Additional information regarding the installation verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV



IEC

**Figure 41 – Installation verification process**

### 6.2.3 Verification of earthing and bonding

#### 6.2.3.1 General

All earthing and bonding connections shall be in accordance with the cabling planning documentation and shall be verified to meet the minimum resistance requirements specified in 6.2.3.

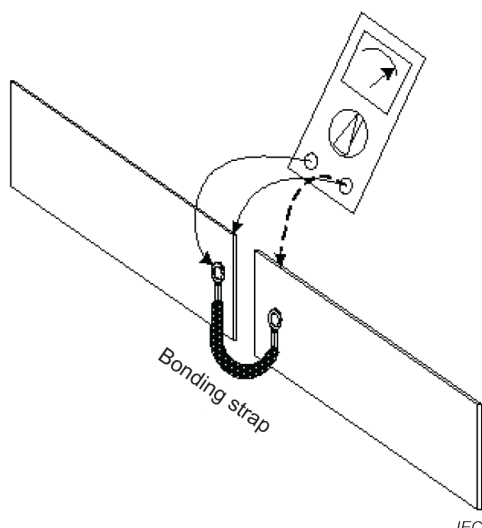


**Figure 42 – Test of earthing connections**

Test (see Figure 42), with the use of a suitable voltmeter (or oscilloscope), that the resistance or voltage offset between any installed earthing and bonding connection and one pre-existing earthing and bonding point is in accordance with requirements in 5.7.1 and 5.7.2 with communications cables connected or 1 V respectively without communications cables connected. The mechanical connection between a bonding or earthing conductor and any metal surface shall have a resistance less than  $0,005 \Omega$ . If distance prohibits this test, then visual verification of earthing requirements should be used in conjunction with verification of resistance measurements at the connection points. Visual verification should include verification of proper conductor size of earth and bonding conductors in accordance with the cabling planning documentation. If the above conditions cannot be met, then the earthing system should be corrected or alternate media shall be considered (unshielded cables, optical fibre cables, or wireless).

The requirements specified in 6.2 apply to all equipment, equipment enclosures and telecommunications rooms.

Proper installation of copper bus bars shall be verified. If isolated from building steel at point of mounting, verify that isolation resistance is  $> 2 \text{ M}\Omega$  between the bus bar and the point of mounting. If directly mounted to building steel, verify that resistance is  $< 0,005 \Omega$  between the bus bar and the building steel.

Verify that conductor connecting the bus bars together is in accordance with the planner's requirement defined in line with 4.4.7.3.4 in particular. Verify proper conductor size and that bonding resistance is  $\leq 0,005 \Omega$  between wire and bus bar.

Verify correct implementation of the star configuration or the equipotential configuration.

Verify that excess earthing and bonding conductors have been removed and not coiled.

#### **6.2.3.2 Specific requirements for earthing and bonding**

Additional information regarding the earthing and bonding verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **6.2.4 Verification of shield earthing**

Subclause 6.2.4 applies when shielded cables or cables with shielded elements or units are used. Only basic guidance is provided.



The procedures necessary to provide adequate earthing for both electrical safety and EMC are subject to national and local regulations, are dependent on proper workmanship, and are at times only accomplished with installation-specific engineering.

Note that improper termination of shields may degrade safety and/or performance.

When shields shall be earthed they shall be verified according to the requirements of the appropriate CP installation profile. In the absence of specific guidance, the connection shall be verified to be  $\leq 0,005 \Omega$  between the shield and the point where it is bonded to earth.

## **6.2.5 Verification of cabling system**

### **6.2.5.1 Verification of cable routing**

Visual inspection should verify that the cable routing is in accordance with the planner's requirement and routing techniques.

NOTE Depending on the CP or network being installed there are specific topology limits (see Clause 4 and the respective CP installation profile for supported topologies). The cabling planning documentation defines the topology for the network to be installed.

Visual inspection of the network should include verification that

- the cabling has been installed with the proper isolation and separation from circuits as defined by this document and the local regulations (see 4.4.10), and
- excess communications cable is in accordance with 4.4.9.1.

### **6.2.5.2 Verification of cable protection and proper strain relief**

Verify that cables entering and exiting enclosures maintain seal, proper strain relief, and drip loops, where appropriate.

## **6.2.6 Cable selection verification**

### **6.2.6.1 Common description**

Verification should include verifying that the installed components are in accordance with the cabling planning documentation and as-implemented documentation.

### **6.2.6.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the cable selection verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

### **6.2.6.3 Specific requirements for wireless installation**

None.

## **6.2.7 Connector verification**

### **6.2.7.1 Common description**

Connector verification includes the following two requirements:

- the connectors are in accordance with the cabling planning documentation;
- the connector has been installed in accordance with the installation profile and the manufacturer's data sheet.

### 6.2.7.2 Specific requirements for CPs

Additional information regarding the connector verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

### 6.2.7.3 Specific requirements for wireless installation

None.

## 6.2.8 Connection verification

### 6.2.8.1 Common description

The verifier shall verify proper number of connections, connectors used and wire mapping.

### 6.2.8.2 Number of connections and connectors

Verify proper number of connections and connectors used, as specified in the cabling planning documentation, especially the number of permitted connections.

### 6.2.8.3 Wire mapping

The verifier shall verify that the wire mapping is in accordance with the cabling planning documentation. Test method is given in 5.3.3.2 of IEC 61935-1:2019.

Wire mapping is intended to verify pin-to-pin termination at each end and check for installation connectivity errors. For each of the conductors in the cable, the wire map indicates:

- continuity to the remote end;
- shorts between any two or more conductors;
- reverse pairs;
- split pairs;
- transposed pairs;
- any other incorrect wiring.

Figure 43 and Figure 44 provide examples of pin and pair grouping assignments. Incorrect pairings are represented in Figure 45.

A reverse pair occurs when the polarity of one wire pair is reversed at one end of the permanent link (also called a tip/ring reversal).

A transposed pair occurs when the two conductors in a wire pair are connected to the position for a different pair at the remote connection.

NOTE 1 Pair transpositions are sometimes referred to as crossed pairs.

Split pairs occur when pin-to-pin continuity is maintained, but physical pairs are separated.

NOTE 2 When testing 2 pair systems, a connector conversion for the cable tester can be needed to support the M12 connector. In addition, this hardware will need to support 2 pair cables with the correct wiring configuration.

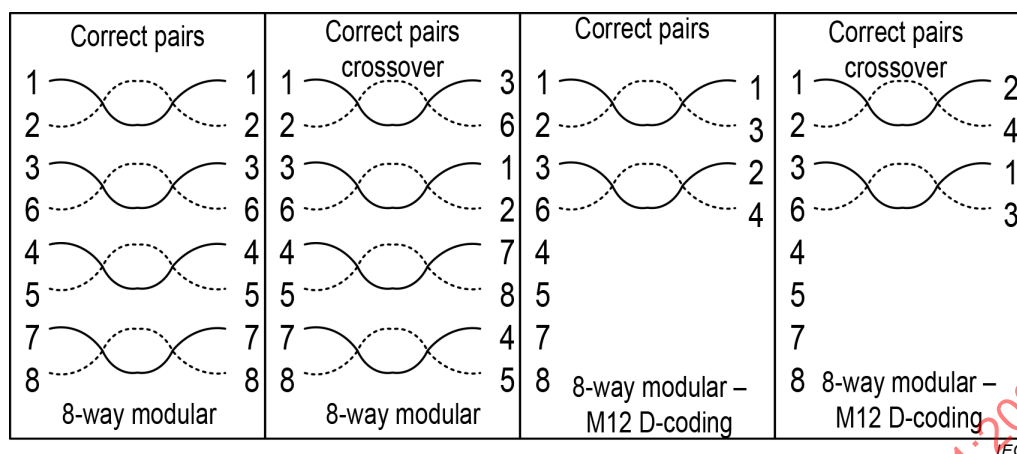


**Figure 43 – Pin and pair grouping assignments for two eight position IEC 60603-7 subparts and four position IEC 60603 series to IEC 61076-2-101 connectors**

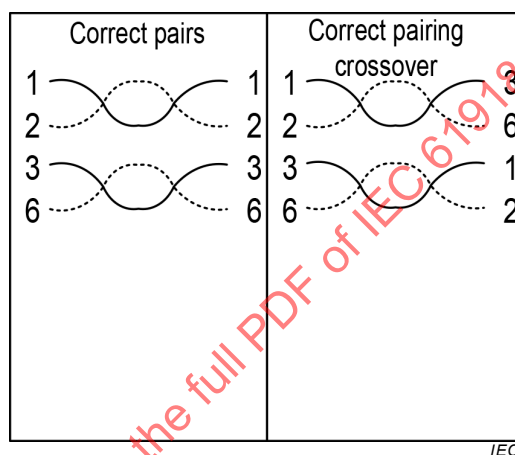


**Figure 44 – Two pair 8-way modular connector**

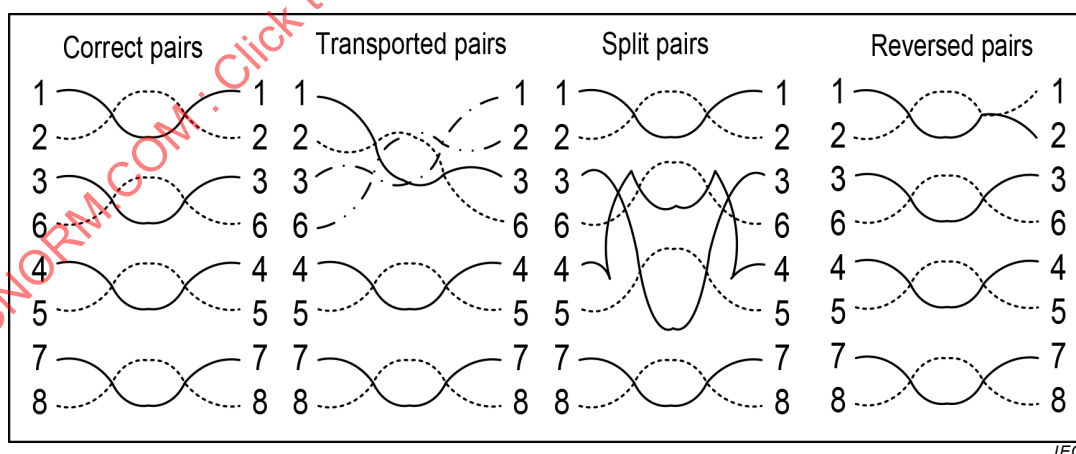


**Figure 45 – Transposed pairs, split pairs and reversed pair**

For balanced 1-pair applications, the requirements specified in Q.4.2 apply.

## **6.2.9 Terminator verification**

### **6.2.9.1 Common description**

The verification process shall include visual and electrical verification, (i.e. terminator values, placement and protection) in accordance with cabling planning documentation.

### **6.2.9.2 Specific requirements for CPs**

Additional information regarding the terminator verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## **6.2.10 Coding and labelling verification**

### **6.2.10.1 Common description**

The verifier shall verify the presence of the label and that the label contains the text required in the cabling planning documentation. Where required, the verifier shall verify that the label is constructed of durable material with permanent readable text.

### **6.2.10.2 Specific coding and labelling verification requirements**

Additional information regarding the coding and labelling verification requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

### **6.2.11 Verification report**

Successful completion of verification shall be documented in a final verification report. The report shall include copy of the checklists (see Annex G) filled in by the verifier.

## **6.3 Installation acceptance test**

### **6.3.1 General**

The organisation in charge of the acceptance testing shall assess the network ability to support the required applications. "Acceptance test" is a process meant to ensure that the implementation conforms to the standard as detailed in the cabling planning documentation (see 4.5).

The acceptance test personnel shall

- a) check that the cabling planning documentation, with recorded deviations and additions, is complete and correct as required;
- b) include a visual inspection of the network installation to ensure that the network is properly installed (see 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6, 6.2.6.3, 6.2.9, 6.2.10);
- c) perform the validation of the network through a defined list of measurements and provide the documentation of the results of the measurements.

NOTE 1 The record of positive test results is an important point of reference for the maintenance and troubleshooting work.

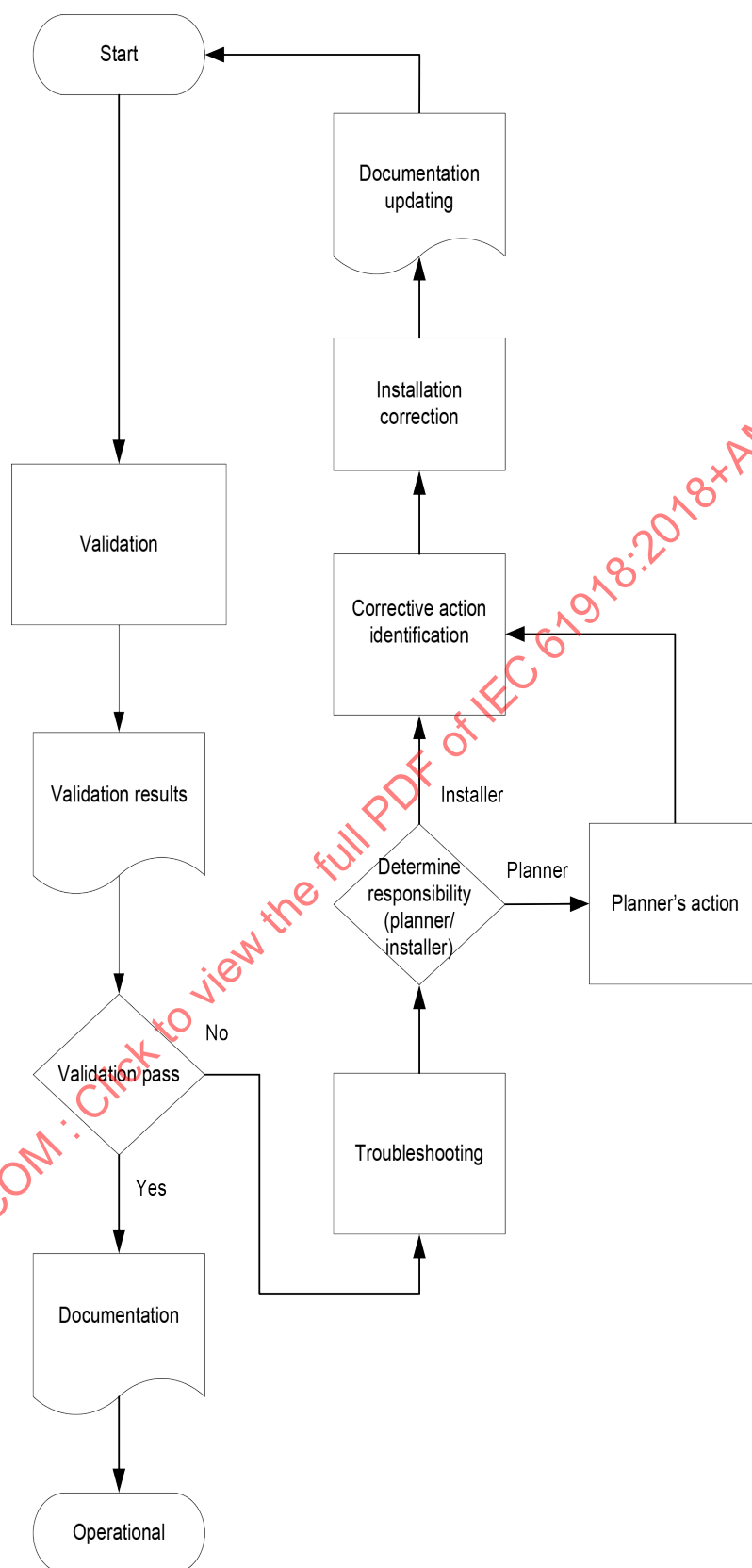
NOTE 2 The term "validation" in this document has the specific meaning described in 3.1.84.

There are many commercially available tools to help validate the performance of the cabling system. Test tools should be selected based on fieldbus, test coverage and precision desired.

The tester shall perform network testing in accordance with the acceptance test requirements as detailed in 6.3.2 (Ethernet-based cabling) and 6.3.3 (non-Ethernet-based cabling).

The resulting test records provide a documented network validation.

The flowchart in Figure 46 is provided to guide the validation process.



IEC

**Figure 46 – Validation process**

## 6.3.2 Acceptance test of Ethernet-based cabling

### 6.3.2.1 Validation of balanced cabling for CPs based on Ethernet

#### 6.3.2.1.1 Common description

The transmission performance of cabling channels (see Figure 47) as described in Clause 4 can only be determined if the cables or cords connecting the installed cabling to the devices are present. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test equipment.

The transmission performance of permanent links (see Figure 48) can only be determined using specific test cords. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test cords and equipment.

Where the CP is specified to be supported by a transmission performance class as defined in ISO/IEC 11801-3, the test methods of ISO/IEC 11801-3 may be applied to the channel.

A permanent link test, against the applicable requirements of the appropriate transmission class of ISO/IEC 11801-3, should only be applied where the cabling components subsequently attached to the permanent link to form the transmission channel have been proven to maintain the required channel performance class of ISO/IEC 11801-3.

The requirements for test equipment to perform testing in accordance with ISO/IEC 11801-3 are specified in IEC 61935-1 and ISO/IEC 14763-4 for End-to-end link (see Figure 49). This equipment is required to produce specific documentation covering both transmission performance and conductor mapping.

NOTE Test equipment in accordance with IEC 61935-1 may require modification to allow effective testing of 2-pair balanced cabling.

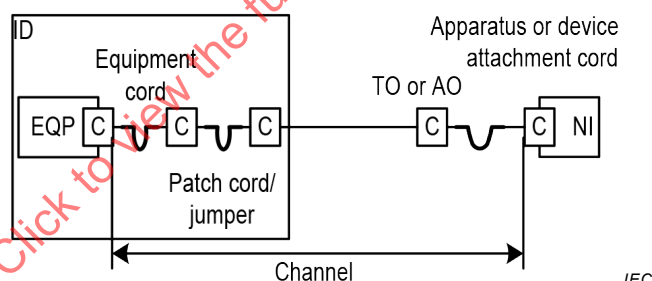


Figure 47 – Schematic representation of the channel

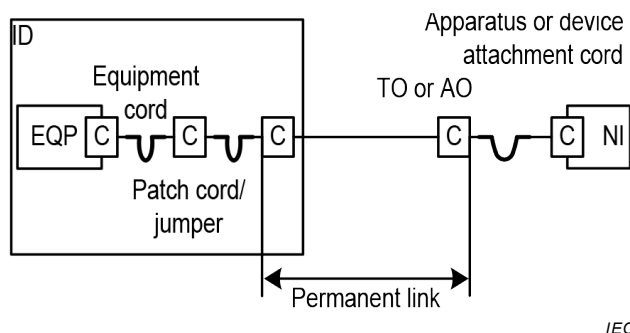


Figure 48 – Schematic representation of the permanent link

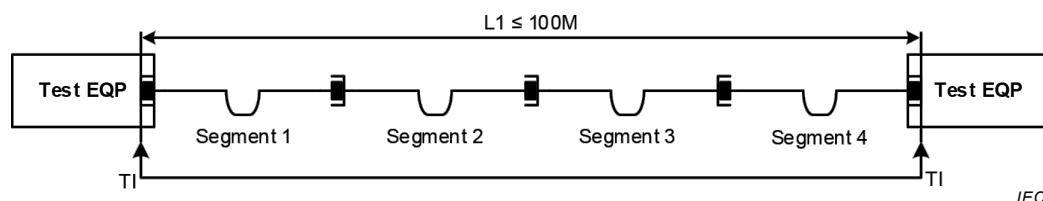


**Figure 49 – Schematic representation of an E2E link**

Equipment in accordance with IEC 61935-1 may be applicable for testing of channels and permanent links against other Ethernet performance criteria (such as those stipulated in other standards). However, also in these cases, a permanent link test against the applicable requirements should be applied, only where the cabling components subsequently attached to the permanent link to form the transmission channel have been proven to maintain the required channel performance.

Figure 49 shows the schematic representation of a four segments, five connections E2E link. The keys of this figure are described in Annex O where other configurations of E2E links are specified.

The test of E2E link shall be performed in accordance with ISO/IEC 14763-4. Annex O describes how to test E2E link.

Other channel or permanent link performance requirements shall be applied as detailed in the relevant CP installation profile.

Field test equipment for Ethernet-based networks including connection adapters shall meet the appropriate channel and accuracy level as defined in IEC 61935-1.

#### **6.3.2.1.2 Transmission performance test parameters**

The parameters for which field tests are specified in ISO/IEC 11801-3 and for which support exists in IEC 61935-1:2019 and IEC 61935-1-1:2019 are as follows:

- a) return loss;
- b) insertion loss;
- c) near-end crosstalk loss (NEXT);
- d) far-end crosstalk loss (FEXT);
- e) power sum near-end crosstalk loss (PSNEXT);
- f) attenuation crosstalk ratio (ACR);
- g) power sum attenuation crosstalk ratio (PSACR);
- h) equal-level far-end crosstalk loss (ELFEXT);
- i) power sum equal-level far-end crosstalk loss (PSELFEXT);
- j) DC loop resistance;
- k) propagation delay skew;
- l) delay skew;
- m) unbalance attenuation, near-end (TCL);
- n) unbalance attenuation, far-end (ELTCTL).

Items m) and n) above apply where requirements are given in the relevant CP.

NOTE 1 This list assumes that wire map and length have been successfully verified since:

- errors in pair-pin mapping would result in identified failures of transmission performance;

- channel/permanent link length is not a transmission performance test parameter (but may be important for maintaining accurate installation documentation).

NOTE 2 Continuity is not included since errors in pair-pin mapping would result in identified failures of transmission performance.

NOTE 3 This list can be amended in subsequent editions of the above standards.

The results of the tests shall be recorded into the acceptance test report.

#### **6.3.2.1.3 Specific requirements for CPs based on Ethernet**

Additional information regarding validation requirements for a specific CP may be found in the respective installation profile.

#### **6.3.2.2 Validation of optical fibre cabling for CPs based on Ethernet**

##### **6.3.2.2.1 Common description**

The transmission performance of cabling channels as described in Clause 4 can only be determined if the cables or cords connecting the installed cabling to the devices are present. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test cords and test equipment.

The transmission performance of permanent links can only be determined using specific test cords. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test cords and equipment.

Channel or permanent link performance requirements shall be applied as detailed, and at the wavelengths specified, in the relevant CP.

As a minimum, the following parameters shall be measured:

- optical fibre polarity;
- permanent link or channel insertion loss;
- length.

The test methods of ISO/IEC 14763-3 shall be applied. Cabling lengths may be determined using test equipment that operates in the time-domain or from cable markings.

Permanent link tests, against the applicable requirements should only be applied where the cabling components subsequently attached to the permanent link to form the transmission channel have been proven to maintain the required channel performance.

##### **6.3.2.2.2 Specific requirements for optical fibre cabling CPs**

Additional information regarding the optical fibre cabling validation requirements for a specific CP may be found in the respective installation profile.

#### **6.3.2.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

The installed generic cabling for industrial premises shall be tested in accordance with the methods specified in ISO/IEC 11801-3 against requirements of the relevant transmission performance class of ISO/IEC 11801-3.



### **6.3.3 Acceptance test of non-Ethernet-based cabling**

#### **6.3.3.1 Copper cabling for non-Ethernet-based CPs**

##### **6.3.3.1.1 Common description**

The measurements for cabling validation are required in the relevant CP installation profile. Hereafter is a list of measurements that may be required in the CP installation profiles:

- a) loop resistance (see cabling specifications);
- b) DCR of data line (see cabling specifications);
- c) DCR of shield (see cabling specifications);
- d) DCR between data lines (result shall be “open”);
- e) DCR between data lines and shield (result shall be “open”);
- f) cable length by a tester or inspection;
- g) DCR between shield and the bonding surface (result is dependent on shield earthing method implemented);
- h) terminator value (see the CP installation profile).

Annex N provides a procedure applicable for DCR measurements of the installed cabling to validate:

- loop resistance;
- DCR of data line;
- DCR of shield;
- absence of shorts between wires;
- absence of shorts between wire and shield.

##### **6.3.3.1.2 Specific requirements for copper cabling for non-Ethernet-based CPs**

Additional information regarding the non-Ethernet-based balanced cabling validation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **6.3.3.2 Optical fibre cabling for non-Ethernet-based CPs**

##### **6.3.3.2.1 Common description**

See 6.3.2.2.1.

##### **6.3.3.2.2 Specific requirements for non-Ethernet-based CPs**

Additional information regarding the non-Ethernet-based optical fibre cabling validation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

#### **6.3.3.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 11801-3**

The installed generic cabling for industrial premises shall be tested in accordance with the methods specified in ISO/IEC 11801-3 against requirements of the relevant transmission performance class of ISO/IEC 11801-3.

#### **6.3.4 Specific requirements for wireless installation**

None.

### 6.3.5 Acceptance test report

Successful completion of acceptance test shall be documented in a final report.

The report shall include a copy of all the checklists filled in by the person in charge of the acceptance test.

## 7 Installation administration

### 7.1 General

The operability of a communication network infrastructure is based on an effective administration. Each network owner shall establish and maintain administration procedures either based on company requirements or based on available standards.

Clause 7 does not recommend specific rules for the administration of the network. Clause 7 provides basic principles and examples from which a suitable administration system shall be developed and maintained.

Administration of the cabling considers the cabling along its life cycle, which includes

- adding and removing bus segments;
- adding and removing connection points including attachment cords, AOs and TOs.

NOTE Additional information on administration of networks is available in EN 50174-1 and EIA/TIA 568.

The specific requirements for the installation administration shall be provided as follows.

- a) The specific requirements for the administration of generic cabling for industrial premises are specified in ISO/IEC 14763-2:2012.
- b) The specific requirements for the administration of a CP cabling are provided in the relevant installation profile.

### 7.2 Fields covered by the administration

The administration of a network is done along the life cycle of the network. In Clause 7, the term “fieldbus infrastructure” covers the information-technical cabling as well as the applications and equipment linked to it.

The administration covers the following fields:

- basic principles for the administration system;
- working procedures;
- installation location identification;
- labelling;
- documentation.

### 7.3 Basic principles for the administration system

The administration system of the cabling system is established in such a way:

- to be consistent with the administration system of the other systems of the plant;
- that labelling for the cabling systems is consistent with the labelling of the other systems in the plant (for example electrical cabling of a machine);
- that suitable information of other management systems can be integrated that clearly state the place of equipment or of the cabling. Its place descriptions are to be taken over into the system of cabling management;

- that recordings of the cabling management are linked with each other and with recordings of other building services, such as lighting, power supply, heating, and building plans.

#### 7.4 Working procedures

Working procedures are established in such a way as to guarantee that the following issues are fixed in detail.

- a) The extent and the format of the documentation, which is required after the planning, the implementation of installation, the verification and validation, the operation and the maintenance of the installation.
- b) The handing-over of this documentation from the contractor to the operating authority of the fieldbus infrastructure.
- c) The duration of the storage of this documentation.
- d) The updating of this documentation to reflect any changes or corrections of the cabling along its life cycle. Actions to be performed for the updating of the documentation are
  - invalid documentation is marked as such;
  - every time a change or correction is made, all concerned recordings are updated in such a way that multiple updates are understandable;
  - copies of these recordings are marked as “copy”;
  - copies of these recordings, or a warning notice, are included in the working procedures to update them;
  - the time of each change or correction is recorded in the documentation;
  - a defined method is applied for revision control (for example revision lettering is used in the documentation);
  - changes and corrections in the documentation of an interface are considered for possible changes and corrections of the equipment connected to the interface;
  - the labelling and marking are kept in accordance with the documentation, after each change or correction;
  - up-to-date documentation is made available to operation, maintenance and authorized personnel.
- e) Required inventory of spare parts and test equipment needed to support the network.
- f) The locations where support documentation can be found, if support documentation is collocated or duplicated in multiple locations.

#### 7.5 Device location labelling

The following is usually adopted.

- a) Every device location is identified with an appropriate labelling.
- b) The labelling material is selected in accordance with the environment.
- c) All device locations are marked at a suitable spot, for example area at the entrance.

#### 7.6 Component cabling labelling

A consistent approach to labelling is recommended. All major components of the cabling system are usually labelled. For example the cable ends should be labelled to uniquely identify each cable, including starting and ending locations.

The following list represents good practice.

- a) Labels are either, part of the component, attached to the component, or in the vicinity of the component.
- b) Where required, components have more than one label (for example, cables are usually labelled at each end).

- c) Labels are attached in such a manner that they are easily accessible, readable and changeable.
- d) Labels remain legible during the prospective life span of the cabling.
- e) The labelling materials are selected based on the environment.
- f) Labelling reflects the most current configuration.
- g) Documentation, labelling and network configuration are consistent.

The content and the format of the labelling are usually specified on the basis of technical and organizational criteria: the label print shall contain clear and legible information.

The labelling normally contains:

- a unique identifier (for example: sub elements of a multi-element component);
- a description of the type of the component;
- an installation location identification;
- additional information.

Information about the structure and content of the labelling is provided in the documentation.

The components to be labelled are as follows:

- 1) Cables
  - Every cable should have clear labelling.
  - Cables should be labelled at each of their ends.
  - All branch connections should be uniquely identified with a label.
  - For optical fibre cables with multiple optical fibres, the individual optical fibres are to be identified by either colour coding or by labelling.
- 2) Connection point
  - Each connection point should be labelled. For example, a terminal block should be clearly identified in the documentation and at the terminal block.
- 3) Earthing and potential equalization
  - Each connection of the earthing and potential equalization should have a label.
- 4) Active elements of a network
  - Every element should have a label.
- 5) Cable pathways
  - Every cable pathways should have a label.

## **7.7 Documentation**

The documentation of the cabling usually includes the following elements to be collected in documents organised and named in accordance with IEC 62708:

- a) System drawings.
- b) Site plans, building layouts and location drawings, which contain the identification and location of connection points, cable routing, cables, equipment and safety equipment.
- c) Schematic diagram and other information which show the electrical connections and summaries of cables, connection points, connections for equipment, earthing and potential equalization, the segment lengths, marking and location of all components.
- d) Provisions for recording the incoming inspection results, including the result of a comparison between the list of material ordered and the list of material received. In addition, provisions for recording discrepancies or damaged material.
- e) Installation verification and acceptance test report.

- f) Details regarding the installed earthing system already in use and measurements taken as documented in cabling planning documentation.
- g) Recordings about the cable routing as specified in the cabling planning documentation and in the as-implemented cabling documentation.
- h) A list of components used with the order number of the manufacturer, the type designation of the field bus organization or the standardised material designations with the respective quantity and the assigned labels.
- i) A list of the required spare parts, cables, cable sets, connectors, tools, measuring instruments, measuring cables, equipment, etc.
- j) Recordings about date of installation date of inspections, maintenance, servicing, updates, and exchange of each component.
- k) Documentation of the components provided by manufacture or supplier (such as installation manuals, etc.).

### **7.8 Specific requirements for administration**

Additional information regarding the administration requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## **8 Installation maintenance and installation troubleshooting**

### **8.1 General**

Each network owner shall establish and maintain maintenance and troubleshooting procedures, over the full life cycle of the network, by selecting the appropriate procedures out of the options described in Clause 8 and represented in Figure 50.

Clause 8 is also applicable for high availability networks as specified in IEC 62439. Installation of high availability networks shall provide at least the following:

- maintenance documentation that explains the specific redundancy techniques used by the installed network to ensure continuity of operation during the failure and repair of any single component or cable element;
- maintenance procedures to ensure that diagnosis and restoration actions for a faulty part of a network do not affect performance of the non-faulty parts of the network which are continuing to support the user applications.

A proper maintenance procedure applied to fieldbus networks allows maximising MTBF. Proper troubleshooting procedure, repair methods, diagnostic tools and personal training allows minimising MTTR.

The owner of the network shall decide to which extent it is convenient for him to invest in diagnostic tools and the training of his maintenance and troubleshooting personnel to use these tools.

For further advice on network administration, see Clause 7. Clause 7 describes procedures for updating the documentation that supports the maintenance and troubleshooting work.

The requirements and the recommendations of Clause 8 may be applied for the generic cabling in addition to those of ISO/IEC 11801-3.

### **8.2 Maintenance**

#### **8.2.1 Scheduled maintenance**

The scheduled maintenance is a kind of preventive maintenance performed on each component in order to discover degradation of the component before a failure occurs and to

restore the component to a state in which it can perform the required function. The interval (defined in terms of time or number of actions) between the interventions is defined based on the characteristics of the component and information provided by the manufacturer. The key drawback of this method is that on each component the interventions are performed regularly, irrespective of the actual condition of the component. This results in some waste of time and money, because in many cases the component results confirm it to be working correctly.

Scheduled maintenance of the network will help in maximizing the MTBF.

There are the two following types of interventions to schedule.

a) Visual inspection and check-up.

Visual inspection and check-up are performed by comparing the result of the inspection and of the check-up with the reference information (baseline, resulted from the acceptance tests) and performance limits recorded in the maintenance documentation.

The documentation for the visual inspection and check-up lists includes:

- 1) components to be inspected/ checked-up (for example, the cabling in use, redundant cabling, cable routing, earthing system);
- 2) time interval or number of actions for the visual inspection and check-up of each component;
- 3) the baseline, performance limits and pass-fail criteria for each component;
- 4) tools.

If a corrective action is needed, the process described in 8.2.3 applies.

b) Component replacement/adjustment.

Intervention to replace/adjust the component to keep it in a defined acceptable condition (for example after the transmission of a defined number of data frames reset all active components). This maintenance intervention is specifically applicable to components that have critical behaviour (for example, limited life).

The documentation for this maintenance intervention lists:

- 1) the critical components;
- 2) time interval or number of actions (for example data frames transmitted) for replacement/ adjustment of each component;
- 3) procedure for replacement/adjustment of each component;
- 4) tools and spare parts.

If a corrective action is needed, the process described in 8.2.3 applies.

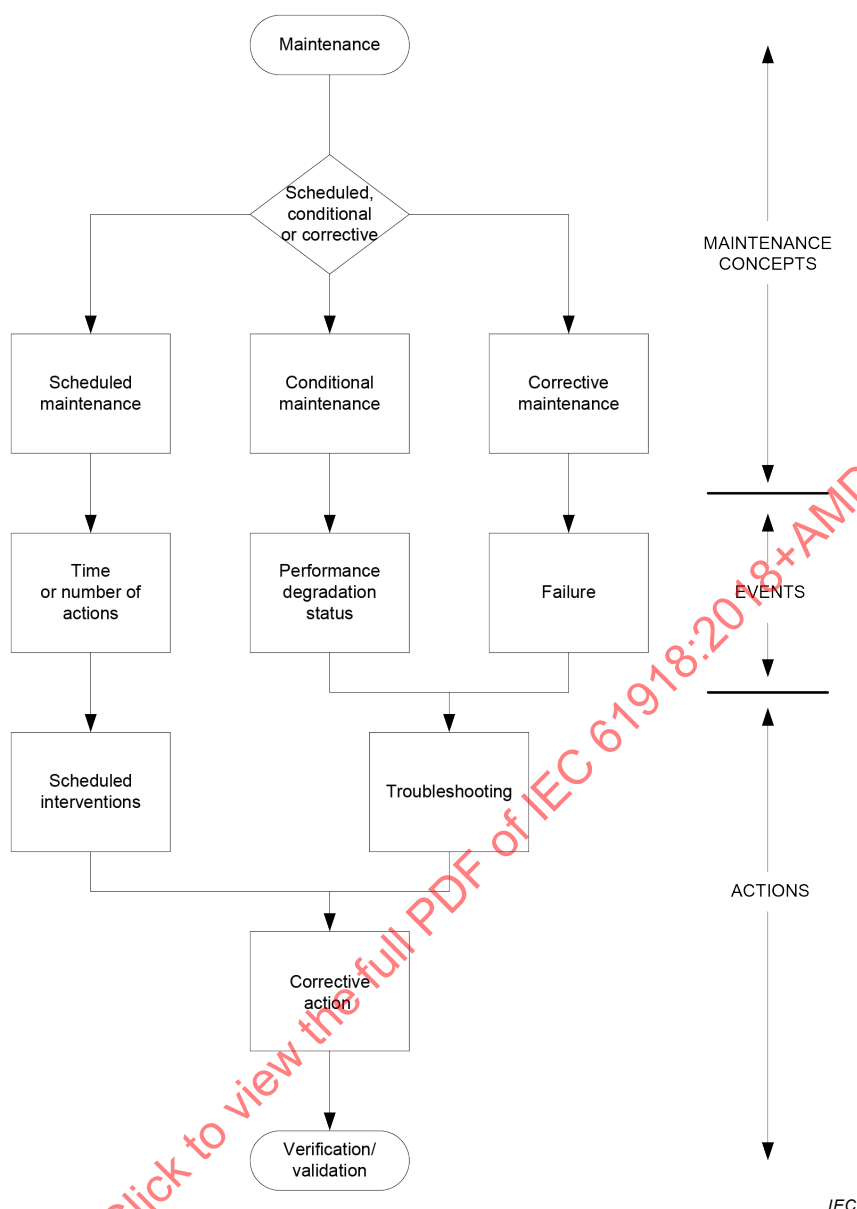


**Figure 50 – Communication network maintenance**

### 8.2.2 Condition-based maintenance

Condition-based maintenance is a kind of preventive maintenance performed on each component based on the known conditions of the components to maintain. The intervention is performed in a component only when a degradation is documented that could result in a fault of the network. If the conditions of the components are monitored on-line the degradation can be detected in real time and the intervention can be performed timely and before the degradation goes beyond the acceptable limit. Compared with scheduled maintenance, condition-based maintenance usually requires much less time and money for maintenance personnel support.

Condition-based maintenance of the network will help in maximizing the MTBF. Investment in suitable on-line diagnostic tools and training of the maintenance personnel will help to minimise the MTTR.

Examples of degradations are the following:

- a) the resistance to earth exceeds a defined value (for example 1  $\Omega$ );

b) the BER between two components exceeds a defined value (for example  $1 \times 10^{-9}$ ).

If a corrective action is needed, the process described in 8.2.3 applies.

### 8.2.3 Corrective maintenance

The corrective intervention on a component after a failure occurred is aimed to restore the component to a state in which it can perform the required function.

Once a failure occurs, the maintenance personnel:

- troubleshoots the network failure (see 8.3);
- performs the corrective actions described in the maintenance documentation.

The documentation for this maintenance intervention lists:

- a) procedures for repairing or replacing failed components, based on documentation provided by the supplier;
- b) spare parts;
- c) procedures for correcting network faults;
- d) procedures for the verification and validation of the network after the corrective intervention, in accordance with selected Clause 6 requirements.

The result of the intervention is usually considered for updating the maintenance specification, in accordance with Clause 7 requirements.

## 8.3 Troubleshooting

### 8.3.1 General description

Troubleshooting starts after a failure or performance degradation of a network occurs (see Figure 50).

The troubleshooting organisation begins their activity by establishing the needed documentation and by the training of the troubleshooting personnel.

The documentation for troubleshooting intervention lists:

- a) guidance for systematic network troubleshooting, such as with a checklist or a flow diagram, based on documentation provided by the supplier;
- b) guidance for troubleshooting components based on documentation provided by the supplier;
- c) test tools for the specific network.

### 8.3.2 Evaluation of the problem

The answers to the following questions usually help to create a clear understanding of the problem and allow efficient troubleshooting of the network.

- Is the complete network documentation available?
- Were there any recent changes in the network infrastructure?
- How was the problem identified?
- Since when is the problem identified?
- Was the concerned application already working failure free?
- Which users/devices are affected by the problem?
- Are there certain time frames when the problem occurs?



- Is the problem reproducible?
- Have there been previous attempts to correct the problem?

### 8.3.3 Typical problems

Problems usually encountered by the maintenance personnel are described in Table 22 and Table 23. When troubleshooting unshielded installations, EMC influence can be quantified through field-testing of TCL and ELTCTL transmission parameters. If needed, noise impact reduction may be achieved by identification of at-risk components and selection of replacement components with superior performance.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

**Table 22 – Typical problems in a network with balanced cabling**

| Problem                                                                                                                       | Most probable cause                                                                                                               | Corrective action                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Failed communications and/or high error rates                                                                                 | Loose termination or bad connector (or terminal) contacts                                                                         | Locate and correct intermittent connection                                                                                       |
|                                                                                                                               | EMC influence from other devices, poor grounding, improper separation from emitting devices or cables                             | Locate and correct grounding, identify improper separation or shielding, use optical fibre                                       |
|                                                                                                                               | Corrosion of shielding contacts                                                                                                   | Locate and replace the damaged components with either the proper protection or compatible components                             |
|                                                                                                                               | Mechanical stress in cables or connections                                                                                        | Install mechanical support and strain relief                                                                                     |
| Intermittent communications for a short time and/or burst error rates                                                         | EMC influence from other devices                                                                                                  | Correlate the communication problem with physical or environmental events. Locate and take corrective actions (mitigation, etc.) |
|                                                                                                                               | Loose termination or bad connector (or terminal) contacts, such as vibration or temperature influence                             | Locate and replace the damaged components with either the proper protection or compatible components                             |
|                                                                                                                               | Corrosion of shielding contacts                                                                                                   | Locate and replace the damaged components with either the proper protection or compatible components                             |
|                                                                                                                               | Mechanical stress in cables or connections                                                                                        | Install mechanical support and strain relief                                                                                     |
|                                                                                                                               | Condensing liquids between the electrical contacts                                                                                | Clean the connectors. Replace the damaged components with either the proper protection or compatible components                  |
| Fault report from the balanced cabling diagnostic equipment: return loss too large                                            | One is using cables or cords with incorrect impedance, for example different from 100 $\Omega$ for Ethernet systems               | Use the proper components                                                                                                        |
| Fault report from the balanced cabling diagnostic equipment: Cable length too large, attenuation or loop resistance too large | One is using cables or cords with a smaller wire size or longer length as allowed for the application. An injury is also possible | Use the proper components and cable length or replace the components                                                             |
| Fault report from the balanced cabling diagnostic equipment: NEXT, PSNEXT, ACR, PSACR, ELFEXT, PSELFEXT                       | One is using connectors, cables or cords without the expected quality. An injury is also possible                                 | Use the proper components and cable length or replace the components                                                             |

**Table 23 – Typical problems in a network with optical fibre cabling**

| Problem                                       | Most probable cause                                                                                 | Corrective action                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Failed communications and/or high error rates | Loose termination or bad connector (or splice) contacts, such as vibration or temperature influence | Locate and correct intermittent connection                                                                                                                     |
|                                               | Optical fibre attenuation increases (aging or dust)                                                 | Clean the end of the optical fibre using proper cleaning procedures. Replace the damaged components with either the proper protection or compatible components |
|                                               | Transmitter power degradation (aging)                                                               | Replace the module                                                                                                                                             |

| Problem                                                                                                          | Most probable cause                                                                                                                                                                                                                  | Corrective action                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                  | Liquids or condensing liquids between the optical fibre ends                                                                                                                                                                         | Clean and protect the optical fibre ends using proper cleaning procedures. Replace the damaged components with either the proper protection or compatible components |
|                                                                                                                  | Mechanical stress in cables or connections                                                                                                                                                                                           | Install mechanical support and strain relief                                                                                                                         |
| No power is measured at an optical source                                                                        | The optical source is defective                                                                                                                                                                                                      | Replace the module                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                  | The module is without electrical power                                                                                                                                                                                               | Power up the module                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                  | A cord is defective                                                                                                                                                                                                                  | Replace the cord                                                                                                                                                     |
| Fault report from the optical fibre diagnostic equipment: power loss is more than expected                       | The optical fibres are connected to the wrong ports on the testing unit                                                                                                                                                              | Refer to labelling and documentation for the correct wiring scheme and correct if necessary                                                                          |
|                                                                                                                  | The optical fibres are swapped at one end of the link                                                                                                                                                                                | Refer to labelling and documentation for the correct wiring scheme and correct if necessary                                                                          |
|                                                                                                                  | A cord is broken                                                                                                                                                                                                                     | Retest using a different set of cords                                                                                                                                |
|                                                                                                                  | There is one or more dirty connections in the link                                                                                                                                                                                   | Clean all optical fibre connector ends and retest                                                                                                                    |
|                                                                                                                  | The number of connectors, adapters or splices set in tester SETUP is too low                                                                                                                                                         | Correct according to the documentation of the network                                                                                                                |
|                                                                                                                  | The reference power level is incorrect                                                                                                                                                                                               | Set the reference again using the same patch cords to be used for testing                                                                                            |
|                                                                                                                  | A cord or optical fibre segment has the wrong core size. For example one is using 62,5 µm patch cords to connect to a 50 µm optical fibre. Or one is using multimode patch cords or adapters to connect to single mode optical fibre | Use the proper components in the channel for the described wavelength and optical fibre size                                                                         |
| Fault report from the optical fibre diagnostic equipment: a known length of cable measures too long or too short | The index of refraction is not set correctly for the optical fibre under test                                                                                                                                                        | Set the index of refraction to give the correct length for a known length of optical fibre                                                                           |

### 8.3.4 Troubleshooting procedure

The procedure in Figure 51 is an example of a generic troubleshooting procedure that could be adapted to most common networks.

The troubleshooting procedure shown in Figure 51 applies if a procedure is not available.

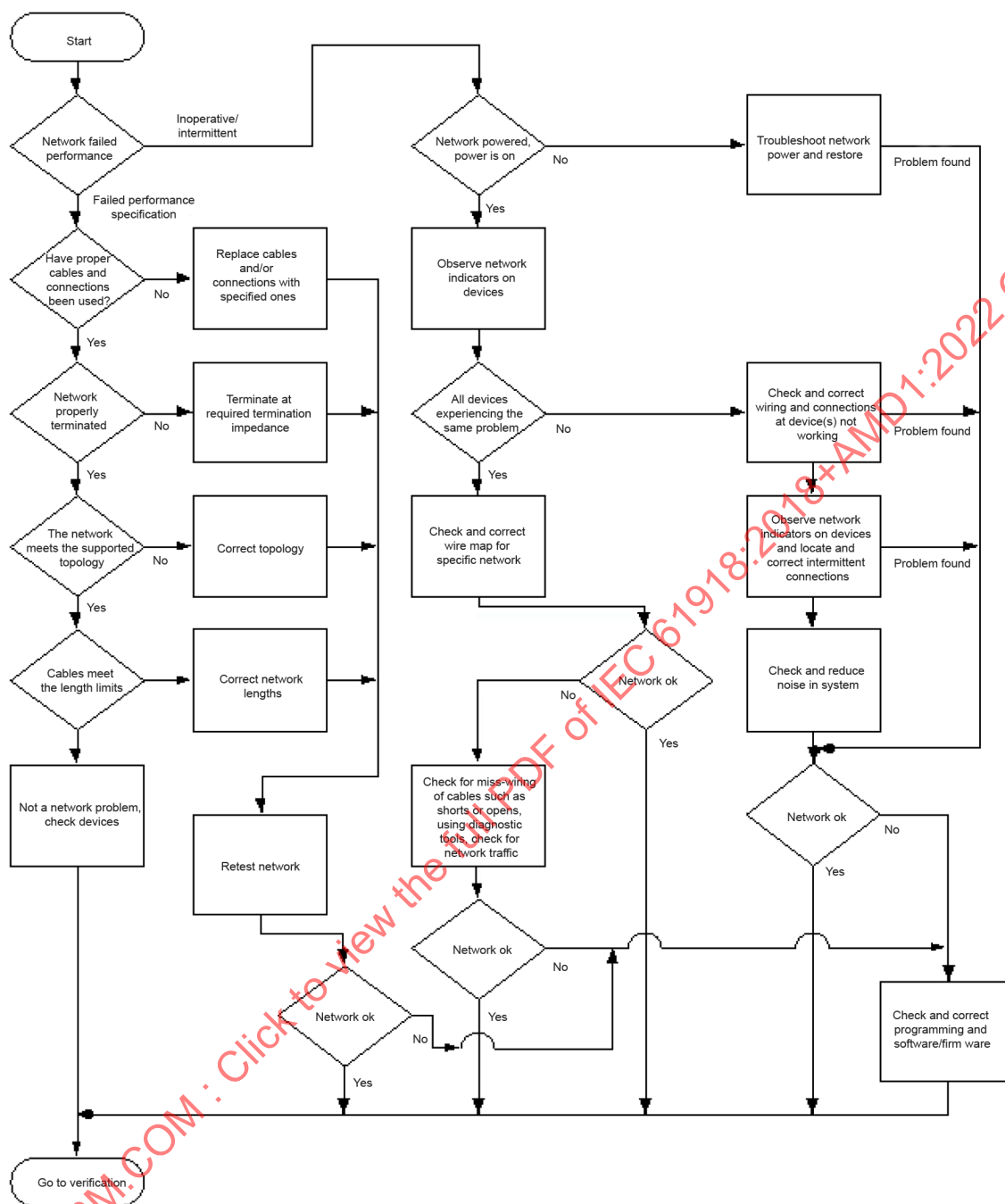
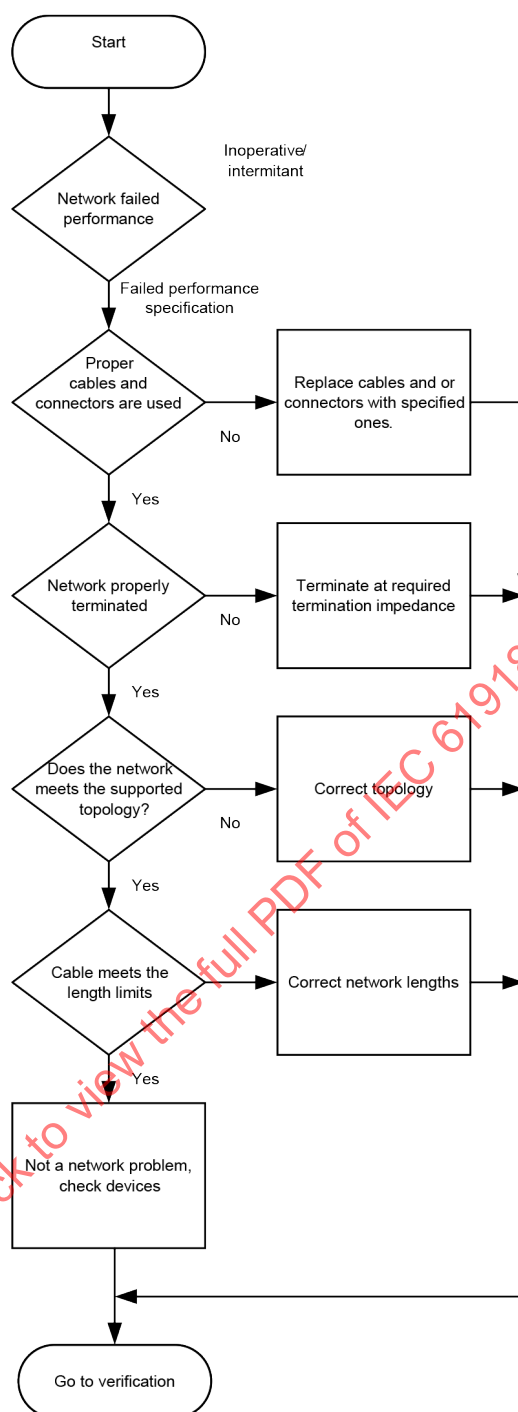


Figure 51 – Troubleshooting procedure

### 8.3.5 Simplified troubleshooting procedure

The procedure in Figure 52 is an example of simplified troubleshooting procedure that is sufficient in many cases. This procedure does not require the use of specific tools. It applies if a specific procedure is not established.



IEC

**Figure 52 – Fault detection without special tools**

If a corrective action is needed at the end of the troubleshooting, the process described in 8.2.3 applies.

#### 8.4 Specific requirements for maintenance and troubleshooting

Additional information regarding the troubleshooting requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

## **Annex A** (informative)

### **Overview of generic cabling for industrial premises**

Within industrial premises, generic cabling enables a fixed cabling infrastructure to be installed to support a wide range of information technology and monitoring applications. The design of this cabling is specified in ISO/IEC 11801-3.

The generic nature of the cabling is delivered by:

- the specification of a flexible cabling structure comprising a series of cabling subsystems that can be connected together either passively, using cords, or actively using transmission equipment;
- a minimum level of transmission performance within each of the series of cabling subsystems used to distribute the applications.

The termination points of generic cabling that are distributed throughout the premises, called the TO, enables the connection of a variety of applications to the cabling. The applications supported are detailed in ISO/IEC 11801-3 and include telephony and local area networks. Where the TO is installed in locations associated with AIs, the type of applications detailed in this document may also be supported.

As generic cabling is intended to support a wide range of applications, the specification of the TO in ISO/IEC 11801-3 is restricted to specific interfaces for balanced cabling and optical fibre cabling. This restriction is intended to optimise the interoperability of cords and portable terminal equipment that may be connected to the TO.

Where a designated connection from generic cabling to specific communication cabling within an AI is desired, an AO specified within this document may replace the TO and the cabling is considered non-generic.

NOTE ISO/IEC 11801-3 also contains information in support of non-generic cabling structures that may support the implementations of specific CPF.

## Annex B (informative)

### MICE description methodology

#### B.1 General

The MICE environmental classification is specified in ISO/IEC 11801-1:2017.

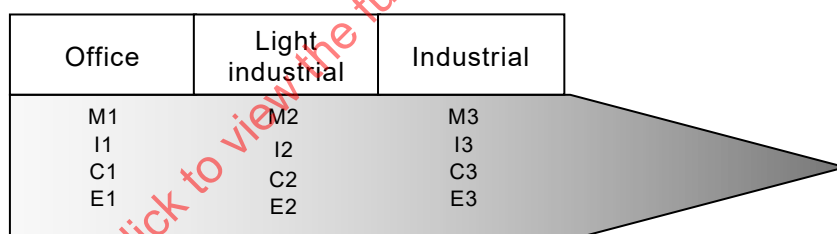
The background to the development of the approach is given in ISO/IEC TR 29106:2007/AMD1:2012.

A recommendation for the wider application of this approach by the installation planner and installer is given in Clause 4. Information provided with Annex B is intended just as a first guidance on the use of the MICE system. For the application of the MICE system, the specifications provided with the most recent versions of the above standard and technical report take precedence.

#### B.2 Overview of MICE

The MICE concept is a concept in which an environment within an installation can be classified in terms of environmental and EMI levels. The MICE table (see Table B.5) defines 3 levels for each component of the MICE classification: Mechanical, Ingress, Climatic and Electromagnetic (thus the name MICE). The three classifications are graphically shown in Figure B.1. These classifications begin at generally the lowest ( $M_1I_1C_1E_1$ ) which best describes most office spaces and extends to a highest level that best describes a typical industrial space ( $M_3I_3C_3E_3$ ).

| Office | Light industrial | Industrial |
|--------|------------------|------------|
| M1     | M2               | M3         |
| I1     | I2               | I3         |
| C1     | C2               | C3         |
| E1     | E2               | E3         |



IEC

**Figure B.1 – MICE classifications**

Figure B.2 is an example of typical industrial areas. Further, the AI may expand to include the entire factory floor. Figure B.2 indicates typical MICE classifications for the three primary areas within a factory. Not all areas fall exclusively into one classification, for example, an AI may have mechanical shock at  $>150 \text{ ms}^{-2}$  whereby it may be classified as a  $M_3$ . The environment may only have light dust consistent with the levels in  $I_2$ . The temperature where the cables and equipment are routed/installed may be  $65^\circ\text{C}$  with the Climatic classification  $C_2$  as defined by the MICE table. The machinery in the AI may consist of welding robots, in which the EMI is most likely in the  $E_3$  classification. The MICE environment can then be summarised as  $M_3$ ,  $I_2$ ,  $C_2$  and  $E_2$ .

NOTE The terms used in Figure B.2 are specific to Annex B.

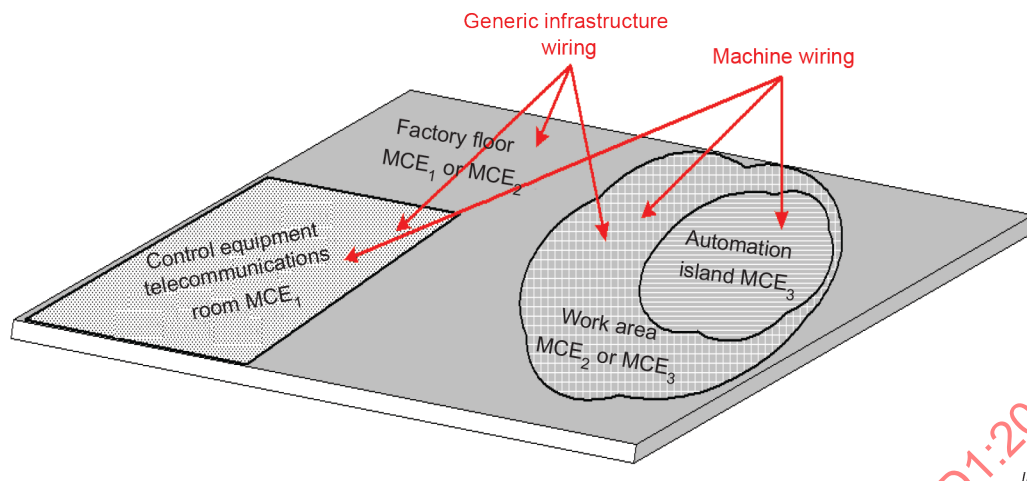


Figure B.2 – Example MICE classifications within a facility

### B.3 Examples of use of the MICE concept

#### B.3.1 Common description

The planner should be aware of the environment and EMC levels in the areas in which the cabling and equipment will be installed. By systematically classifying the installation coverage area, decisions can be made on component selections and additional mitigation needs. Cabling systems can be designed using all enhanced components in which no mitigation is required or a combination of enhancements and mitigation may be chosen. In some cases, this may restrict flexibility or may create a cost and/or availability issue. This concept allows the designer to balance component cost (and availability) with mitigation costs thereby designing the most robust cost-effective cabling system, as shown in Figure B.3. Mitigation can be broken down into two forms, separation and isolation. The following examples will help to solidify the importance of mitigation. Mitigation simply converts one MICE area into another that is compatible with the cabling components and equipment to be installed.

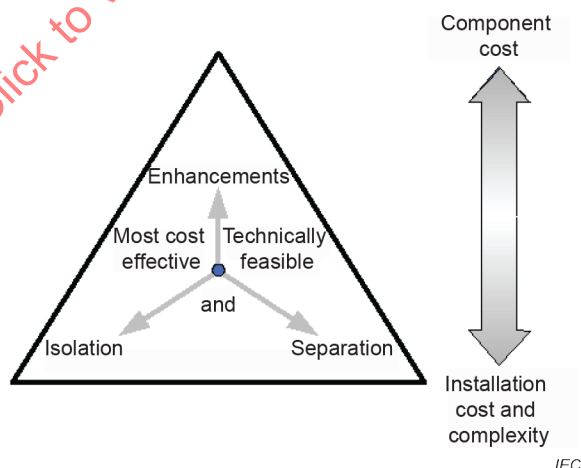


Figure B.3 – Enhancement, isolation and separation

#### B.3.2 Examples of mitigation

##### B.3.2.1 Example 1

The targeted MICE area is specified in Table B.1. The desired component has been determined to be compatible with a MICE environment as described in the left column of



Table B.1. The environment to which the component should be installed in is described in the second column of Table B.1. By inspection of the component and environment parameters “M” and “E” do not match, requiring mitigation. Parameters “I” and “C” exceed the environmental condition and therefore need action.

**Table B.1 – Example 1 of targeted MICE area**

| Component      | Environment    |
|----------------|----------------|
| M <sub>1</sub> | M <sub>3</sub> |
| I <sub>3</sub> | I <sub>1</sub> |
| C <sub>3</sub> | C <sub>2</sub> |
| E <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> |

Since the component does not map directly in to the environment, the environment should be mitigated. The harsh M<sub>3</sub> environment can be converted to an M<sub>1</sub> local to the component by shock mounting the equipment in an enclosure. The high EMI can be reduced by using a metallic EMI, shock mounted, enclosure as indicated in Figure B.4. Both M<sub>3</sub> and E<sub>3</sub> problems are solved.

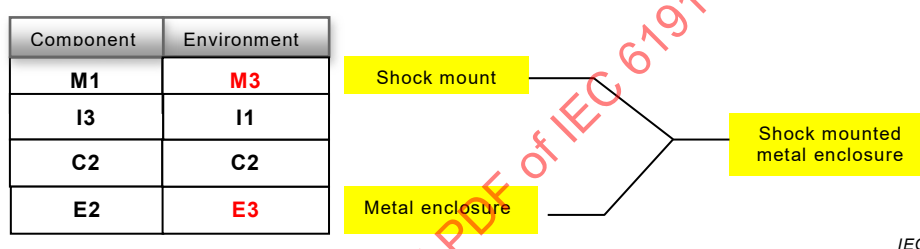


**Figure B.4 – Example 1 of mitigation**

### B.3.2.2 Example 2

This is an example of a cable installation where the environment is described as in Table B.2. By inspection, it can be seen that the cable does not match the environmental conditions for EMI (E). Therefore, some form of mitigation is required.

**Table B.2 – Example 2 of targeted MICE area**

| Component      | Environment    |
|----------------|----------------|
| M <sub>1</sub> | M <sub>1</sub> |
| I <sub>3</sub> | I <sub>1</sub> |
| C <sub>2</sub> | C <sub>2</sub> |
| E <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> |

Since the cable selected does not meet the EMI requirements, then some mitigation is required. Mitigation can be solved two ways, separation and/or isolation. The drawing in Figure B.5 shows how this can be done in a pathway.

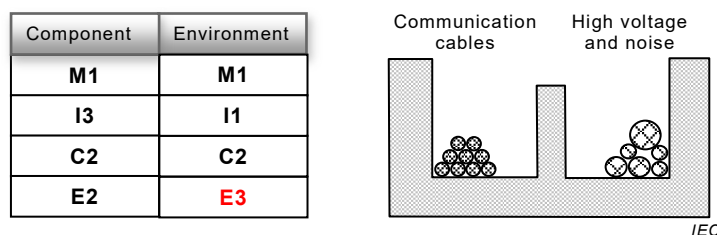


Figure B.5 – Example 2 of mitigation

By providing physical separation between the high EMI conductors and the communication cabling, the noise coupling will be reduced. An additional reduction in noise coupling can be achieved by adding a metallic wall between the conductors thus providing isolation. Either or both of these two methods may be independently sufficient to reduce the noise coupling or may be required together.

#### B.4 Determining E classification

In a factory environment the electromagnetic disturbances present wide range of frequencies. In addition, there is a range of electromagnetic disturbance coupling mechanisms. Figure B.6 is provided as guidance in determining the frequency range of common electromagnetic disturbance generating devices found in an AI. Devices not only generate harmful fundamental frequencies, they also generate harmonics that can be just as disruptive to communication networks. The grey part of the bars indicates the additional range caused by the third harmonic.

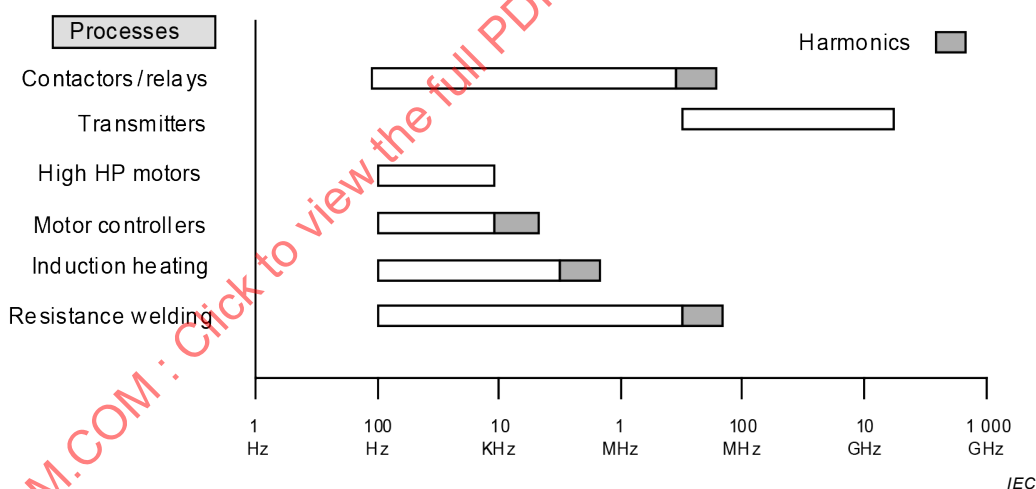


Figure B.6 – Frequency range of electromagnetic disturbance from common industrial devices

Table B.3 provides general guidance as to the electromagnetic level ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ) for many common electromagnetic disturbance-generating devices. The level of the interfering electromagnetic disturbance is dependent on two factors: 1) distance from and 2) magnitude of the interfering device. Table B.3 is provided as a rough guide for determining the possible electromagnetic classification ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ) based on separation.

**Table B.3 – Relationship between electromagnetic disturbance-generating devices and “E” classification**

| Electromagnetic disturbance-generating device  | Distance from cabling | “E” classification               |
|------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Contactor relay                                | < 0,5 m               | E <sub>2</sub>                   |
|                                                | > 0,5 m               | E <sub>1</sub>                   |
| Transmitters (< 1 W)                           | < 0,5 m               | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | > 0,5 m               | E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> |
| Transmitters (1 W to 3 W)                      | < 1,0 m               | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | ≥ 1,0 m               | E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> |
| Transmitters (TV, radio, mobile, base station) | < 3 km                | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | ≥ 3 km                | E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> |
| High power motors                              | < 3 m                 | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | > 3 m                 | E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> |
| Motor controllers                              | < 0,5 m               | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | 0,5 m to 3 m          | E <sub>2</sub>                   |
|                                                | > 3 m                 | E <sub>1</sub>                   |
| Induction heating < 8 MW                       | < 0,5 m               | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | 0,5 m to 3 m          | E <sub>2</sub>                   |
|                                                | > 3 m                 | E <sub>1</sub>                   |
| Resistance heating                             | < 0,5 m               | E <sub>2</sub>                   |
|                                                | > 0,5 m               | E <sub>1</sub>                   |
| Fluorescent lights                             | < 0,15 m              | E <sub>3</sub>                   |
|                                                | > 0,15 m              | E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> |
| Thermostatic switches 110 V to 230 V           | < 0,5 m               | E <sub>2</sub> or E <sub>3</sub> |
|                                                | > 0,5 m               | E <sub>1</sub>                   |

As examples of particularly critical magnetic fields that may be encountered, the following cases are worth mentioning.

- Fixed magnetic fields in the food processing applications designed to remove magnetic material from food. These magnets have the potential to saturate the cores of both Ethernet transformers and switching power supplies causing temporary disruption in performance. Levels as high as  $38,5 \times 10^{-3}$  T is significant to saturate the core of a Ethernet isolation transformer.
- High magnetic fields in 4 kHz to 8 kHz used in induction heating processes. These machines consume 4 MW to 12 MW for induction heating of magnetic materials. The machines are used in steel forging processes.
- Magnetic fields generated by direct currents used in aluminium processes. The currents are in the thousands ampere range. Due to ripple currents, there is a significant AC magnetic field that is imposed on the fixed magnetic field. Both can be disruptive to transformer cores when exposed to the magnetic fields.

A solution to these high magnetic fields is proper mitigation either by separation or isolation (magnetic shielding).

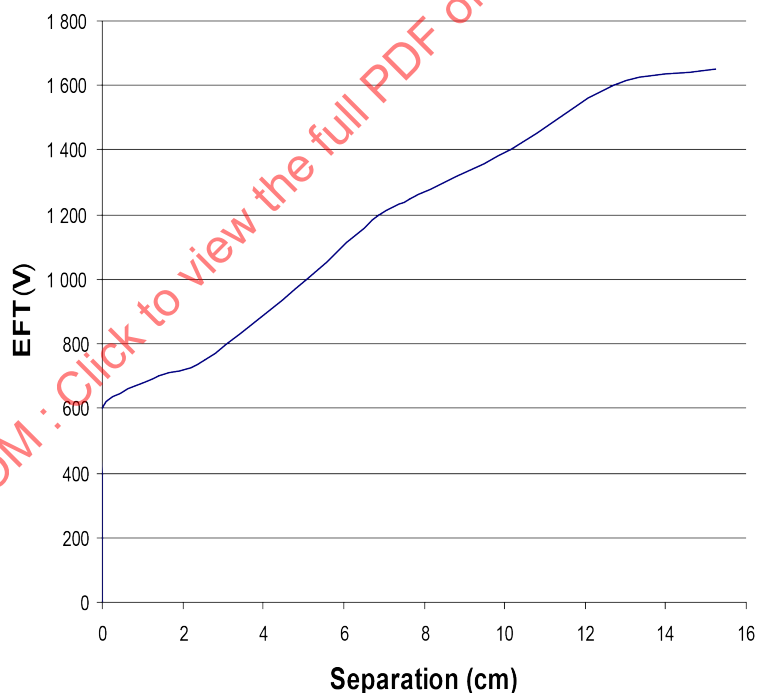
Table B.4 provides information regarding the coupling mechanism for some interfering devices. Table B.4 will help to guide the designer, installer and troubleshooting personnel in mitigating or correcting for noise interference. For example, in an environment where a relay

contactor is found to cause interference, the mechanism for noise ingress is coupling through adjacent lines (EFT) caused by the high  $dU/dt$ . To correct this situation, additional separation may be provided to reduce the magnitude of coupling.

**Table B.4 – Coupling mechanism for some interfering devices**

| Type                            | Electromagnetic disturbance | Coupling mechanism               |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Electric motors                 | Surge and EFT               | Local earth, conducted           |
| Drive controllers               | Conducted and surge         | Local earth, conducted           |
| Relays and contactors           | EFT                         | Radiated, conducted              |
| Welding                         | EFT, induction              | Radiated magnetic                |
| RF induction welding            | Radio frequency             | Radiated, conducted              |
| Material handling paper/textile | ESD                         | Radiated                         |
| Heating                         | EFT                         | Local earth, conducted, radiated |
| Induction heating               | EFT, magnetic               | Local earth, conducted, radiated |
| Radio communications            | Radio frequency             | Radiated                         |

The graph given in Figure B.7 provides separation versus EFT value guidance. Alternatively, isolation through shields can be used to reduce the effects of electromagnetic transients by providing additional shielding attenuation.



IEC

**Figure B.7 – Example of a general guidance for separation versus EFT value**

The graph in Figure B.7 represents the recommended separation of communication cables from conductors carrying electromagnetic transients. The separation assumes that cables meet the minimum requirements in ISO/IEC 11801 for balance and crosstalk.

NOTE ISO/IEC 11801-3 also contains information in support of non-generic cabling structures that can support the implementations of specific CPF.

## B.5 The MICE table

Table B.5 is copied from ISO/IEC 11801-1. It is copied here to provide understanding of the informative description provided in this Annex B. Of course, for the specification of the MICE classifications of an industrial premises, the values specified in the most recent version of ISO/IEC 11801-1 apply.

**Table B.5 – MICE definition**

| <b>Mechanical</b>                                                   | <b>M<sub>1</sub></b>                             | <b>M<sub>2</sub></b>                                                        | <b>M<sub>3</sub></b>                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Shock/bump (see <sup>a</sup> )                                      |                                                  |                                                                             |                                                                                                                    |
| Peak acceleration                                                   | 40 ms <sup>-2</sup>                              | 100 ms <sup>-2</sup>                                                        | 250 ms <sup>-2</sup>                                                                                               |
| Vibration                                                           |                                                  |                                                                             |                                                                                                                    |
| Displacement amplitude<br>(2 Hz to 9 Hz)                            | 1,5 mm                                           | 7,0 mm                                                                      | 15,0 mm                                                                                                            |
| Acceleration amplitude<br>(9 Hz to 500 Hz)                          | 5 ms <sup>-2</sup>                               | 20 ms <sup>-2</sup>                                                         | 50 ms <sup>-2</sup>                                                                                                |
| Tensile force                                                       | See <sup>b</sup>                                 | See <sup>b</sup>                                                            | See <sup>b</sup>                                                                                                   |
| Crush                                                               | 45 N<br>over 25 mm (linear)<br>min.              | 1 100 N<br>over 150 mm (linear)<br>min.                                     | 2 200 N<br>over 150 mm (linear)<br>min.                                                                            |
| Impact                                                              | 1 J                                              | 10 J                                                                        | 30 J                                                                                                               |
| Bending, flexing and torsion                                        | See <sup>b</sup>                                 | See <sup>b</sup>                                                            | See <sup>b</sup>                                                                                                   |
| <b>Ingress</b>                                                      | <b>I<sub>1</sub></b>                             | <b>I<sub>2</sub></b>                                                        | <b>I<sub>3</sub></b>                                                                                               |
| Particulate ingress (diameter<br>max.)                              | 12,5 mm                                          | 50 µm                                                                       | 50 µm                                                                                                              |
| Immersion                                                           | None                                             | Intermittent liquid jet<br>≤ 12,5 l/min<br>≥ 6,3 mm jet<br>> 2,5 m distance | Intermittent liquid jet<br>≤ 12,5 l/min<br>≥ 6,3 mm jet<br>> 2,5 m distance<br>and immersion<br>(≤1 m for ≤30 min) |
| <b>Climatic and chemical</b>                                        | <b>C<sub>1</sub></b>                             | <b>C<sub>2</sub></b>                                                        | <b>C<sub>3</sub></b>                                                                                               |
| Ambient temperature                                                 | –10 °C to +60 °C                                 | –25 °C to +70 °C                                                            | –40 °C to +70 °C                                                                                                   |
| Rate of change of temperature                                       | 0,1 °C per minute                                | 1,0 °C per minute                                                           | 3,0 °C per minute                                                                                                  |
| Humidity                                                            | 5 % to 85 %<br>(non-condensing)                  | 5 % to 95 %<br>(condensing)                                                 | 5 % to 95 %<br>(condensing)                                                                                        |
| Solar radiation                                                     | 700 W m <sup>-2</sup>                            | 1 120 W m <sup>-2</sup>                                                     | 1 120 W m <sup>-2</sup>                                                                                            |
| Liquid pollution (see <sup>c</sup> )<br>Contaminants                | Concentration × 10 <sup>-6</sup>                 | Concentration × 10 <sup>-6</sup>                                            | Concentration × 10 <sup>-6</sup>                                                                                   |
| Sodium chloride (salt/sea<br>water)                                 | 0                                                | <0,3                                                                        | <0,3                                                                                                               |
| Oil (dry-air concentration)<br>(for oil types, (see <sup>b</sup> )) | 0                                                | <0,005                                                                      | <0,5                                                                                                               |
| Sodium stearate (soap)                                              | None                                             | >5 × 10 <sup>4</sup> aqueous non-<br>gelling                                | >5 × 10 <sup>4</sup> aqueous<br>gelling                                                                            |
| Detergent                                                           | None                                             | ffs                                                                         | ffs                                                                                                                |
| Conductive materials                                                | None                                             | Temporary                                                                   | Present                                                                                                            |
| Gaseous pollution (see <sup>c</sup> )<br>Contaminants               | Mean/Peak<br>(Concentration × 10 <sup>-6</sup> ) | Mean/Peak<br>(Concentration × 10 <sup>-6</sup> )                            | Mean/Peak<br>(Concentration × 10 <sup>-6</sup> )                                                                   |
| Hydrogen sulphide                                                   | <0,003 / <0,01                                   | <0,05 / <0,5                                                                | <10 / <50                                                                                                          |
| Sulphur dioxide                                                     | <0,01 / <0,03                                    | <0,1 / <0,3                                                                 | <5 / <15                                                                                                           |

| <b>Mechanical</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>M<sub>1</sub></b>                                                                                     | <b>M<sub>2</sub></b>                                                                                     | <b>M<sub>3</sub></b>                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sulphur trioxide (ffs)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <0,01 / <0,03                                                                                            | <0,1 / <0,3                                                                                              | <5 / <15                                                                                                  |
| Chlorine wet (>50 % humidity)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <0,000 5 / <0,001                                                                                        | <0,005 / <0,03                                                                                           | <0,05 / <0,3                                                                                              |
| Chlorine dry (<50 % humidity)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <0,002 / <0,01                                                                                           | <0,02 / <0,1                                                                                             | <0,2 / <1,0                                                                                               |
| Hydrogen chloride                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | - / < 0,06                                                                                               | <0,06 / <0,3                                                                                             | <0,6 / 3,0                                                                                                |
| Hydrogen fluoride                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <0,001 / <0,005                                                                                          | <0,01 / <0,05                                                                                            | <0,1 / <1,0                                                                                               |
| Ammonia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <1 / <5                                                                                                  | <10 / <50                                                                                                | <50 / <250                                                                                                |
| Oxides of Nitrogen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <0,05 / <0,1                                                                                             | <0,5 / <1                                                                                                | <5 / <10                                                                                                  |
| Ozone                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <0,002 / <0,005                                                                                          | <0,025 / <0,05                                                                                           | <0,1 / <1                                                                                                 |
| <b>Electromagnetic</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>E<sub>1</sub></b>                                                                                     | <b>E<sub>2</sub></b>                                                                                     | <b>E<sub>3</sub></b>                                                                                      |
| Electrostatic discharge – Contact (0,667 µC)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4 kV                                                                                                     | 4 kV                                                                                                     | 4 kV                                                                                                      |
| Electrostatic discharge – Air (0,132 µC)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8 kV                                                                                                     | 8 kV                                                                                                     | 8 kV                                                                                                      |
| Radiated RF – AM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz)<br>3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz)<br>1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz) | 3 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz)<br>3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz)<br>1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz) | 10 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz)<br>3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz)<br>1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz) |
| Conducted RF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3 V at (150 kHz to 80 MHz)                                                                               | 3 V at (150 kHz to 80 MHz)                                                                               | 10 V at (150 kHz to 80 MHz)                                                                               |
| EFT/B (comms)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 500 V                                                                                                    | 500 V                                                                                                    | 1 000 V                                                                                                   |
| Surge (transient ground potential difference) – signal, line to earth                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 500 V                                                                                                    | 1 000 V                                                                                                  | 1 000 V                                                                                                   |
| Magnetic field (50/60 Hz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1 Am <sup>-1</sup>                                                                                       | 3 Am <sup>-1</sup>                                                                                       | 30 Am <sup>-1</sup>                                                                                       |
| Magnetic field (60 Hz to 20 000 Hz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ffs                                                                                                      | ffs                                                                                                      | ffs                                                                                                       |
| <p><sup>a</sup> Bump: the repetitive nature of the shock experienced by the channel shall be taken into account.</p> <p><sup>b</sup> This aspect of environmental classification is installation-specific and should be considered in association with IEC 61918 and the appropriate component specification.</p> <p><sup>c</sup> A single dimensional characteristic, i.e. Concentration × 10<sup>-6</sup>, was chosen to unify limits from different standards.</p> |                                                                                                          |                                                                                                          |                                                                                                           |

## B.6 Communication devices and cabling considerations

### B.6.1 General

The planner should consult the device and cabling manufacturer regarding correct selection of the device and cabling for the application under consideration.

The impact of industrial environment EMI on the communication network could result in incorrect reconstruction of the signal at the receiver.

The requirements specified in Clause 4, Clause 5 and Clause 6 fully clarify the mitigation measures to be used for the cabling. In this Annex B, some additional clarifications are provided in regard to the selection of the proper communication devices and cabling.

Communication devices are available with different constructions in order to serve a large range of different applications. The most critical impact of the industrial environment EMI on the devices is the saturation of the device physical layer interface with the cabling, which

happens when the common mode (CM) voltage tolerance of the devices is less than the impact of the conducted disturbances.

Typically, the level of the CM voltage tolerance of a device depends on the performance of the device interface with the cabling.

## B.6.2 Device types

From the point of view of the enhanced device interface immunity, the communication devices may be grouped in two types.

### a) Devices type 1

Figure B.8 and Figure B.9 show the structures of the device type 1 interfaces.

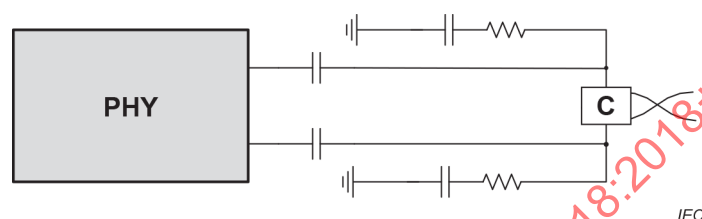


**Figure B.8 – Communication device interface with limited EMI immunity**

All the devices having type 1 interface, if associated with shielded cabling whose CA is at least 60 dB, can provide a compatibility with electromagnetic interferences up to the E3.

The use of unshielded cabling is not recommended in combination with devices type 1 for environments E2 and E3. In fact, these resulting combinations would require the use of costly and complex additional mitigation measures (see Clause 4 and Clause 5).

NOTE 1 All communication device interface figures only show the interface of the master device. The same interface is used at the field device, to prevent the saturation effect also on this side.

NOTE 2 It is possible to assess coupling attenuation by laboratory measurements of representative samples of channels assembled using their component and connector practices.

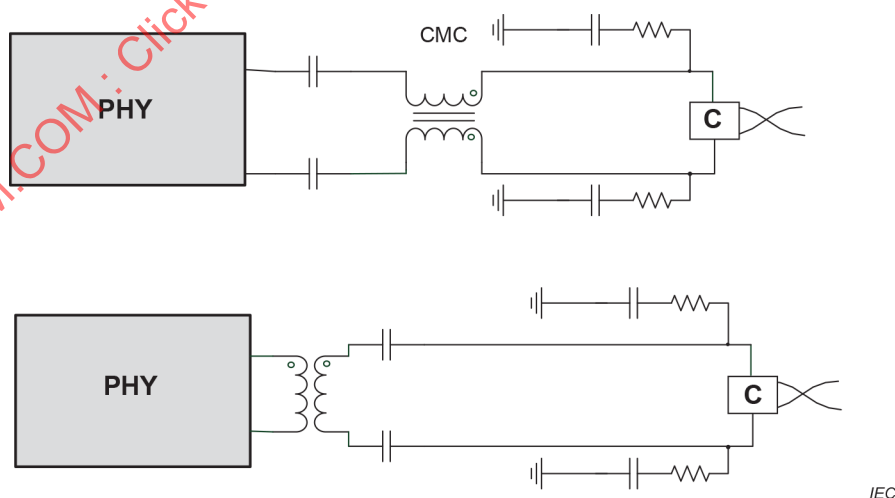


**Figure B.9 – Communication device interfaces with medium EMI immunity**

Figure B.9 shows the structure of two equivalent interfaces of the device type 1, with improved CM voltage tolerance at their interface. The interface that includes CM chokes may serve for intrinsic safety applications, where transformers cannot be used.

## b) Device type 2

Figure B.10 shows the structure of the device type 2 interfaces, where a more complete set of mitigation elements is added at the device interface, as CM chokes and isolation transformers.

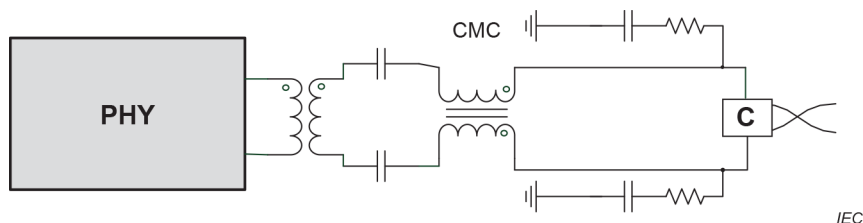


**Figure B.10 – Communication device interface with the highest EMI immunity (type 2)**

Type 2 interfaces, if combined with shielded cabling whose CA is at least 60 dB, can provide an improved CM voltage tolerance, which makes them suitable for the most aggressive interferences (even more than E3). This also means that type 2 devices could be used irrespective of the level of the electromagnetic interference, with the advantages for both the manufacturer and the user, which derive from managing just one type.

Devices type 2 may also be used with unshielded cabling, provided that the cabling has TCL and ELTCL =  $80 - 20\log(f)$ , 46 dB maximum.

### B.6.3 EMI resistance needed for E3 industrial applications

Table B.6 shows device and cabling requirements when E3 resistance is required.

**Table B.6 – EMI resistance of industrial applications**

| Test procedure |                                               | Value (kV) |
|----------------|-----------------------------------------------|------------|
| IEC 61000-4-4  | Electrical fast transient/burst immunity test | 2          |
| IEC 61000-4-5  | Surge immunity test                           | 2          |



## **Annex C** (informative)

### **Network topologies**

#### **C.1 Common description**

Each network topology provides a different set of features and benefits. This Annex C covers items for consideration by network designers and planners.

#### **C.2 Total cable demand**

The total amount of cable required for an installation will depend on the site geographical placing of devices and the topological layout used to connect them. In most cases, star and ring structures need more cable than other structures.

#### **C.3 Maximum cable segment length**

The maximum cable length for a segment between two nodes is set by the fieldbus type category for that part of the network. So this constraint should be checked.

#### **C.4 Maximum network length**

Repeaters can usually extend the network length over greater geographical distances because the communication signals are regenerated by each repeater. However, in some cases the regeneration process may introduce unacceptable transmission delays.

#### **C.5 Fault tolerance**

##### **C.5.1 General**

Consideration of all network designs should include an evaluation of potential failures and their impact on performance.

Failure of cabling, nodes and power supplies should be evaluated for the effect on the network performance. In a passive topology, this type of fault normally results in loss of communication with one node. In an active topology, this type of fault normally results in loss of communication for multiple nodes.

NOTE The central location of a star topology represents a single point for failures which can stop all communications as a result of faults in a non-redundant repeater/switch or environmental problems in and around the central location.

##### **C.5.2 Use of redundancy**

Network fault tolerance may be improved by using combinations of redundancy at active propagation points and/or by providing alternative/backup communication paths.

Ring-based technologies normally provide fault detection and automatic reconfiguration to work around at least one fault.

##### **C.5.3 Failure analysis for networks with redundancy**

The effects of failure on networks including redundancy should be considered in three stages including an evaluation of the time required for the following actions.

a) Initial fault detection and any needed reconfiguration to restore communication.

NOTE 1 After fault detection and reconfiguration, the network is operating normally, but in a 'backup mode' using some of the redundancy elements, so it has reduced fault resilience, and could not be able to recover from a second fault.

NOTE 2 Some network topologies and design approaches can support detection and reconfiguration without loss of time or communications. In ring-based networks, fault detection and reconfiguration can take from 0,3 s to several minutes.

b) Repair/replacement of the faulty function.

NOTE 3 This phase considers the communication impact of repair activities; for example, a network outage can be required to replace a multi-port switch with several good ports and one faulty port.

NOTE 4 During and after repair, the network can operate in its backup mode of operation.

c) Reinstatement of the network to its original operational state.

Any operational impact of the re-instatement process should be evaluated.

NOTE 5 As part of the reconfiguration and backup process, the active 'network manager' and active 'source of network time' can be transferred to other nodes on the network; however for normal operation these entities can need to be re-instated to their original design location such as a protected node in the main control room.

The number of fault impact elements will vary for different technologies, topologies, and fault cases. The above analysis should include an evaluation of the time required and the number of lost and delayed messages for various faults, including failure of an active network manager function and failure of an active source of network time, followed by repair and reinstatement.

## C.6 Network access for diagnosis convenience

The central point of a star structure is a convenient single location for network diagnosis, network re-configuration and administration.

## C.7 Maintainability and on-line additions

Many fieldbus technologies provide facilities for adding and removing devices in an operational fieldbus network.

If an application requires device changes during normal operation, then the supplier recommended procedures for on-line connection and disconnection should be evaluated with respect to

- time taken and communication impact of making/unmaking a device physical and logical connection;
- time taken and communication impact of including/excluding a device for the running application.

Typically, when devices are connected to a spur or a tap on a bus or to a switch port, they may be added and removed without loss of traffic among other devices.

Typically, when devices are part of a ring structure or a linear trunk structure, the addition and removal of devices will involve re-configuration and loss of traffic among other devices.

## Annex D (informative)

### Connector tables

The connector tables provided in Annex D show the connectors used for copper cabling in the CPs. These tables are intended for use by installers and trouble-shooters of communication networks in industrial sites.

Table D.1 provides conventions for colours, as specified in IEC 60757. These conventions are used in the connector tables. Combinations of colour codes are written according to the following example: colour code 1/colour code 2. Dominating colour is written first.

**Table D.1 – Conventions for colour code used  
in the connector table**

| Colours   | Code |
|-----------|------|
| Black     | BK   |
| Blue      | BU   |
| Brown     | BN   |
| Green     | GN   |
| Grey      | GY   |
| Orange    | OG   |
| Pink      | PK   |
| Red       | RD   |
| Turquoise | TQ   |
| Violet    | VT   |
| White     | WH   |
| Yellow    | YE   |

Table D.3 to Table D.13 provide the pin and wire colour code assignment for a number of connectors as defined by the consortia for their CPs.

Additional conventions are:

- not used pins are identified with symbol “ – ”;
- drain wire or shield is represented as “Drain”.

In most cases of construction for balanced cables, the wires are arranged in 2 or 4 pairs. When arranged in pairs, the two conductors of each pair are twisted together. The pairs are then twisted together to form a finished cable. It is noted that a quad is constructed without pairing by twisting the 4 wires in a specific order. When the pairs are twisted, they are usually numbered for identification purposes. The pair numbers are then assigned a colour scheme. For example, Table D.2 relates the pair number to the colour scheme.

With respect to the cables with 2 and 4 pairs, there are two common wiring methods that are recognized. These two wiring methods are identified by T568A and T568B. The different wiring designations were created to distinguish the two different wiring systems and for compatibility purposes. Figure H.1 and Figure H.2 show the relationship between the pair positions within a connector, for four pair systems and two pair systems respectively. In most cases, the pair transmission and electrical characteristics of the pairs are identical and therefore pin placement is not important. The two wiring systems reverse the positions of

pairs 2 and 3 within the connector. The wiring method for a particular cord is typically identified by T568A or T568B marked on the cable jacket.

For the purposes of this document, these designations are adopted in the following tables. These designations only apply to straight through cables.

The CPs treated in the connector tables are listed hereafter, complete with their trade names (see Annex M for the complete list).

- **CPF 1** (FOUNDATION fieldbus): CP 1/1 (FOUNDATION H1) and CP 1/2 (FOUNDATION HSE).
- **CPF 2** (CIP™): CP 2/1 (ControlNet™), CP 2/2 (EtherNet/IP™) and CP 2/3 (DeviceNet™).
- **CPF 3** (PROFIBUS & PROFINET): CP 3/1 and CP 3/2 (PROFIBUS), CP 3/3, CP3/4, CP3/5, and CP3/6 (PROFINET).
- **CPF 4** (P-NET®): CP 4/1 (P-NET with physical layer according to RS 485) and CP 4/3 (P-NET on IP).
- **CPF 6** (INTERBUS®): one common installation profile for CPF 6 Type 8 networks (CP 6/1 etc.) and CP 6/2 over Ethernet.
- **CPF 8** (CC-Link & CC-Link IE): CP 8/1 and CP 8/2 (CC-Link/V1 and CC-Link/V2), CP 8/3 (CC-Link/LT), CP 8/4 (CC-Link IE Controller Network) and CP 8/5 (CC-Link IE Field Network).
- **CPF 10** (Vnet/IP): CP 10/1(Vnet/IP).
- **CPF 11**(TCnet): CP 11/1 (TCnet-star), CP 11/2 (TCnet-loop 100) and CP 11/3 (TCnet-loop 1G).
- **CPF 12** (EtherCAT™): CP 12/1 and CP 12/2 (EtherCAT).
- **CPF 13** (Ethernet POWERLINK): CP 13/1 (Ethernet POWERLINK).
- **CPF 14** (EPA™): CP 14/1 (EPA-NRT), CP 14/2 (EPA-RT) and CP 14/3 (EPA-FRT).
- **CPF 15** (MODBUS®-RTPS): CP 15/1 (MODBUS) and CP 15/2 (RTPS).
- **CPF 16** (SERCOS): CP 16/1 (SERCOS I), CP 16/2 (SERCOS II) and CP 16/3 (SERCOS III).
- **CPF 17** (RAPIEnet): CP 17/1 (RAPIEnet)
- **CPF 18** (SafetyNET p): CP 18/1 (SafetyNET p RTFL) and CP 18/2 (SafetyNET p RTFN).
- **CPF 19** (MECHATROLINK): CP 19/1 (MECHATROLINK-II) and CP 19/2 (MECHATROLINK-III).
- **CPF 20** (ADS-net): CP 20/1 (ADS-net/μzNETWORK-1000) and CP 20/2 (ADS-net/NX).
- **CPF 21** (FL-net): CP 21/1 (FL-net).

### Table D.2 – Pin/pair assignment and colour scheme

| T568A |     |        | T568B |     |        |
|-------|-----|--------|-------|-----|--------|
| Pair  | Pin | Colour | Pair  | Pin | Colour |
| 3     | 1   | WH/GN  | 2     | 1   | WH/OG  |
|       | 2   | GN     |       | 2   | OG     |
| 2     | 3   | WH/OG  | 3     | 3   | WH/GN  |
|       | 6   | OG     |       | 6   | GN     |
| 1     | 5   | WH/BU  | 1     | 5   | WH/BU  |
|       | 4   | BU     |       | 4   | BU     |
| 4     | 7   | WH/BN  | 4     | 7   | WH/BN  |
|       | 8   | BN     |       | 8   | BN     |

### Table D.3 – 8-way modular connector

| CP                  | Pin            |    |    |   |   |    |   |   | Housing |
|---------------------|----------------|----|----|---|---|----|---|---|---------|
|                     | 1              | 2  | 3  | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 |         |
| CP 1/1              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 1/2              | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 2/1              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 2/2              | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 2/3              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 3/1              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 3/2              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 3/3 <sup>a</sup> | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 3/4 <sup>a</sup> |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 3/5 <sup>a</sup> |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 3/6 <sup>a</sup> |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 4/1              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 4/3              | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 6/1              | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 6/3              |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 6/2              | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 8/1              | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 8/2              |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 8/3              | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 8/4              | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 8/5              | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 10/1             | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 11/1             | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 11/2             |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 11/3             | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 12/1             | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 12/2             | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 13/1             | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 14/1             | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 14/2             | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 14/3             | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 15/1             | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |

| CP      | Pin            |    |    |   |   |    |   |   | Housing |
|---------|----------------|----|----|---|---|----|---|---|---------|
|         | 1              | 2  | 3  | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 |         |
| CP 15/2 | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 16/1 | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 16/2 | -              |    |    |   |   |    |   |   | -       |
| CP 16/3 | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 17/1 | T568B          |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 18/1 | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 18/2 |                |    |    |   |   |    |   |   |         |
| CP 19/1 | -              | -  | -  | - | - | -  | - | - | -       |
| CP 19/2 | YE             | OG | WH | - | - | BU | - | - | Drain   |
| CP 20/1 | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 20/2 | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |
| CP 21/1 | T568A or T568B |    |    |   |   |    |   |   | Drain   |

<sup>a</sup> With 4 pair cabling, use T568A or T568B.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

**Table D.4 – M12-4 A-coding connector**

| CP      | Pin   |    |    |    |       |
|---------|-------|----|----|----|-------|
|         | 1     | 2  | 1  | 4  | 1     |
| CP 1/1  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 1/2  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 2/1  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 2/2  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 2/3  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 3/1  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 3/2  | GN    | -  | RD | -  | Drain |
| CP 3/3  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 3/4  |       |    |    |    |       |
| CP 3/5  |       |    |    |    |       |
| CP 3/6  |       |    |    |    |       |
| CP 4/1  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 4/3  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 6/1  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 6/3  |       |    |    |    |       |
| CP 6/2  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 8/1  | Drain | WH | YE | BU | -     |
| CP 8/2  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 8/3  |       |    |    |    |       |
| CP 8/4  |       |    |    |    |       |
| CP 8/5  | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 10/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 11/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 11/2 |       |    |    |    |       |
| CP 11/3 |       |    |    |    |       |
| CP 12/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 12/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 13/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 14/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 14/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 14/3 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 15/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 15/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 16/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 16/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 16/3 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 17/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 18/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 18/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 19/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 19/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 20/1 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 20/2 | -     | -  | -  | -  | -     |
| CP 21/1 | -     | -  | -  | -  | -     |

**Table D.5 – M12-4 D-coding connector**

| CP      | Pin   |    |       |    |         |
|---------|-------|----|-------|----|---------|
|         | 1     | 2  | 3     | 4  | Housing |
| CP 1/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 1/2  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 2/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 2/2  | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 2/3  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 3/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 3/2  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 3/3  | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 3/4  |       |    |       |    |         |
| CP 3/5  |       |    |       |    |         |
| CP 3/6  |       |    |       |    |         |
| CP 4/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 4/3  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 6/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 6/3  |       |    |       |    |         |
| CP 6/2  | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 8/1  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 8/2  |       |    |       |    |         |
| CP 8/3  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 8/4  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 8/5  | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 10/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 11/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 11/2 |       |    |       |    |         |
| CP 11/3 |       |    |       |    |         |
| CP 12/1 | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 12/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 13/1 |       |    |       |    |         |
| CP 14/1 | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 14/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 14/3 |       |    |       |    |         |
| CP 15/1 | WH/OG | OG | WH/GN | GN | Drain   |
| CP 15/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 16/1 |       |    |       |    |         |
| CP 16/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 16/3 | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 17/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 18/1 | YE    | WH | OG    | BU | Drain   |
| CP 18/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 19/1 |       |    |       |    |         |
| CP 19/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 20/1 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 20/2 | -     | -  | -     | -  | -       |
| CP 21/1 | -     | -  | -     | -  | -       |



**Table D.6 – M12-5 A-coding connector**

| CP      | Pin   |    |       |    |    |         |
|---------|-------|----|-------|----|----|---------|
|         | 1     | 2  | 3     | 4  | 5  | Housing |
| CP 1/1  | a     | b  | Drain | -  | -  | -       |
| CP 1/2  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 2/1  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 2/2  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 2/3  | Drain | RD | BK    | WH | BU | Drain   |
| CP 3/1  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 3/2  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 3/3  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 3/4  |       |    |       |    |    |         |
| CP 3/5  |       |    |       |    |    |         |
| CP 3/6  |       |    |       |    |    |         |
| CP 4/1  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 4/3  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 6/1  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 6/3  |       |    |       |    |    |         |
| CP 6/2  |       |    |       |    |    |         |
| CP 8/1  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 8/2  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 8/3  |       |    |       |    |    |         |
| CP 8/4  |       |    |       |    |    |         |
| CP 8/5  | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 10/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 11/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 11/2 |       |    |       |    |    |         |
| CP 11/3 |       |    |       |    |    |         |
| CP 12/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 12/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 13/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 14/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 14/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 14/3 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 15/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 15/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 16/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 16/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 16/3 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 17/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 18/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 18/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 19/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 19/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 20/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 20/2 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |
| CP 21/1 | -     | -  | -     | -  | -  | -       |

<sup>a</sup> This wire is for “+ Data” with no colour specified.  
<sup>b</sup> This wire is for “- Data” with no colour specified.

**Table D.7 – M12-5 B-coding connector**

| CP      | Pin |    |    |    |    |         |
|---------|-----|----|----|----|----|---------|
|         | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | Housing |
| CP 1/1  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 1/2  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 2/1  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 2/2  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 2/3  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 3/1  | -   | GN | -  | RD | -  | Drain   |
| CP 3/2  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 3/3  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 3/4  |     |    |    |    |    |         |
| CP 3/5  |     |    |    |    |    |         |
| CP 3/6  |     |    |    |    |    |         |
| CP 4/1  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 4/3  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 6/1  | YE  | GN | GY | PK | BN | Drain   |
| CP 6/3  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 6/2  |     |    |    |    |    |         |
| CP 8/1  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 8/2  |     |    |    |    |    |         |
| CP 8/3  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 8/4  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 8/5  | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 10/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 11/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 11/2 |     |    |    |    |    |         |
| CP 11/3 |     |    |    |    |    |         |
| CP 12/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 12/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 13/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 14/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 14/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 14/3 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 15/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 15/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 16/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 16/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 16/3 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 17/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 18/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 18/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 19/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 19/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 20/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 20/2 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |
| CP 21/1 | -   | -  | -  | -  | -  | -       |

**Table D.8 – SubD connector**

| CP      | Pin   |    |       |    |       |       |    |    |   | Housing |
|---------|-------|----|-------|----|-------|-------|----|----|---|---------|
|         | 1     | 2  | 3     | 4  | 5     | 6     | 7  | 8  | 9 |         |
| CP 1/1  | -     | -  | -     | -  | -     | a     | b  | -  | - | -       |
| CP 1/2  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 2/1  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 2/2  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 2/3  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/1  | -     | -  | RD    | -  | -     | -     | -  | GN | - | Drain   |
| CP 3/2  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/3  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/4  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/5  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 3/6  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 4/1  | WH    | -  | Drain | -  | BN    | -     | -  | -  | - | Drain   |
| CP 4/3  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 6/1  | YE    | GY | BN    | -  | -     | GN    | PK | -  | - | Drain   |
| CP 6/3  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 6/2  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/1  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/2  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/3  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/4  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 8/5  | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 10/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 11/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 11/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 11/3 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 12/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 12/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 13/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 14/1 | WH/OG | OG | WH/GN | BU | WH/BU | WH/BN | GN | BN | - | Drain   |
| CP 14/2 | WH/OG | OG | WH/GN | BU | WH/BU | WH/BN | GN | BN | - | Drain   |
| CP 14/3 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 15/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 15/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 16/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 16/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 16/3 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 17/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 18/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 18/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 19/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 19/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 20/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 20/2 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |
| CP 21/1 | -     | -  | -     | -  | -     | -     | -  | -  | - | -       |

<sup>a</sup> This wire is for “+ Data” with no colour specified.

<sup>b</sup> This wire is for “- Data” with no colour specified.

**Table D.9 – 7/8-16 UN-2B THD / M18 connector**

| CP      | Pin   |    |    |    |    |
|---------|-------|----|----|----|----|
|         | 1     | 2  | 3  | 4  | 5  |
| CP 1/1  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 1/2  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 2/1  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 2/2  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 2/3  | Drain | RD | BK | WH | BU |
| CP 3/1  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 3/2  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 3/3  |       |    |    |    |    |
| CP 3/4  |       |    |    |    |    |
| CP 3/5  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 3/6  |       |    |    |    |    |
| CP 4/1  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 4/3  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 6/1  |       |    |    |    |    |
| CP 6/3  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 6/2  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/1  |       |    |    |    |    |
| CP 8/2  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/3  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/4  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 8/5  | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 10/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 11/1 |       |    |    |    |    |
| CP 11/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 11/3 |       |    |    |    |    |
| CP 12/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 12/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 13/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 14/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 14/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 14/3 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 15/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 15/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 16/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 16/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 16/3 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 17/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 18/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 18/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 19/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 19/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 20/1 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 20/2 | -     | -  | -  | -  | -  |
| CP 21/1 | -     | -  | -  | -  | -  |

**Table D.10 – Open style connector**

| CP                   | Pin   |    |       |    |       |    |       |    | Device housing |
|----------------------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|----------------|
|                      | 1     | 2  | 3     | 4  | 5     | 6  | 7     | 8  |                |
| CP 1/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 1/2               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 2/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 2/2               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 2/3               | BK    | BU | Drain | WH | RD    | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/2               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/3               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/4               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/5               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 3/6               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 4/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 4/3               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 6/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 6/3               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 6/2               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 8/1               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 8/2               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 8/3               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 8/4               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 8/5               | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 10/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 11/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 11/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 11/3              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 12/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 12/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 13/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 14/1 <sup>a</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | GN | -     | -  | -     | -  | Drain          |
| CP 14/2 <sup>a</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | GN | -     | -  | -     | -  | Drain          |
| CP 14/1 <sup>b</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | GN | BU    | BN | -     | -  | Drain          |
| CP 14/2 <sup>b</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | GN | BU    | BN | -     | -  | Drain          |
| CP 14/1 <sup>c</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | BU | WH/BU | GN | WH/BN | BN | Drain          |
| CP 14/2 <sup>c</sup> | WH/OG | OG | WH/GN | BU | WH/BU | GN | WH/BN | BN | Drain          |
| CP 14/3              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 15/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 15/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 16/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 16/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 16/3              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 17/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 18/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 18/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 19/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 19/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 20/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 20/2              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |
| CP 21/1              | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -     | -  | -              |

<sup>a</sup> Using open style 4 pins.

<sup>b</sup> Using open style 6 pins.

<sup>c</sup> Using open style 8 pins.

### Table D.11 – M12-8 X-coding connector

[illegible]

**Table D.12 – BNC connector**

| CP      | Connections |            |
|---------|-------------|------------|
|         | Centre      | Outer part |
| CP 1/1  | -           | -          |
| CP 1/2  | -           | -          |
| CP 2/1  | wire        | shield     |
| CP 2/2  | -           | -          |
| CP 2/3  | -           | -          |
| CP 3/1  | -           | -          |
| CP 3/2  | -           | -          |
| CP 3/3  | -           | -          |
| CP 3/4  |             |            |
| CP 3/5  |             |            |
| CP 3/6  |             |            |
| CP 4/1  | -           | -          |
| CP 4/3  | -           | -          |
| CP 6/1  | -           | -          |
| CP 6/3  |             |            |
| CP 6/2  |             |            |
| CP 8/1  | -           | -          |
| CP 8/2  |             |            |
| CP 8/3  | -           | -          |
| CP 8/4  | -           | -          |
| CP 8/5  | -           | -          |
| CP 10/1 | -           | -          |
| CP 11/1 | -           | -          |
| CP 11/2 |             |            |
| CP 11/3 |             |            |
| CP 12/1 | -           | -          |
| CP 12/2 | -           | -          |
| CP 13/1 | -           | -          |
| CP 14/1 | -           | -          |
| CP 14/2 | -           | -          |
| CP 14/3 | -           | -          |
| CP 15/1 | -           | -          |
| CP 15/2 | -           | -          |
| CP 16/1 | -           | -          |
| CP 16/2 | -           | -          |
| CP 16/3 | -           | -          |
| CP 17/1 | -           | -          |
| CP 18/1 | -           | -          |
| CP 18/2 | -           | -          |
| CP 19/1 | -           | -          |
| CP 19/2 | -           | -          |
| CP 20/1 | -           | -          |
| CP 20/2 | -           | -          |
| CP 21/1 | -           | -          |

**Table D.13 – TNC connector**

| CP      | Connections |            |
|---------|-------------|------------|
|         | Centre      | Outer part |
| CP 1/1  |             |            |
| CP 1/2  | -           | -          |
| CP 2/1  | wire        | shield     |
| CP 2/2  | -           | -          |
| CP 2/3  | -           | -          |
| CP 3/1  | -           | -          |
| CP 3/2  | -           | -          |
| CP 3/3  |             |            |
| CP 3/4  |             |            |
| CP 3/5  | -           | -          |
| CP 3/6  |             |            |
| CP 4/1  | -           | -          |
| CP 4/3  | -           | -          |
| CP 6/1  |             |            |
| CP 6/3  | -           | -          |
| CP 6/2  | -           | -          |
| CP 8/1  |             |            |
| CP 8/2  | -           | -          |
| CP 8/3  | -           | -          |
| CP 8/4  | -           | -          |
| CP 8/5  | -           | -          |
| CP 10/1 |             |            |
| CP 11/1 |             |            |
| CP 11/2 | -           | -          |
| CP 11/3 |             |            |
| CP 12/1 | -           | -          |
| CP 12/2 | -           | -          |
| CP 13/1 | -           | -          |
| CP 14/1 | -           | -          |
| CP 14/2 | -           | -          |
| CP 14/3 | -           | -          |
| CP 15/1 | -           | -          |
| CP 15/2 | -           | -          |
| CP 16/1 | -           | -          |
| CP 16/2 | -           | -          |
| CP 16/3 | -           | -          |
| CP 17/1 | -           | -          |
| CP 18/1 | -           | -          |
| CP 18/2 | -           | -          |
| CP 19/1 | -           | -          |
| CP 19/2 | -           | -          |
| CP 20/1 | -           | -          |
| CP 20/2 | -           | -          |
| CP 21/1 | -           | -          |



## Annex E (informative)

### Power networks with respect to electromagnetic interference – TN-C and TN-S approaches

A major source of electromagnetic interference is based on the wiring of power lines between decentralized automation systems communicating via fieldbus. So far it was common practice and permitted by standards to use a combined PE (protective earth) and N (neutral lead) wire between main racks and sub-racks. This kind of wiring is also called a TN-C power network. This method is acceptable if no extended fieldbus networks are involved and the currents within the power lines L1, L2, L3 are balanced out (Figure E.1).

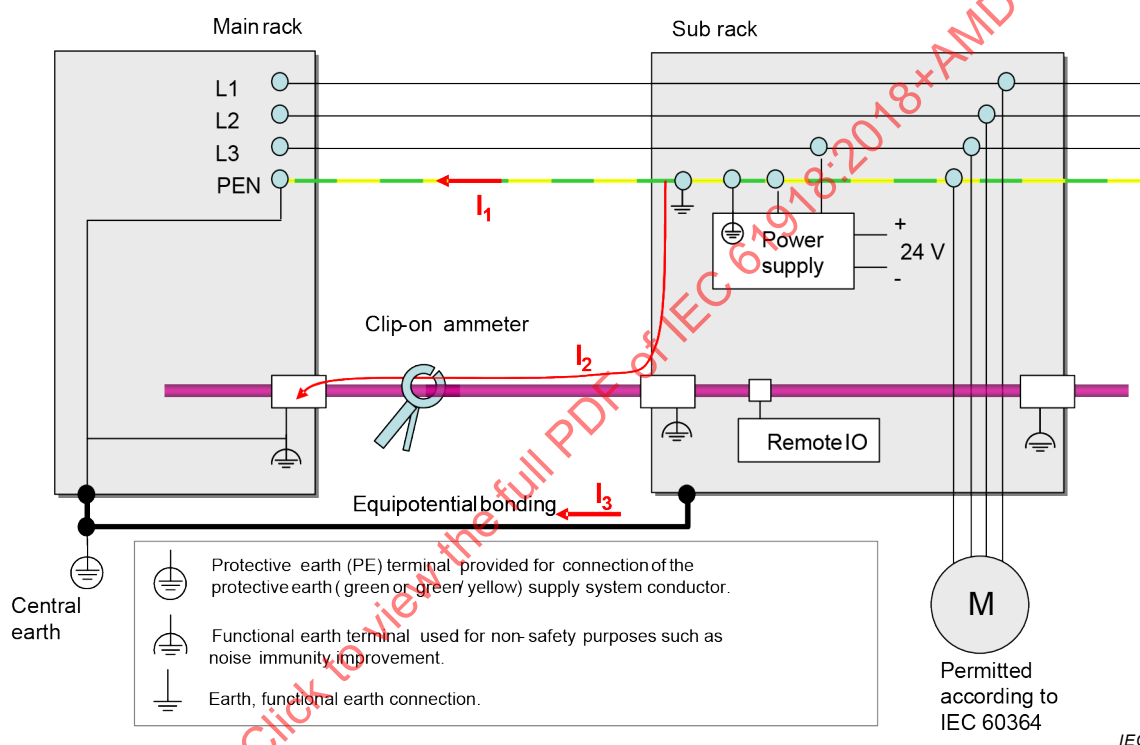


**Figure E.1 – Four-wire power network (TN-C)**

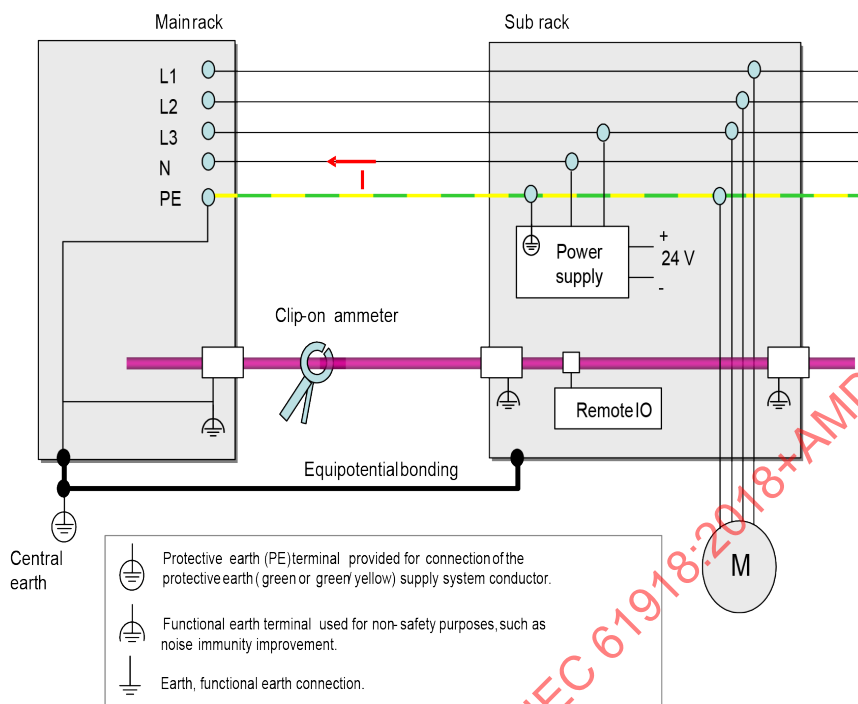
The functional earth of fieldbus devices is connected to the functional earth bus bar that is bonded to protective earth at the source of supply in accordance with national/local electrical regulation requirements.

Modern drive electronics and power supplies are using high frequency switching technology, which causes unbalanced (high frequency) currents flowing through the combined PEN wire of the system. The low impedance shielding of a fieldbus cable in parallel to the PEN wire will take over these high frequency currents and thus perturb the transmission of messages.

It is highly recommended to use separate PE and N wires ("5 wires") in accordance with IEC 60364-4-44 in order to avoid fieldbus communication errors and possible retries, which will affect the efficiency and probably the availability of the whole system (see Figure E.2). The corresponding types of power networks are called TN-S.

More complete information about the design of power networks in respect to electromagnetic interference can be retrieved from IEC 60364-4-44.

More complete information about the design of power networks in respect to safety can be retrieved from 312.2.1 of IEC 60364-1:2005, TN Systems.



IEC

**Figure E.2 – Five wire power network (TN-S)**

Also in this case, the functional earth terminals and the functional earth connections are bonded as described above.

## Annex F (informative)

### Conductor sizes in electrical cables

International standard manufacturing sizes for conductors in electrical cables are defined in IEC 60228. Conductors described in IEC 60228 are specified in metric sizes. North America (USA and CANADA) at present uses conductor sizes and characteristics according to the American Wire Gauge (AWG) system and kcmil for larger sizes. IEC cable product standards do not prescribe cables with AWG/kcmil conductors. Table F.1 gives data of nominal cross-sectional area (mm<sup>2</sup>) corresponding to the conductor size expressed in AWG and kcmil.

Conductor sizes listed in IEC 60228 for both solid conductors for single-core and multicore cables and stranded conductors for single-core and multi-core cables have the following nominal cross-sectional areas (mm<sup>2</sup>):

0,5 – 0,75 – 1 – 1,5 – 2,5 – 4 – 6 – 10 – 16 – 25 – 35 – 50 – 70 – 95 – 120 – 150 – 185 – 240 – 300.

These areas are different from those of the AWG system and there is not a direct correspondence between the two systems.

**Table F.1 – American wire gauge system and kcmil**

| AWG            |                                              |                |                                              | kcmil          |                                              |                |                                              |
|----------------|----------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|
| Conductor size | Nominal cross-sectional area mm <sup>2</sup> | Conductor size | Nominal cross-sectional area mm <sup>2</sup> | Conductor size | Nominal cross-sectional area mm <sup>2</sup> | Conductor size | Nominal cross-sectional area mm <sup>2</sup> |
| 30             | 0,0509                                       | 13             | 2,62                                         | 250            | 127                                          | 750            | 380                                          |
| 29             | 0,0642                                       | 12             | 3,31                                         | 300            | 152                                          | 800            | 405                                          |
| 28             | 0,081                                        | 11             | 4,17                                         | 350            | 177                                          | 900            | 456                                          |
| 27             | 0,102                                        | 10             | 5,26                                         | 400            | 203                                          | 1 000          | 507                                          |
| 26             | 0,129                                        | 9              | 6,63                                         | 450            | 228                                          | 1 200          | 608                                          |
| 25             | 0,162                                        | 8              | 8,36                                         | 500            | 253                                          | 1 250          | 633                                          |
| 24             | 0,205                                        | 7              | 10,5                                         | 550            | 279                                          | 1 500          | 760                                          |
| 23             | 0,258                                        | 6              | 13,3                                         | 600            | 304                                          | 1 750          | 887                                          |
| 22             | 0,326                                        | 5              | 16,8                                         | 650            | 329                                          | 2 000          | 1 010                                        |
| 21             | 0,41                                         | 4              | 21,1                                         | 700            | 355                                          |                |                                              |
| 20             | 0,518                                        | 3              | 26,7                                         |                |                                              |                |                                              |
| 19             | 0,653                                        | 2              | 33,6                                         |                |                                              |                |                                              |
| 18             | 0,823                                        | 1              | 42,4                                         |                |                                              |                |                                              |
| 17             | 1,04                                         | 1/0            | 53,5                                         |                |                                              |                |                                              |
| 16             | 1,31                                         | 2/0            | 67,4                                         |                |                                              |                |                                              |
| 15             | 1,65                                         | 3/0            | 85                                           |                |                                              |                |                                              |
| 14             | 2,08                                         | 4/0            | 107                                          |                |                                              |                |                                              |

To convert to AWG a conductor size specified in mm<sup>2</sup>, obtain from Table F.1 the AWG conductor size expressed in mm<sup>2</sup> and specify the next larger size as the equivalent mm<sup>2</sup> size.

EXAMPLE The AWG value for a conductor size 1 mm<sup>2</sup> is AWG 17 because the corresponding nominal cross-sectional area is 1,04 mm<sup>2</sup> that is the next larger size than 1 mm<sup>2</sup>.

## **Annex G** (informative)

### **Installed cabling verification checklists**

#### **G.1 General**

Annex G provides the checklists for installed cabling verification.

The verifier should confirm that all the items listed in the checklists are in accordance with the cabling planning documentation completed with recorded deviations and additions and the appropriate installation profile of IEC 61784-5 (all parts).

#### **G.2 Copper cabling verification checklist**

Table G.1 provides the copper cabling verification checklist.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

**Table G.1 – Copper cabling verification checklist**

|                                                                 |               |                 |                                                                                                                                |              |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| System                                                          |               |                 | Segment name                                                                                                                   |              |
|                                                                 |               |                 | Transmission speed                                                                                                             |              |
| Assembly acceptance performed by                                |               |                 |                                                                                                                                |              |
| Comments                                                        |               |                 |                                                                                                                                |              |
| <b>Installed copper cabling visual inspection, verification</b> |               |                 |                                                                                                                                |              |
| <b>OK</b>                                                       | <b>Not OK</b> | <b>A.I. No.</b> | <b>Action item</b>                                                                                                             | <b>Notes</b> |
| <b>General checks for all CPs</b>                               |               |                 |                                                                                                                                |              |
|                                                                 |               | 1               | Use of proper cable(s) and connectors; no damaged cable jacket                                                                 |              |
|                                                                 |               | 2               | Placement of cabling components                                                                                                |              |
|                                                                 |               | 3               | Pathways                                                                                                                       |              |
|                                                                 |               | 4               | Routing of cabling for EMC purposes                                                                                            |              |
|                                                                 |               | 5               | Separation from other circuits. Minimum spacing between cabling has been complied with, or metal partitions have been inserted |              |
|                                                                 |               | 6               | Cable crossings executed at right angles                                                                                       |              |
|                                                                 |               | 7               | Protection from damage. Safeguards against mechanical damage present at hazard points                                          |              |
|                                                                 |               | 8               | Sharp edges have been covered or removed                                                                                       |              |
|                                                                 |               | 9               | No kinks in the cable                                                                                                          |              |
|                                                                 |               | 10              | Bending radii specification observed                                                                                           |              |
|                                                                 |               | 11              | Max. length of segment/branch lines not exceeded                                                                               |              |
|                                                                 |               | 12              | Max. number of connections within a channel not exceeded                                                                       |              |
|                                                                 |               | 13              | Proper cable lead-in into cabinets and/or buildings                                                                            |              |
|                                                                 |               | 14              | Wire glands in place and properly installed; strain relief fixtures attached                                                   |              |
|                                                                 |               | 15              | Wire map                                                                                                                       |              |
|                                                                 |               | 16              | Miswiring, correct pairing and pinning and no shorts or opens                                                                  |              |
|                                                                 |               | 17              | Protective caps for connectors                                                                                                 |              |
|                                                                 |               | 18              | Earthing                                                                                                                       |              |
|                                                                 |               | 19              | Cable shield earthing                                                                                                          |              |
|                                                                 |               | 20              | Cable trays earthed                                                                                                            |              |
|                                                                 |               | 21              | All equipotential bonding points available                                                                                     |              |
|                                                                 |               | 22              | Shielding on the cabinet entrance is connected with the equipotential bonding                                                  |              |
|                                                                 |               | 23              | Shielding is applied to the devices and connected to the equipotential bonding                                                 |              |
|                                                                 |               | 24              | Channels not required are switched according to manufacturer's description                                                     |              |
|                                                                 |               | 25              | Physical topology                                                                                                              |              |
|                                                                 |               | 26              | Labelling and marking                                                                                                          |              |
|                                                                 |               | 27              | At least one plug/jack is reserved for programming/maintenance device connection                                               |              |

|                                                                 |               |                    |                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| System                                                          |               | Segment name       |                                                                                                  |
|                                                                 |               | Transmission speed |                                                                                                  |
| Assembly acceptance performed by                                |               |                    |                                                                                                  |
| Comments                                                        |               |                    |                                                                                                  |
| <b>Installed copper cabling visual inspection, verification</b> |               |                    |                                                                                                  |
| <b>OK</b>                                                       | <b>Not OK</b> | <b>A.I. No.</b>    | <b>Action item</b>                                                                               |
| <b>Notes</b>                                                    |               |                    |                                                                                                  |
| <b>General checks for all CPs</b>                               |               |                    |                                                                                                  |
|                                                                 |               | 28                 | Subassemblies used in accordance with the structure plan (24 V/230 V subassemblies not reversed) |

Table G.2 provides the earthing and bonding measurements checklist.

**Table G.2 – Earthing and bonding measurements checklist**

| Measurements on earthing and bonding |        |     |                                  |                |  | Max. allowed values |   |
|--------------------------------------|--------|-----|----------------------------------|----------------|--|---------------------|---|
| OK                                   | Not OK | No. | Measurement                      | Measured value |  |                     |   |
|                                      |        | 1   | Resistance to earth <sup>a</sup> | mΩ             |  | 0,005               | Ω |
|                                      |        | 2   | Resistance offset <sup>b</sup>   | Ω              |  | 0,6                 | Ω |
|                                      |        | 3   | Voltage offset <sup>c</sup>      | V              |  | 1                   | V |

<sup>a</sup> Measured between connections and surfaces bonded to earth and dedicated earthing points.

<sup>b</sup> Measured between any newly installed earthing and bonding connection and one pre-existing earthing and bonding point.

<sup>c</sup> Measured between any newly installed earthing and bonding connection and one pre-existing earthing and bonding point. This measurement should be repeated when the system is fully operational.

Table G.3 provides place for the installer's and commissioning personnel's signature.

**Table G.3 – Signatures for Table G.1 and Table G.2 checklists**

| Date | Installer's signature | Commissioning personnel's signature |
|------|-----------------------|-------------------------------------|
|      |                       |                                     |

Table G.4 provides the checklist for special checks for non-Ethernet base CPs.

**Table G.4 – Checklist for special checks for non-Ethernet base CPs**

| Special checks for non-Ethernet base CPs                    |        |          |                                                                                                                                 |       |
|-------------------------------------------------------------|--------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| OK                                                          | Not OK | A.I. No. | Action item                                                                                                                     | Notes |
|                                                             |        | 1        | Transmission speed and fieldbus dependant device-address                                                                        |       |
|                                                             |        | 2        | Correct number of terminators present, with correct values in the correct positions                                             |       |
|                                                             |        | 3        | Guaranteed power supply for terminating resistors (even in case of emergency stop)                                              |       |
|                                                             |        | 4        | Cable ends for unterminated cables                                                                                              |       |
| Additional checks in case of IS-segments (Ex i environment) |        |          |                                                                                                                                 |       |
|                                                             |        | IS 1     | Fieldbus-isolating repeaters are used to isolate the Ex i Trunk from the NON Ex i Trunk                                         |       |
|                                                             |        | IS 2     | Limited transmission rate ensured                                                                                               |       |
|                                                             |        | IS 3     | Only connectors according to RS 485-IS specification are used, such as no discrete inductor, special terminator resistor        |       |
|                                                             |        | IS 4     | All devices in use are Ex i certified                                                                                           |       |
|                                                             |        | IS 5     | The max. safety values of all bus participants (field devices, fieldbus isolating repeaters, etc.) are within the specification |       |
|                                                             |        | IS 6     | Check if the interconnection of all bus participants (field devices, fieldbus isolating repeaters, etc.) is intrinsically safe  |       |
|                                                             |        | IS 7     | Check if the national rules for installation in the hazardous area are observed and followed, such as IEC 60079-14              |       |

Table G.5 provides place for the installer's and commissioning personnel's signature.

**Table G.5 – Signatures for Table G.4 checklist**

| Date | Installer's signature | Commissioning personnel's signature |
|------|-----------------------|-------------------------------------|
|      |                       |                                     |

### G.3 Optical fibre cabling verification checklist

Table G.6 provides the optical fibre cabling verification checklist.

**Table G.6 – Optical fibre cabling verification checklist**

| System                                                       |        |           | Segment name                                                                          |       |
|--------------------------------------------------------------|--------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                              |        |           | Transmission speed                                                                    |       |
| Assembly acceptance performed by                             |        |           |                                                                                       |       |
| Comments                                                     |        |           |                                                                                       |       |
| <b>Optical fibre cabling visual inspection, verification</b> |        |           |                                                                                       |       |
| OK                                                           | Not OK | A.I. Nos. | Action item                                                                           | Notes |
|                                                              |        | 1         | Use of proper cable(s) and connectors; no damaged cable jacket                        |       |
|                                                              |        | 2         | Placement of cabling components                                                       |       |
|                                                              |        | 3         | Pathways                                                                              |       |
|                                                              |        | 4         | Separation from other circuits. Optical fibre cables on top in a tray                 |       |
|                                                              |        | 5         | Protection from damage. Safeguards against mechanical damage present at hazard points |       |
|                                                              |        | 6         | Sharp edges have been covered or removed                                              |       |
|                                                              |        | 7         | No kinks in the cable                                                                 |       |
|                                                              |        | 8         | Bending radii specification observed                                                  |       |
|                                                              |        | 9         | Min./max. length of segment/branch lines not exceeded                                 |       |
|                                                              |        | 10        | Proper cable lead-in into cabinets and/or buildings                                   |       |
|                                                              |        | 11        | Tensile strength not exceeded                                                         |       |
|                                                              |        | 12        | Wire glands in place and properly installed; strain relief fixtures attached          |       |
|                                                              |        | 13        | Wire map                                                                              |       |
|                                                              |        | 14        | Proper optical fibre polarity                                                         |       |
|                                                              |        | 15        | Protective caps for connectors                                                        |       |
|                                                              |        | 16        | Connectors protected against contamination                                            |       |
|                                                              |        | 17        | Range of temperature for operation and storage                                        |       |
|                                                              |        | 18        | Physical topology                                                                     |       |
|                                                              |        | 19        | Labelling and marking                                                                 |       |

Table G.7 provides place for the installer's and commissioning personnel's signature.

**Table G.7 – Signatures for Table G.6 checklist**

| Date | Installer signature | Commissioning personnel signature |
|------|---------------------|-----------------------------------|
|      |                     |                                   |



## Annex H (normative)

### Cord sets

#### H.1 General

For the purposes of this document, the term cord includes cords constructed of two plugs or one plug and one jack connected by cable. Annex H is intended for shielded and unshielded cord sets for Ethernet-based networks. Annex H provides tables with connector pin outs to help in the construction and verification of cord sets. Cord sets can either be factory-assembled or field-assembled. Cord sets shall conform to the channel de-rating based on the cable type and environmental conditions. Cord sets shall be fitted with a plug at each end of the cable. Extension cord sets may be fitted with a plug and jack to minimize the number of connections in the channel. Due to crossover cable function and the optional T568A and T568B wiring, the pairs and colours may be swapped at one or more ends of the cord set. For the T568A and T568B wiring and the associations between pair numbers and colours, read Annex D.

#### H.2 Constructing cord sets

##### H.2.1 Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors

Straight through M12-4 D-coding cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-constructed, there are several connector assembling methods. Among the most popular solutions that do not require tools to assemble there is the insulation displacement connection IDC type connector and the method for assembling a cable thereto that require no tools to assemble. Others may provide cage cramps, screw terminals or solder cups for wire attachment. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The used cable shall be in accordance with the specific requirements defined in the specific installation profile. The cord set shall be wired as shown in Table H.1. See Figure H.1 for connector pin out.

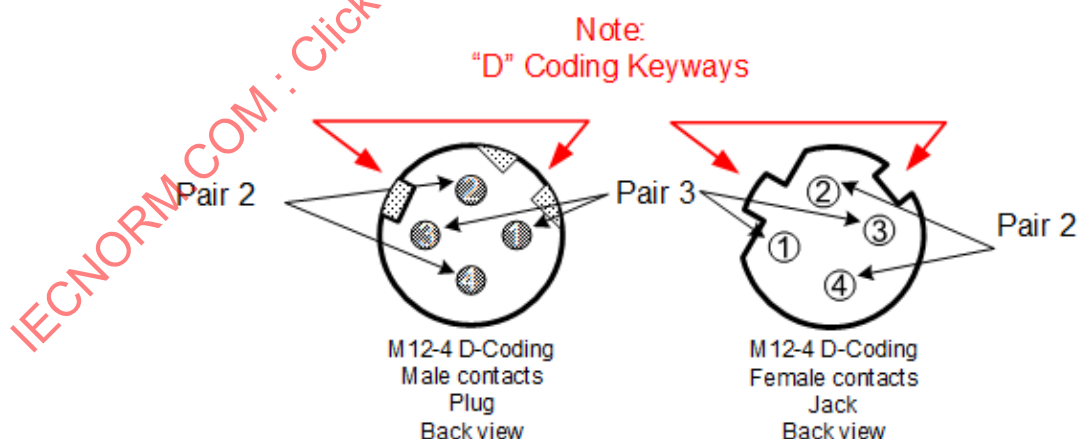


Figure H.1 – Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors

**Table H.1 – M12-4 D-coding pin/pair assignment**

| Pin     | Pair | Wire colour   | Name            | Signal |
|---------|------|---------------|-----------------|--------|
| 1       | 2    | See Table D.5 | Transmit data + | TXD+   |
| 3       |      |               | Transmit data - | TXD-   |
| 2       | 3    |               | Receive data +  | RXD+   |
| 4       |      |               | Receive data -  | RXD-   |
| Housing |      |               |                 | Shield |

**H.2.2 Crossover cord sets with M12-4 D-coding connectors**

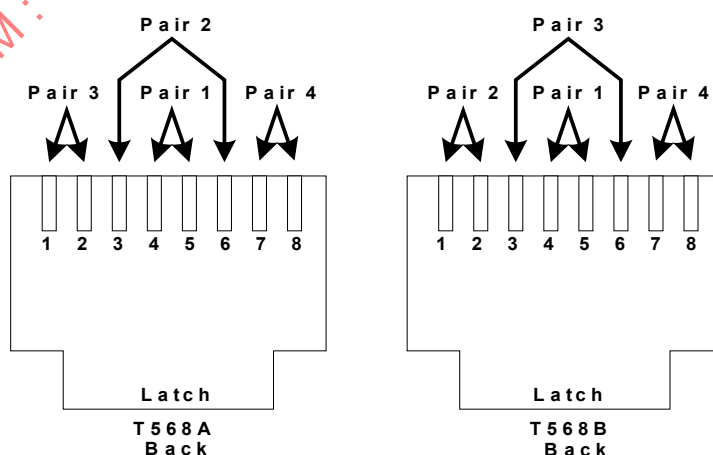
Crossover M12-4 D-coding cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The cord set shall be wired as shown in Table H.2. See Figure H.1 for connector pin out.

**Table H.2 – M12-4 D-coding to M12-4 D-coding crossover pin/pair assignment**

| M12-4 pin | M12-4 pin | Wire colour   | Name            | Signal |
|-----------|-----------|---------------|-----------------|--------|
| 2         | 1         | See Table D.5 | Transmit data + | TXD+   |
| 1         | 2         |               | Receive data +  | RXD+   |
| 4         | 3         |               | Transmit data - | TXD-   |
| 3         | 4         |               | Receive data -  | RXD-   |
| Housing   | Housing   |               | Shield          | Shield |

**H.2.3 Straight through cord sets with 8-way modular connectors**

8-way modular cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.3. See Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

**Figure H.2 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 8 poles**

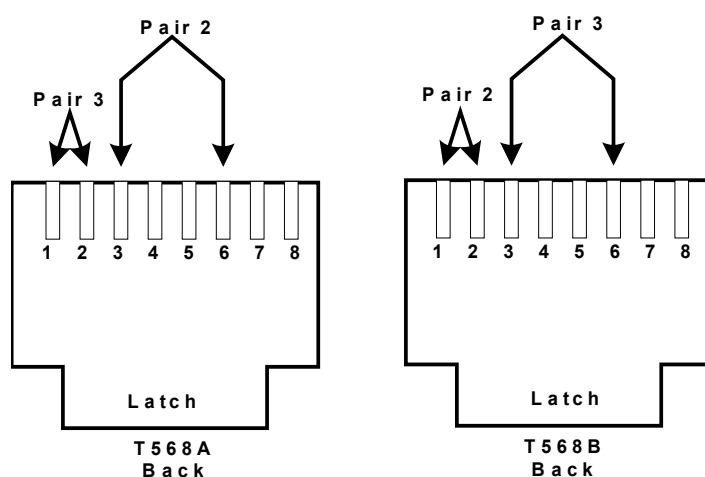


Figure H.3 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 4 poles

Table H.3 – 8-way modular pin/pair assignment

| Pin                                                                                            | Signal | T568A         |        | T568B         |        | CP            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|
|                                                                                                |        | Wire colour   | Pair   | Wire colour   | Pair   | Wire colour   |
| 1                                                                                              | TXD+   | See Table D.2 | Pair 3 | See Table D.2 | Pair 2 | See Table D.3 |
| 2                                                                                              | TXD-   |               | Pair 2 |               | Pair 3 |               |
| 3                                                                                              | RXD+   |               | Pair 1 |               | Pair 1 |               |
| 4                                                                                              | -      |               | Pair 2 |               | Pair 3 |               |
| 5                                                                                              | -      |               | Pair 4 |               | Pair 4 |               |
| 6                                                                                              | RXD-   |               | -      |               | -      |               |
| 7                                                                                              | -      |               |        |               |        |               |
| 8                                                                                              | -      |               |        |               |        |               |
| SH <sup>a</sup>                                                                                | Shield |               |        |               |        |               |
| NOTE 1 Pairs 1 and 4 are not used for 10Base-TX and for 100Base-TX.                            |        |               |        |               |        |               |
| NOTE 2 CPs that do not use star quad do not assign pairs.                                      |        |               |        |               |        |               |
| <sup>a</sup> SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing. |        |               |        |               |        |               |

#### H.2.4 Crossover cord sets with 8-way modular connectors

8-way modular crossover cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.4. See Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

**Table H.4 – 8-way modular crossover pin/pair assignment**

| Pin                                                                                            | Signal | CP wire colour | Pair   | Route to pin    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------|--------|-----------------|
| 1                                                                                              | TXD+   | See Table D.3  | Pair 3 | 3               |
| 2                                                                                              | TXD-   |                |        | 6               |
| 3                                                                                              | RXD+   |                | Pair 2 | 1               |
| 4                                                                                              | -      |                | Pair 1 | 7               |
| 5                                                                                              | -      |                |        | 8               |
| 6                                                                                              | RXD-   |                | Pair 2 | 2               |
| 7                                                                                              | -      |                | Pair 4 | 4               |
| 8                                                                                              | -      |                |        | 5               |
| SH <sup>a</sup>                                                                                | Shield |                | Shield | SH <sup>a</sup> |
| NOTE 1 Pairs 1 and 4 are not used for 10Base-TX and for 100Base-TX.                            |        |                |        |                 |
| NOTE 2 CPs that do not use star quad do not assign pairs.                                      |        |                |        |                 |
| <sup>a</sup> SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing. |        |                |        |                 |

**H.2.5 Straight conversion from one connector family to another**

The following is the pin out information for a cord set (plug to plug) providing connectivity between an 8-way modular connector and a 4-pole M12 D-coding connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.5. See Figure H.1 and Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

**Table H.5 – Connectivity pin assignment**

| 8-way modular pin                                                                              | M12-4 pin | Wire colour   | Name            | Signal |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|-----------------|--------|
| 1                                                                                              | 1         | See Table D.5 | Transmit data + | TXD+   |
| 3                                                                                              | 2         |               | Receive data +  | RXD+   |
| 2                                                                                              | 3         |               | Transmit data - | TXD-   |
| 6                                                                                              | 4         |               | Receive data -  | RXD-   |
| SH <sup>a</sup>                                                                                | Housing   |               | Shield          | Shield |
| <sup>a</sup> SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing. |           |               |                 |        |

**H.2.6 Crossover conversion from one connector family to another**

The following is the wiring schematic for a crossover conversion cable using an M12-4 D-coding connector to an 8-way modular connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.6. See Figure H.1 and Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

**Table H.6 – M12-4 to 8-way modular crossover pin pair assignment**

| 8-way modular connector | M12-4 pin | CP Wire colour | Name            | Signal |
|-------------------------|-----------|----------------|-----------------|--------|
| 3                       | 1         | See Table D.5  | Transmit data + | TXD+   |
| 1                       | 2         |                | Receive data +  | RXD+   |
| 6                       | 3         |                | Transmit data - | TXD-   |
| 2                       | 4         |                | Receive data -  | RXD-   |
| SH <sup>a</sup>         | Housing   |                | Shield          | Shield |

<sup>a</sup> SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing.

## H.2.7 Assignment of PMA signal to MDI and MDI-X in outs

According to IEEE 802.3, the medium dependent interface (MDI), both physical and electrical, in a computer network is the interface from a physical layer implementation to the physical medium used to carry the transmission. IEEE 802.3 also defines a medium dependent crossover interface (MDI-X). Table H.7 is a copy of the Table 40-12 of IEEE 802.3:2015 that illustrates the assignment of the physical medium attachment (PMA) signal to MDI and MDI-X pin outs.

**Table H.7 – Assignment of PMA signal to MDI and MDI-X pin outs**

| Pin | MDI    | MDIX   |
|-----|--------|--------|
| 1   | BI_DA+ | BI_DB+ |
| 2   | BI_DA- | BI_DB- |
| 3   | BI_DB+ | BI_DA+ |
| 6   | BI_DB- | BI_DA- |
| 5   | BI_DC- | BI_DD- |
| 4   | BI_DC+ | BI_DD+ |
| 7   | BI_DD+ | BI_DC+ |
| 8   | BI_DD- | BI_DC- |

Table H.8 shows the signal and pin/pair assignment for 8-way modular connector and an M12-8 X-coding connector (see Figure H.4) when used as an MDI in a T568B style wiring.

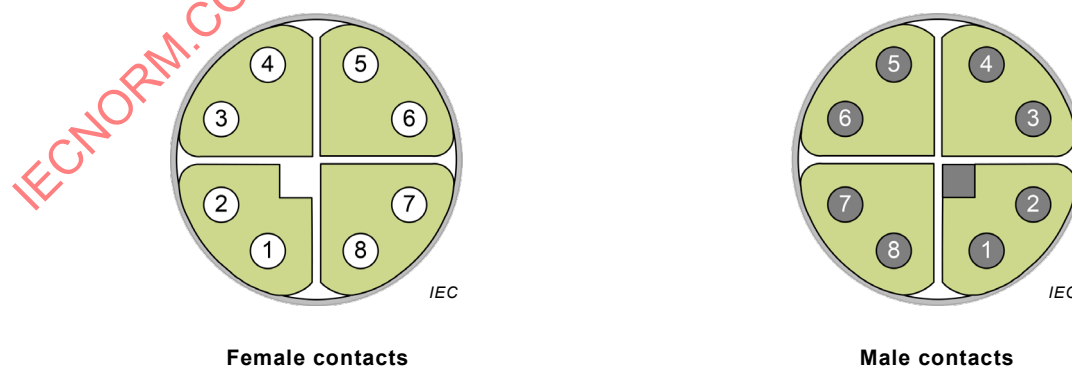


**Figure H.4 –M12-8 X-coding connector**

**Table H.8 – Signal and pin/pair assignment for MDI and TIA 568B**

| IEEE 802.3 (MDI)<br>PMA signal | 8-way IEC 60603-7 (T568B) |      |               | M12-8 X-Coding IEC 61076 |            |
|--------------------------------|---------------------------|------|---------------|--------------------------|------------|
|                                | pin                       | pair | wire colour   | pin                      | PMA signal |
| BI_DA+                         | 1                         | 2    | See Table D.2 | 1                        | BI_DA+     |
| BI_DA-                         | 2                         |      |               | 2                        | BI_DA-     |
| BI_DB+                         | 3                         | 3    |               | 3                        | BI_DB+     |
| BI_DB-                         | 6                         |      |               | 4                        | BI_DB-     |
| BI_DC-                         | 5                         | 1    |               | 7                        | BI_DC-     |
| BI_DC+                         | 4                         |      |               | 8                        | BI_DC+     |
| BI_DD+                         | 7                         | 4    |               | 5                        | BI_DD+     |
| BI_DD-                         | 8                         |      |               | 6                        | BI_DD-     |

**H.2.8 Signal and pin assignment for MDI and TIA568A**

Table H.9 shows the signal and pin/pair assignment for 8-way modular connector and an M12-8 X-coding connector when used as an MDI in a T568A style wiring.

**Table H.9 – Signal and pin/pair assignment for MDI and T568A**

| IEEE 802.3 (MDI)<br>PMA signal | 8-way IEC 60603-7 (T568A) |      |               | M12-8 X-Coding IEC 61076 |            |
|--------------------------------|---------------------------|------|---------------|--------------------------|------------|
|                                | pin                       | pair | wire colour   | pin                      | PMA signal |
| BI_DA+                         | 1                         | 3    | See Table D.2 | 1                        | BI_DA+     |
| BI_DA-                         | 2                         |      |               | 2                        | BI_DA-     |
| BI_DB+                         | 3                         | 2    |               | 3                        | BI_DB+     |
| BI_DB-                         | 6                         |      |               | 4                        | BI_DB-     |
| BI_DC-                         | 5                         | 1    |               | 7                        | BI_DC-     |
| BI_DC+                         | 4                         |      |               | 8                        | BI_DC+     |
| BI_DD+                         | 7                         | 4    |               | 5                        | BI_DD+     |
| BI_DD-                         | 8                         |      |               | 6                        | BI_DD-     |

**H.2.9 Signal and pin assignment for MDIX and TIA568B**

Table H.10 shows the signal and pin assignment for 8-way modular connector and an M12-8 X-coding connector when used as an MDIX in a T568B style wiring.

**Table H.10 – Signal and pin/pair assignment for MDIX and T568B**

| IEEE 802.3 (MDIX) | 8-way IEC 60603-7 (T568B) |      |               | M12-8 X-Coding IEC 61076 |            |
|-------------------|---------------------------|------|---------------|--------------------------|------------|
| PMA signal        | pin                       | pair | wire colour   | pin                      | PMA signal |
| BI_DB+            | 1                         | 2    | See Table D.2 | 1                        | BI_DB+     |
| BI_DB-            | 2                         |      |               | 2                        | BI_DB-     |
| BI_DA+            | 3                         | 3    |               | 3                        | BI_DA+     |
| BI_DA-            | 6                         |      |               | 4                        | BI_DA-     |
| BI_DD-            | 5                         | 1    |               | 7                        | BI_DD-     |
| BI_DD+            | 4                         |      |               | 8                        | BI_DD+     |
| BI_DC+            | 7                         | 4    |               | 5                        | BI_DC+     |
| BI_DC-            | 8                         |      |               | 6                        | BI_DC-     |

## H.2.10 Signal and pin assignment for MDIX and TIA568A

Table H.11 shows the signal and pin assignment for 8-way modular connector and an M12-8 X-coding connector when used as an MDIX in a T568A style wiring.

**Table H.11 – Signal and pin/pair assignment for MDIX and T568A**

| IEEE 802.3 (MDIX) | 8-way IEC 60603-7 (T568A) |      |               | M12-8 X-Coding IEC 61076 |            |
|-------------------|---------------------------|------|---------------|--------------------------|------------|
| PMA signal        | pin                       | pair | wire colour   | pin                      | PMA signal |
| BI_DB+            | 1                         | 3    | See Table D.2 | 1                        | BI_DB+     |
| BI_DB-            | 2                         |      |               | 2                        | BI_DB-     |
| BI_DA+            | 3                         | 2    |               | 3                        | BI_DA+     |
| BI_DA-            | 6                         |      |               | 4                        | BI_DA-     |
| BI_DD-            | 5                         | 1    |               | 7                        | BI_DD-     |
| BI_DD+            | 4                         |      |               | 8                        | BI_DD+     |
| BI_DC+            | 7                         | 4    |               | 5                        | BI_DC+     |
| BI_DC-            | 8                         |      |               | 6                        | BI_DC-     |

## H.2.11 Straight through cord set with IEC 63171-6 connectors

Signal and pin assignment are specified in Q.2.4.

## Annex I (informative)

### Guidance for terminating cable ends

#### I.1 General

As examples of good practice for terminating cable ends, the following guidance is given here in addition to the rules provided in 5.3.

The following tools are needed to terminate the ends of the cable:

- cable cutting and preparation tool;
- cable jacket stripper;
- crimp tool.

#### I.2 Guidance for terminating shielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs

There are several variants of shielded twisted pair cables available offering different levels of shielding effectiveness. In general, they are all terminated in the same way. The following description refers to all these shielded variants as STP cables.

Depending on the type of shielding used on the cable, the process of preparing and terminating the cable may be different from cable to cable and from connector to connector. Refer to cable and/or connector manufacturer's recommendations for proper termination methods.

Basic steps to be followed for terminating shielded twisted pair cable ends are as follows.

- a) Measure the cable and trim it to the proper length using the cable cutter. Cut the cable about 75 mm (3 in) longer than the final cable length.
- b) Refer to Figure I.1 and strip back about 25 mm (1 in) of jacket, using the jacket strip tool.

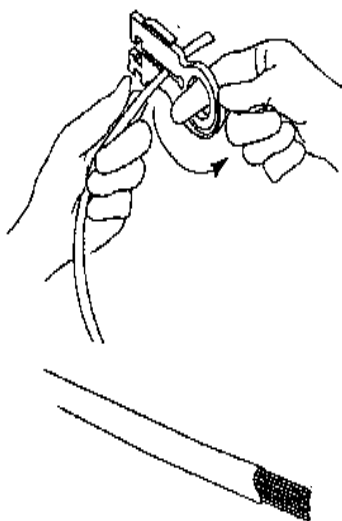


Figure I.1 – Stripping the cable jacket



- c) Prepare the shield to provide a 360° coverage over the conductors. Care should be taken not to cut the shield, drain or insulation of the wires. If the shield, drain or insulation are damaged, cut off the end of the cable and start over.
- d) Separate the individual wire pairs. Un-twist each conductor pair no further back than to the jacket edge, as shown in Figure I.2.
- e) Fold the drain wire and/or shields back in line with the cable.
- f) Align the wires into colour groups as shown in Figure I.2. Wire colour codes for the several CPs are given in Table D.3 (for example for CP 2/2).
  - If wiring to T568A, then the white/orange and orange pair is split across blue and white/blue.
  - If wiring to T568B, then the green/white and green pair is split across blue and white/blue.

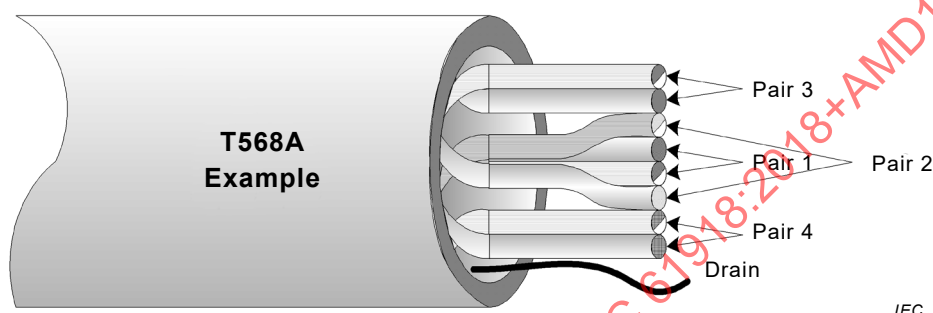


Figure I.2 – Example of wire preparation for type A cables

- g) Check the following:
  - pair twists extend as far out as possible;
  - pair 2 (T568A) is evenly split;
  - ends of conductors trimmed evenly;
  - conductor trim length is dependent on connector manufacturers' instructions.
- h) Hold the conductors in the proper orientation and trim off the excess length using a pair of sharp cutters. The finished length beyond the jacket should be less than 12 mm (0,5 in).
- i) Confirm the correct orientation of the conductors. Apply the CP-specific wiring convention (provided in the relevant installation profile) and the connector pin out in Figure I.3. Insert the conductors into the connector body as shown in Figure I.4.

NOTE Each wire has its own slot.

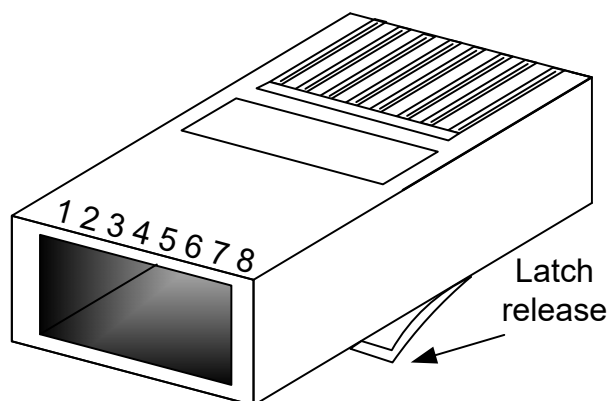


Figure I.3 – 8-way modular plug



**Figure I.4 – Inserting the cable into the connector body**

- j) Push the cable into the shielded connector body until all the wires touch the end of the connector body. The jacket should be inserted far enough into the connector body that the cable clamp will engage and hold the jacket.
- k) Insert the connector into the crimp tool (Figure I.5) and crimp the connector. Confirm that the connector is fully seated into the crimp dies.

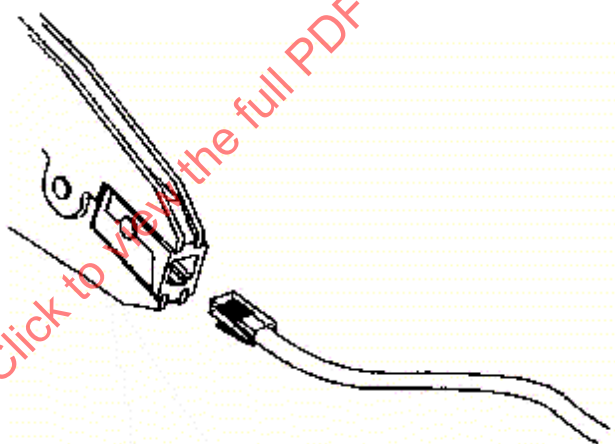


**Figure I.5 – Crimping the connector**

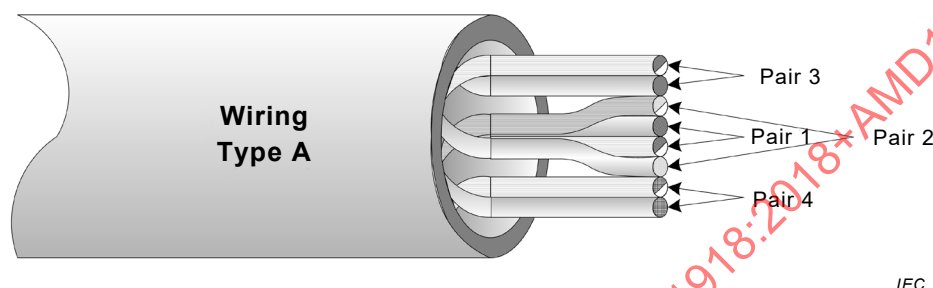
- l) Squeeze the hand tool to complete the crimp. The tool will not release until the jaws are fully closed and crimped.
- m) Check the crimp by pulling gently on the connector. If the jacket or conductors slide out, cut the connector off and start over.
- n) Electrically test the connection using an appropriate test tool such as commercially available Ethernet test tool.

### **I.3 Guidance for terminating unshielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs**

Terminate unshielded cable ends for 8-way modular plugs as follows.

- a) Measure the cable and trim it to the proper length using the cable cutter. Cut the cable about 75 mm (3 in) longer than the final cable length.

- b) Using a stripping tool similar to the one in Figure I.1, strip back 25 mm (1 in) of jacket. Be careful not to cut the insulation of the wire. If the wire insulation is damaged, cut off the end of the cable and start over.
- c) Align the wires into colour groups as shown as shown in Figure I.6.
- d) Separate the individual wire pairs. Wire colour codes for the several CPs are given in Table D.3. For example for CP 2/2.
  - If wiring to T568A, then the white/orange and orange pair is split across blue and white/blue.
  - If wiring to T568B, then the green/white and green pair is split across blue and white/blue.
- e) Un-twist the conductors only back to the jacket edge (see Figure I.6).



IEC

**Figure I.6 – Example of a cable preparation for type A wiring**

- f) Check the following:
  - pair twists extend as far out as possible;
  - pair 2 (T568A) is evenly split;
  - ends of conductors trimmed evenly;
  - conductor trim length is dependent on connector manufacturers' instructions.
- g) Hold the conductors in the proper orientation and trim off excess length using a pair of sharp cutters. The finished length beyond the jacket should be less than 12 mm (0,5 in). See connector manufacturer's instructions.
- h) Confirm the correct orientation of the conductors and insert the conductors into the connector body (Figure I.4).

NOTE Each wire has its own slot in the connector body.

- i) Push the cable into the connector body until all the wires touch the end of the connector body. The jacket should be inserted far enough into the connector body that the cable clamp will engage and hold the jacket.
- j) Insert the connector into the crimp tool (Figure I.5) and crimp the connector. Confirm that the connector is fully seated into the crimp dies.
- k) Squeeze the hand tool to complete the crimp. The tool will not release until the jaws are fully closed and crimped.
- l) Check the crimp by pulling gently on the connector. If the jacket or conductors slide out, cut the connector off and start over.
- m) Electrically test the connection using an appropriate tester such as a commercially available Ethernet test tool.

#### **I.4 Guidance for M12 connector installation**

The following are example steps for installing a M12-4 D-coding connector on a 2 pair unshielded or shielded cable. This procedure is applicable to all M12 coded connectors, including the M12 X-coding, by applying the appropriate wiring map in step i) according to the corresponding wire map table in Annex D. The basic steps of this procedure are also

applicable to type M12 and type M8 of IEC 63171-6 connector, specified in Q.2.4. This procedure can be used for both metal and plastic connector shell constructions. If a STP cable is used, there are additional steps that are required to prepare the shield.

- a) Identify the connector components and separate the components (see Figure I.7).

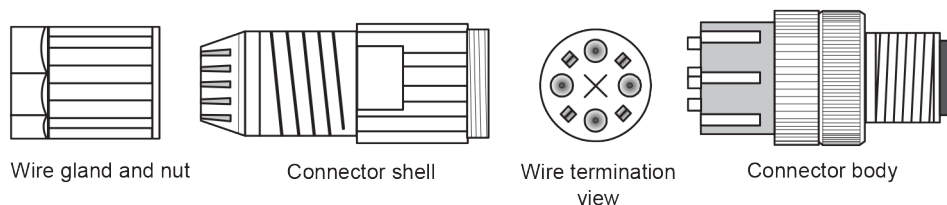


**Figure I.7 – Connector components**

- b) Cut approximately 50 mm off the end of the cable and discard the cut off (see Figure I.8).

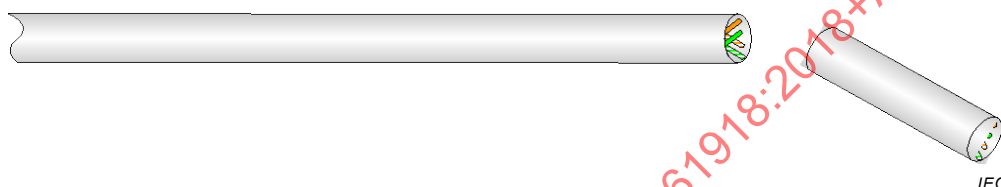


**Figure I.8 – Cable preparation**

- c) Slide the wire gland, nut and connector shell on the cable (see Figure I.9).

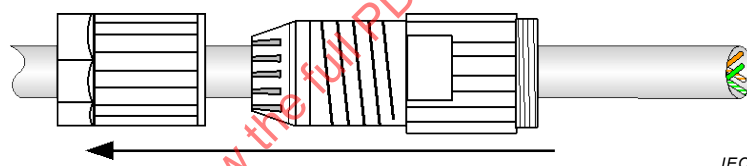


**Figure I.9 – Connector wire gland, nut and shell on the cable**

- d) Score and strip approximately 2 cm of the cable jacket. Take care not to score or cut the conductors or shield if present. If the conductor insulation or shield is scored or cut, then start over by going back to step 2 (see Figure I.10).

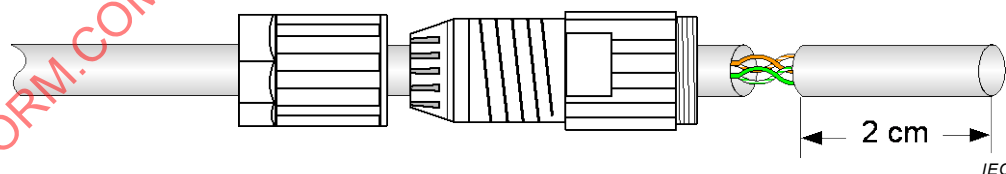


**Figure I.10 – Conductors preparation**

- e) Remove and discard the jacket (see Figure I.11).

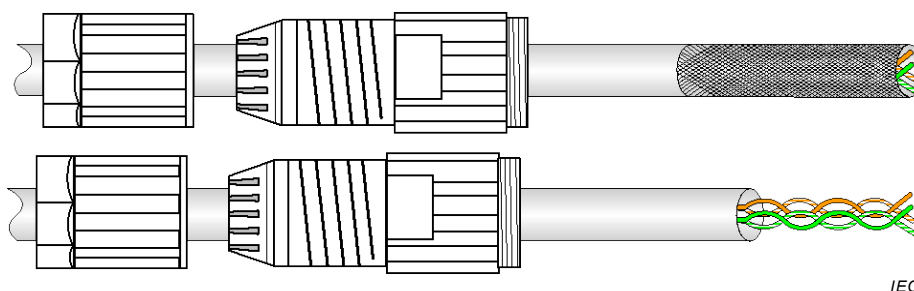


**Figure I.11 – Jacket removal**

- f) If the cable is shielded, fold the shield back over the jacket and trim in accordance with the connector documentation, otherwise skip this step (see Figure I.12).

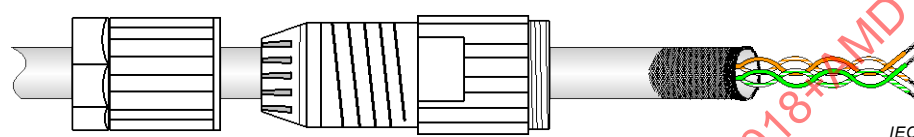


**Figure I.12 – Shield preparation**

- g) Trim conductors to the necessary length. It is important to keep the untwisted length and exposed length as short as possible. Strip off 0,5 cm of the conductor insulation (see Figure I.13).

NOTE Some connectors use IDC contacts in place of screw terminals or cage clamps. Stripping of the insulation is not necessary for IDC contacts.

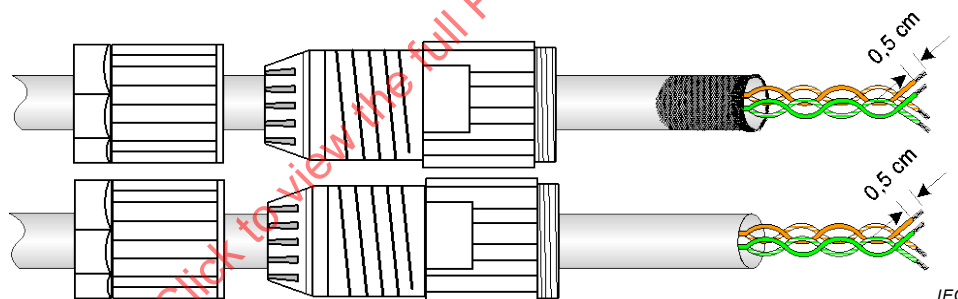


**Figure I.13 – Conductors preparation**

- h) Prepare the conductors according to the wire map specified in the cabling planning documentation.
- i) Insert the wires in to the backend of the connector body (see Figure I.14). Depending on the connector, the wires may be secured using screw terminals, cage clamps or IDC type contacts.

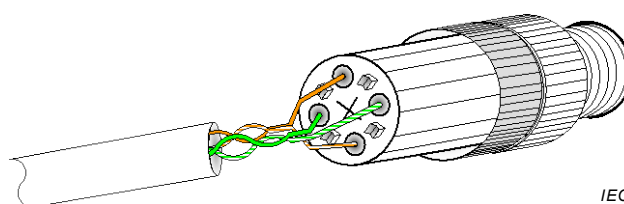


**Figure I.14 – Installing conductors in connector**

- j) Check that the conductors are securely fastened to the connector contacts by gently pulling the wires.

- k) Slide the connector shell over the connector back end and thread on in accordance with the connector documentation (see Figure I.15).

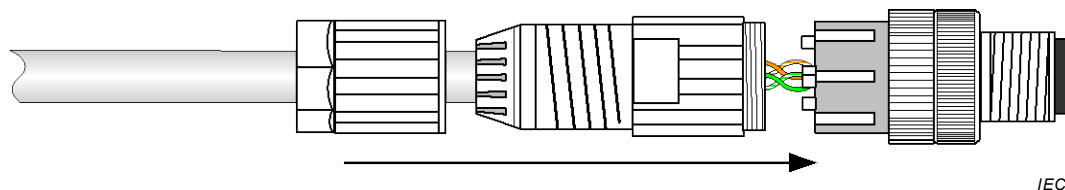


**Figure I.15 – Assembling the body of the connector**

- l) Slide the wire gland over the connector shell and tighten using hand tools (see Figure I.16). Care should be taken not to over tighten the wire gland causing damage to the connector.

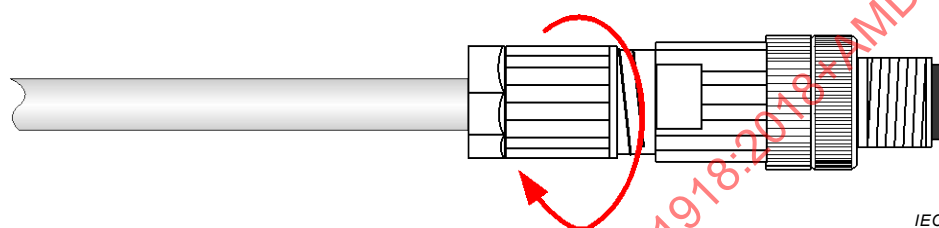


**Figure I.16 – Final assembling**

- m) Test the cable when assembly is complete.

## **I.5 Guidance for terminating optical fibre cable ends**

A number of optical fibre connectors exist for the several optical fibre cables. The ones to be used, out of those listed in Table 9, are listed in the CP installation profiles.

Optical fibres are thin glass or plastic filaments used for the transmission of information via light signals. For optical fibres, unlike copper wires, a mechanical connection is not sufficient. The light should come out of the fibre with minimal loss of signal and the optical fibre should be well aligned to the optical receiver to which the optical fibre cable is connected.

There are several methods for terminating optical fibre cable ends for both connectors attached with epoxy or without. The detailed description of each method depends on the particular characteristics of each connector and the connection method proposed by the manufacturer of the connectors.

To know the specific method to use for each connector type, use the relevant documentation provided by the manufacturer.

Particular attention should be paid to the final polishing of the connector and to the removal from the connector of any debris.

Then a test of the connection is indispensable to guarantee the required performance of the connection. The tool to use is an optical fibre microscope that allows one to see any cracks or imperfections. If cracks or imperfections are in the cladding, this is not a problem because the cladding does not carry a signal. If cracks or imperfections are in the core, it is a problem that should be solved by cutting the connector off and terminating the cable again, unless a repolishing of the fibre does not solve the problem.

## Annex J (informative)

### Recommendations for bulkhead connection performance and channel performance with more than 4 connections in a 4-pair channel

#### J.1 General

The following recommendation should be considered when using bulkhead connections with back-to-back connectors and when more than 4 connections are needed in a 4-pair channel.

#### J.2 Recommendations

The number of connections to be counted for one bulkhead connection depends on the electrical performance of the back-to-back connectors and the distance between the two connectors. If the distance between the two connectors is less than 10 cm, one connection should be counted. If the distance between the two connectors is >10 cm, two connections are counted.

Current studies show the following.

- a) A plug-to-plug connection including a bulkhead connection can be considered as a single mated category 5 connection as defined in ISO/IEC 11801 1:2017, provided that each plug/jack interface exceeds the return loss given by formula (J.1) in both directions and each plug/jack interface meets minimum category 6 PSNEXT and PSFEXT performance.

$$RL(f) > 66 - 20 \log(f) \quad (J.1)$$

where

$RL$  is the return loss (dB);

$f$  is the frequency (MHz), with  $f \leq 250$ .

- b) A channel topology can include up to 4 mated connections, where each mated connection meets minimum category 5 (ISO/IEC 11801 1:2017) performance.
- c) A Class D channel topology can include up to 6-mated connections, where each mated connection meets a minimum category 6 performance.
- d) Maximum distance between jack and jack of the bulkhead connection is 10 cm. If the distance is greater than 10 cm, each plug/jack interface is considered as a separate mated connection.

Channels with more than 4 connections should use higher performance connections in order to meet the requirements of the desired category. In order to maintain category 5 performance in the channel, category 6 connections are used. See Table J.1 for return loss and NEXT transmission requirements for construction of higher count channels.

**Table J.1 – Transmission requirements for more than 4 connections in a channel**

| Desired channel class | Number of connections | Required minimum connecting hardware return loss dB | Required minimum connecting hardware NEXT dB | Cable category |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------|
| D                     | 5 or 6                | $66(\text{TBD}) - 20 \log(f)$                       | $94(\text{TBD}) - 20 \log(f)$                | CAT 5          |
| E                     | 5 or 6                | $70(\text{TBD}) - 20 \log(f)$                       | $100(\text{TBD}) - 20 \log(f)$               | CAT 6          |

NOTE Class E channel requiring five or six connections can be limited by the connector return loss and NEXT performance.

## **Annex K** (informative)

### **Fieldbus data transfer testing**

#### **K.1 Background**

Control systems for industrial automation require communication channels that provide 'deterministic' and 'repeatable' data transfer. These requirements implicitly set constraints on allowable errors due to cabling and interference.

Network total availability or up-time and the incidence of burst errors are also critical to many control applications.

#### **K.2 Allowable error rates for control systems**

##### **K.2.1 Bit errors**

Normal bit error events result in loss or rejection of the message frame containing the error. In most cases, the loss is followed by a recovery activity to resend the message frame at a later time.

This has the following effects on communication traffic:

- Control information in the affected message frame is either lost completely or not provided to a target receiver in a timely fashion.
- Channel response time is extended when resources are diverted for recovery events.
- Channel total transfer capacity is reduced.

These consequences are not acceptable to many control applications, which require predictable response times for control and deterministic worst case delivery times for critical alarm and control events.

To ensure acceptable communication channel performance, for a fieldbus application, the maximum allowable ratio of faulty data bits as a proportion of the total should be

- 1 in  $10^6$  for a fieldbus using a nominal data rate of 100 kbit/s;
- 1 in  $10^{12}$  for a fieldbus using a nominal data rate of 100 Mbit/s.

##### **K.2.2 Burst errors**

Small numbers of random communication errors will always exist in a real communication channel. So control systems are normally designed to tolerate a few events when one data sample is lost in communication or fails to arrive on schedule.

Communication losses or delays affecting a sequence of two or more measurement samples for a control loop are generally not acceptable as they can de-stabilise the loop.

As a general rule, the longest burst error affecting communication of multiple samples should be shorter than the sample interval of the fastest control loop.

Typical values for fast control loop sampling intervals are the following:

- 100 ms is a fast sampling interval for process control;
- 10 ms is a fast sampling interval for factory automation;



- 1 ms and below are sampling intervals used by some robotic and motor speed control applications.

Based on these values, for a factory application, a burst error lasting 1 ms could cause the loss of 100 successive messages representing one sample for each of 100 control loops. This is normally not an unsafe situation, as each loop should tolerate loss of one sample.

However, a burst error lasting 20 ms would cause the loss of two successive samples for each loop running at 10 ms sampling interval. In the above example, all 100 loops would be destabilised with a high potential for an unsafe control situation.

For a specific control system application, the longest acceptable burst error event may be calculated from the shortest sampling interval used by the control system.

### **K.3 Testing channel performance**

Installed communication channels should be tested to verify the required channel performance. The test methods to be used and channel performance limits depend on the cable type and the needs of applications to be supported by the cabling system.

Channel performance testing can be considered at the two following levels:

- cabling system level;
- application level.

### **K.4 Testing cable parameters**

#### **K.4.1 General**

Cable parameter testing provides measurements of connectivity, resistance, bandwidth, reflections, cross-talk etc. over a frequency range applicable to the cable category/class.

Cable parameter performance measures report the installed characteristics of the cabling plus connecting hardware, including patch cords, cross connect wiring, etc. They relate only to the passive elements comprising the physical layer of the communication system. They do not normally report the presence of electrical or electro-magnetic interference and do not measure statistics related to data transfer errors.

NOTE 1 Validation to meet a set of cable parameters demonstrates only raw bandwidth capability of a channel, it does not measure the presence of interference factors or predict their impact on actual data transfer performance. Compliance with a particular transmission class gives no assurance of channel useful data transfer rate or values for expected bit error rates or burst errors arising from interference when the validated channel is used with a particular communication technology.

NOTE 2 When testing cable parameters in the presence of significant interference, the test equipment can report the interference as part of the test results, or the tester person can infer the presence of interference because tests take an abnormally long time.

#### **K.4.2 Generic cabling testing**

When generic cabling is installed in industrial premises, it should be tested in accordance with the methods specified in ISO/IEC 14763-2 against requirements of the relevant transmission performance class of ISO/IEC 11801-3.

NOTE The frequency range for Cat 5e/Class D is 1 MHz to 100 MHz, and for Cat 6/Class E is 1 MHz to 250 MHz.

#### **K.4.3 Fieldbus cabling testing**

Fieldbus cabling should be tested in accordance with methods specified in the relevant CP installation profiles. If the fieldbus system is using any portions of other cabling or generic

cabling to control applications, then those portions should be included in the fieldbus application testing.

NOTE A wide variety of frequency ranges is applicable for different fieldbus types and profiles.

## **K.5 Testing fieldbus data rate performance**

### **K.5.1 General**

Fieldbus data rate testing provides statistical reports covering data transfer errors for an installed fieldbus technology profile, using its specific signal modulation and encoding methods.

These tests are normally part of the installed control system equipment. Most fieldbus-based measurement and control systems include management entities to count and report bad communication events. This information should be logged and used for fault finding and to track trends in cabling performance.

Additional tools may be available to send test messages and analyse detected error events to report the incidence of bit errors.

### **K.5.2 Fieldbus test**

Fieldbus users are interested in reports from tests taken over a reasonable period (h/days) for a user specified environment and fieldbus type, to achieve statistical BER or acceptable error rate for the application.

Typical items of interest for fieldbus test reports are the following:

- message error rate for a particular level of fieldbus traffic;
- an analysis of lost message statistics, including burst errors and details for loss events that extend over multiple consecutive messages.

These reports enable users to decide if the expected error patterns can be tolerated by their control application.

### **K.5.3 Planning for fieldbus data rate testing**

Many installations have time and climate related patterns of interference so, when resources allow, measurements of data transfer rate, and error statistics should be carried out over a suitable time period which includes the expected worst case levels of communication disturbance.

Items to consider when planning fieldbus performance testing include:

- design features of the installed fieldbus CP;
- extent or location of network parts to be tested;
- time of day and duration for test(s);
- message size(s) and message pattern(s) to be used.

In the absence of specific test parameters, the following default values are recommended:

- full network test covering all installed channels;
- test duration is 24 h;
- test repeated on 2 successive days;
- test at full system data rate;

- test message size to be the maximum for the fieldbus;
- test message rate to be the maximum for the fieldbus.

#### **K.5.4 Fieldbus data rate test reporting template**

Recommendations for test report include:

- details of the specific test plan;
- a time-based graph showing throughput achieved as fraction of possible throughput during the test period;
- a time-based graph showing detected message loss events and numbers of messages lost;
- a graphical report showing the number of multi-message loss events (burst errors) plotted against the duration of each event in appropriate time units.

#### **K.5.5 Values for acceptable fieldbus performance**

The values for acceptable performance should be calculated based on the application needs.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## **Annex L**

(informative)

### **Communication network installation work responsibility**

#### **L.1 General**

This document specifies requirements for the several phases of a communication network installation lifecycle (for example planning, installation implementation, verification, validation). For each phase, a specific body (person or organisation) is identified as responsible for meeting these requirements.

#### **L.2 Installation work responsibility**

One body (person or organisation) should be responsible for each phase of the installation lifecycle as defined in this document.

If part of the work for one defined phase is delegated or sub-contracted, then the body responsible for that phase should remain responsible for the compliance of the items delegated or sub-contracted. As an example, part of the work assigned to the installer could be done by others; in this case, the installer should still be required to assess the compliance of the work done by the others as required by Clause 5.

In addition, a responsible body should be identified for all items that are prerequisites for correct installation of the network (for example building earthing and plant earthing). If these tasks are not part of the network installation work, an identified responsible body is still necessary to provide information and documentation to correctly develop the network installation work.

#### **L.3 Installation work responsibility table**

For complex installation work, it is recommended to maintain a responsibility table to clearly state the responsibility for solving requirements defined in each subclause (or group of subclauses) of this document.

## Annex M (informative)

### Trade names of communication profiles

Annex D lists CPF names that could be trade names. The trade names of all CPs defined in IEC 61784-1 and IEC 61784-2 are listed in Table M.1.

**Table M.1 – Trade names of CPFs and CPs**

| Family CPF numbers | Technology name                    |
|--------------------|------------------------------------|
| 1                  | FOUNDATION™ fieldbus <sup>7</sup>  |
| 2                  | CIP™ <sup>8</sup>                  |
| CP 2/1             | ControlNet™ <sup>7</sup>           |
| CP 2/2             | EtherNet/IP™ <sup>7</sup>          |
| CP 2/3             | DeviceNet™ <sup>7</sup>            |
| 3                  | PROFIBUS & PROFINET <sup>9</sup>   |
| 4                  | P-NET® <sup>10</sup>               |
| 5                  | WorldFIP® <sup>11</sup>            |
| 6                  | INTERBUS® <sup>12</sup>            |
| 8                  | CC-Link & CC-Link IE <sup>13</sup> |
| 9                  | HART <sup>14</sup>                 |

<sup>7</sup> FOUNDATION™ fieldbus is the trade name of the non-profit consortium Fieldbus Foundation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

<sup>8</sup> CIP™, ControlNet™, EtherNet/IP™ and DeviceNet™ are trade names of ODVA, Inc. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade names. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

<sup>9</sup> PROFIBUS and PROFINET are the trade names of the non-profit organization PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the registered trade name. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

<sup>10</sup> P-NET is the trade name of International P-NET User Organisation ApS (IPUO). This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

<sup>11</sup> WorldFIP is the trade name of the WorldFIP organization. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

<sup>12</sup> INTERBUS is the trade name of Phoenix Contact GmbH & Co. KG., control of trade name use is given to the non-profit organisation INTERBUS Club. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

<sup>13</sup> CC-Link, CC-Link/LT and CC-Link IE are trade names of Mitsubishi Electric Co., control of trade name use is given to CC-Link Partner Association. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

<sup>14</sup> HART is a trade name of the HART Communications Foundation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

| Family CPF numbers | Technology name                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| 10                 | Vnet/IP <sup>15</sup>                |
| 11                 | TCnet <sup>16</sup>                  |
| 12                 | EtherCAT™ <sup>17</sup>              |
| 13                 | Ethernet POWERLINK <sup>18</sup>     |
| 14                 | EPA <sup>19</sup>                    |
| 15                 | MODBUS®-RTPS <sup>20</sup>           |
| 16                 | SERCOS <sup>21</sup>                 |
| 17                 | RAPIDnet <sup>22</sup>               |
| 18                 | SafetyNET p <sup>23</sup>            |
| 19                 | MECHATROLINK <sup>24</sup>           |
| CP 20/1            | ADS-net/μSNETWORK-1000 <sup>25</sup> |

- <sup>15</sup> Vnet/IP is a trade name of Yokogawa Electric Corporation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- <sup>16</sup> In Japan, TCnet is a trade name of TOSHIBA Corporation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- <sup>17</sup> EtherCAT™ and EtherCAT-over-Safety™ are trade names of Beckhoff, Verl. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade names. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.
- <sup>18</sup> Ethernet POWERLINK is a trade name of Bernecker&Rainer Industrieelektronik Ges.m.b.H., control of trade name use is given to the non-profit organization EPSG. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- <sup>19</sup> EPA™ is a trade name of SUPCON Group Co. Ltd. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- <sup>20</sup> Modbus is a trademark of Schneider Automation Inc., registered in the United States of America and other countries. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trademark. Use of the trademark requires permission of the trademark holder.
- <sup>21</sup> SERCOS is a trade name of SERCOS International e.V. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- <sup>22</sup> RAPIDnet is a trade name of LSIS. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name RAPIDnet. Use of the trade name RAPIDnet requires permission of the trade name holder.
- <sup>23</sup> SafetyNET p is a trade name of the Pilz GmbH & Co. KG. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name SafetyNET p. Use of the trade name SafetyNET p requires permission of the trade name holder.
- <sup>24</sup> MECHATROLINK is the trade name of YASKAWA ELECTRIC CORPORATION. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name MECHATROLINK. Use of the trade name MECHATROLINK requires permission of the trade name holder.
- <sup>25</sup> In Japan, μSNETWORK-1000 is the trade name of Hitachi. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products.

| Family CPF numbers | Technology name      |
|--------------------|----------------------|
| CP 20/2            | ADS-net/NX           |
| CP 21/1            | FL-net <sup>26</sup> |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

---

products. Compliance does not require use of the trade name  $\mu$ SNETWORK-1000. Use of the trade name  $\mu$ SNETWORK-1000 requires permission of the trade name holder.

<sup>26</sup> FL-net is the trade name of JEMA/FL-net: The Japan Electrical Manufacturers' Association/the Factory Automation Link network. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name FL-net. Use of the trade name FL-net requires permission of the trade name holder.

## **Annex N** (informative)

### **Validation measurements**

#### **N.1 General**

Annex N describes details of some validation measurements.

#### **N.2 DCR measurements**

##### **N.2.1 Purpose of test**

The following procedure is applicable for DCR measurements of the installed cabling to validate the following:

- loop resistance;
- DCR of data line;
- DCR of shield;
- absence of shorts between wires;
- absence of shorts between wire and shield.

This procedure can be used for all cable conductor counts.

Performing only sub parts of this procedure may result in an incorrect conclusion.

##### **N.2.2 Assumptions**

The length of the installed cable is known.

The proposed method depends on the accuracy and precision of the measurement.

The cable to be measured is at the same temperature as in the datasheet.

##### **N.2.3 Measurements**

The measurements are performed in five steps.

- Step 1
  - With the far end open, perform a measurement between all combinations of conductors to verify that the DC resistance is greater than 1 MΩ. If any measurement results in less than 1 MΩ, this indicates a potential problem. Before continuing, the problem should be resolved.
  - Short wire 1 and wire 2 at the far end (see Figure N.1).
  - Measure the loop resistance between wire 1 and wire 2.





IEC

**Figure N.1 – Loop resistance measurement wire to wire**

- Step 2
  - Short wire 1 to the shield at the far end (see Figure N.2).
  - Measure the loop resistance of wire 1 and the shield at the local end.



IEC

**Figure N.2 – Loop resistance measurement wire 1 to shield**

- Step 3
  - Short wire 2 to the shield at the far end (see Figure N.3).
  - Measure the loop resistance of wire 2 and the shield at the local end.



IEC

**Figure N.3 – Loop resistance measurement wire 2 to shield**

- Step 4 (measure for short between wire 1 and wire 2)
  - Short wire 2 to the shield at the far end (see Figure N.4).
  - Measure the loop resistance of wire 1 and the shield at the local end.



IEC

**Figure N.4 – Resistance measurement for detecting wire shorts**

- Step 5
  - No connection between wire 1 and wire 2 at the far end (see Figure N.5).
  - Measure the resistance between wire 1 and wire 2 at the local end.



IEC

**Figure N.5 – Resistance measurement between wire 1 and wire 2**

## N.2.4 Calculations

### N.2.4.1 Calculated DCR values for wires and shield

Take the typical DCR of a cable from the datasheet provided by the cable manufacturer.

The DCR-calc of each cable installed can be calculated by using this typical value per unit length multiplied by the length of the cable.

$$\text{DCR-calc}_{(\text{wire})} = \text{DCR}_{(\text{wire from datasheet})} \times L$$

$$\text{DCR-calc}_{(\text{shield})} = \text{DCR}_{(\text{shield from datasheet})} \times L$$

where

$L$  is the known length of the installed cable.

NOTE This calculation can be not needed when a cable manufacturer provides other equivalent information, for example a table showing the DCR values depending on the cable length.

### N.2.4.2 Derived DCR values for wires and shield

The DCR values for the wire and the shield, as well as the difference of the two DCR values between two wires, can be derived from measurements step 1 to step 3 as follows.

- a)  $\text{DCR}_{(\text{wire})} = 0,5 \times \text{DCR}_{(\text{step1})}$ 
  - 1)  $\text{DCR}_{(\text{shield\_1})} = \text{DCR}_{(\text{step 2})} - \text{DCR}_{(\text{wire})}$
  - 2)  $\text{DCR}_{(\text{shield\_2})} = \text{DCR}_{(\text{step 3})} - \text{DCR}_{(\text{wire})}$
  - 3)  $\text{DCR}_{(\text{shield})} = 0,5 \times (\text{DCR}_{(\text{shield\_1})} + \text{DCR}_{(\text{shield\_2})})$
- b)  $\text{DC}_{\text{unbal}} = |\text{DCR}_{(\text{step2})} - \text{DCR}_{(\text{step 3})}|$

NOTE This method yields an accuracy of roughly 10 %. Validation of the cable under test is met when the measured and the calculated values are within 10 %.

## N.2.5 Measurement results

### N.2.5.1 Validation of the cable DCR

Figure N.6 shows the conclusions for the validation of the installed cable DCR against datasheet and the relevant CP installation profile.

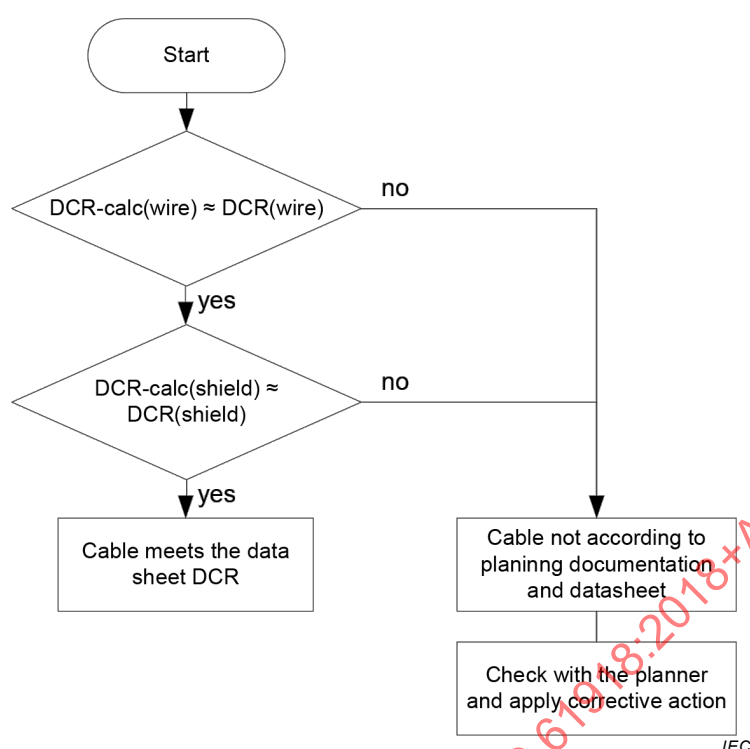


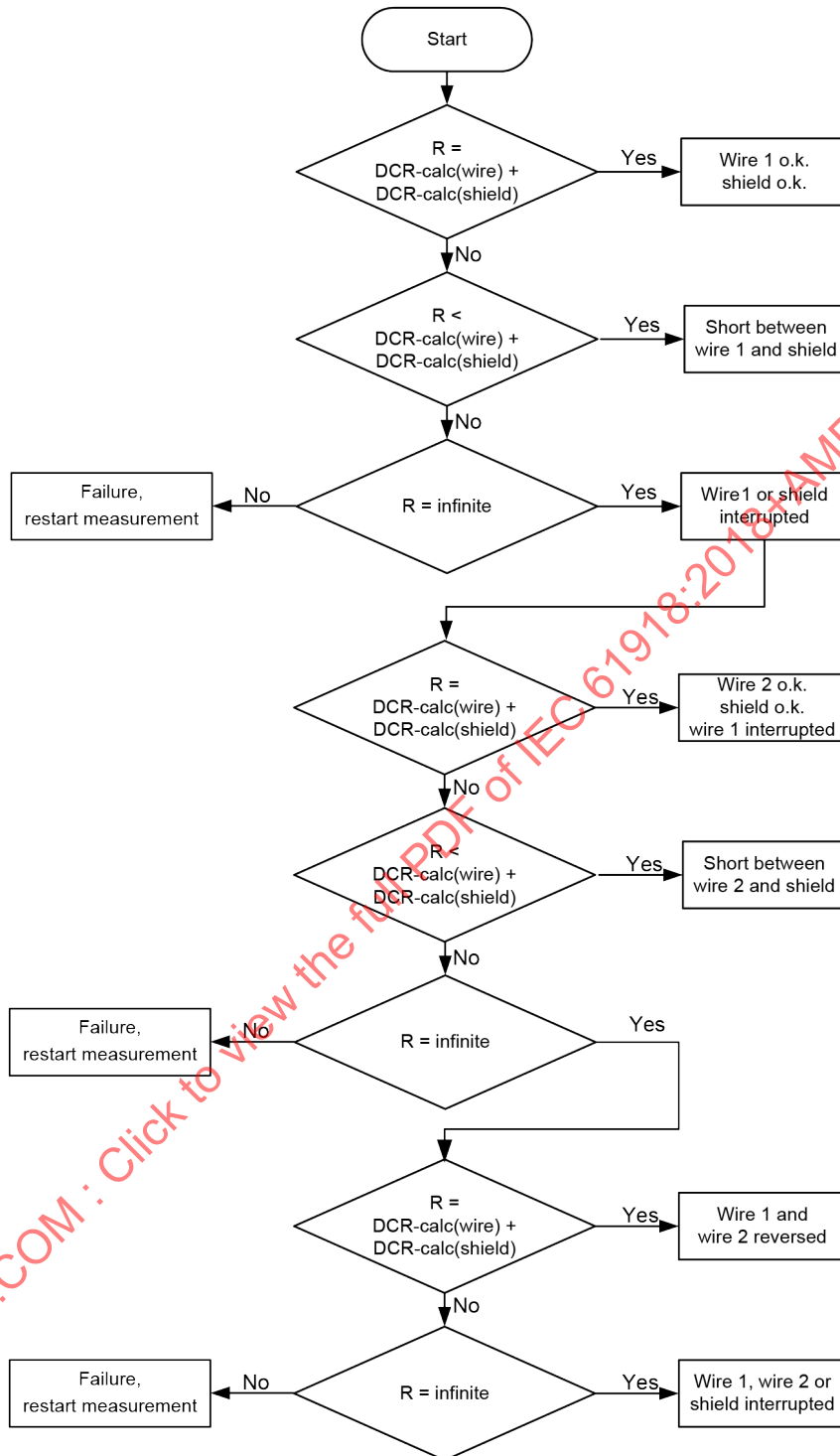
**Figure N.6 – Validation of the cable DCR**

#### **N.2.5.2 Conclusions for cable open or shorts**

Comparing the  $DCR_{calc(wire)}$  value with the  $DCR_{(wire)}$  derived from measurements of step 1, step 2 and step 3 allows quality statements of the installed cables.

The  $DCR_{(shield)}$  values calculated as in N.2.4.2 a)1) and N.2.4.2 a)2) should be the same, within the measurement accuracy.

Figure N.7 shows the conclusions for cable open or shorts.



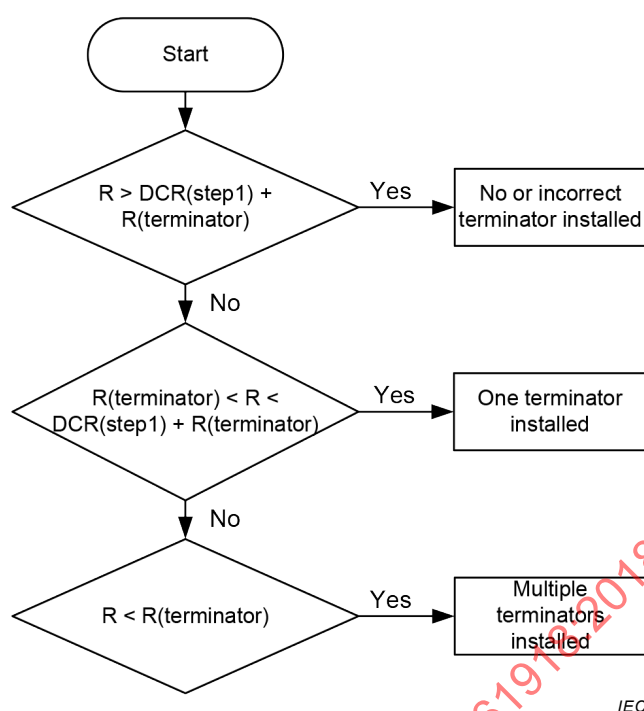
IEC

**Figure N.7 – Conclusions for cable open or shorts**

### N.2.5.3 Determination of proper cable terminator value

Figure N.8 shows the conclusions regarding the installation of the correct value and number of terminators according to the relevant CP installation profile.

If the cable loop resistance is significant with respect to the terminator value, further calculations may be necessary to determine if the termination is correct.



**Key**

R measured value

R(terminator) terminator in accordance with the relevant installation profile

**Figure N.8 – Determination of proper cable terminator value**

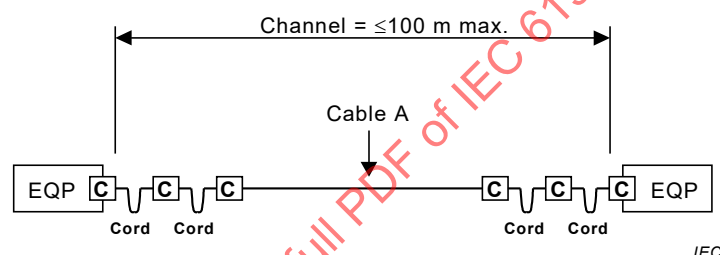
## Annex O (informative)

### End-to-end link

#### O.1 General

End-to-end link (E2E link) is an important concept/approach for the installation and test of communication networks not only in industrial sites but also in other sites (such as building automation). Since most industrial links are constructed in place, the possibility of termination errors may exist. Fail to verify the E2E links may result in loss of production of a plant/factory. These concept/approach and tests only apply for 4-pair cabling.

Network cabling is usually based on the models specified in ISO/IEC 11801-1 and ISO/IEC 11801-3. In these documents, the cabling between two active devices (EQP) is called a channel and consists of different cable types and up to four connections in the channel according to the reference implementation. The plugs on both ends that connect to the jack of the equipment are not part of the channel model as shown in Figure O.1. Typical commercial measurement instruments perform a qualification of the channel according to ISO/IEC 11801 without considering the plugs on both ends of the channel.



#### Key

 = connection

EQP = equipment

**Figure O.1 – Channel according to ISO/IEC 11801**

In industrial installations, the usage of pre-assembled cables is often inconvenient and not the practice. The plugs on both ends are usually assembled in the field. Pre-assembled cables are generally subject to a quality-assured manufacturing process. An example of a field-assembled cable may be one contiguous cable spanning distance greater than 20 m and consisting of cable and two plugs. In contrast, the quality of field-assembled cables depends on the skill of the installer. Because the termination in the field may not comply with the required performance (for example, NEXT), a qualification test of these plugs together with the channel is indispensable in eliminating cable terminations problems.

#### O.2 End-to-end link

End-to-end link is the combination of the channel and the connection at each end of the channel. In this case, the reference level of the measurement includes the plugs and jacks as shown in Figure O.2.

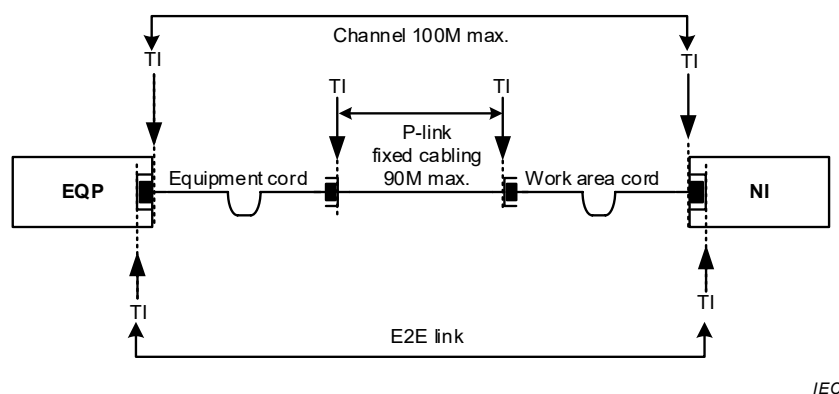


**Figure O.2 – End-to-end link**

ISO/IEC 11801 counts the number of connections in a channel or permanent link. Since the E2E link adds the connections at the two ends of a link, the number of connections counted increases by two.

In many installations, the design of an E2E link may have some deviations from a channel as it is defined in the reference implementation.

### O.3 E2E link normative description

ISO/IEC TR 11801-9902 defines several common E2E links and their limits. The difference of each E2E link is in the number of connections in the link and their associated limit lines.

Figure O.3 to Figure O.9 describe the various E2E links defined in ISO/IEC TR 11801-9902.

In these figures, the following keys are used in accordance with ISO/IEC TR 11801-9902:

L = channel

TI = test interface

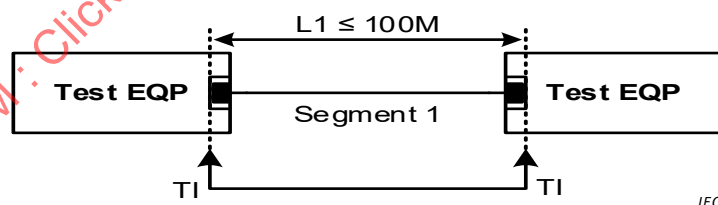


**Figure O.3 – One segment, two Connection E2E link**

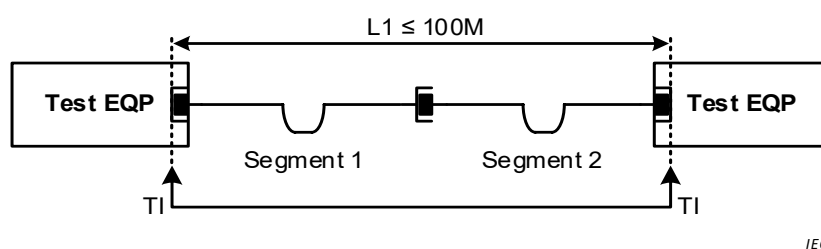


**Figure O.4 – Two Segment, three Connection E2E link**

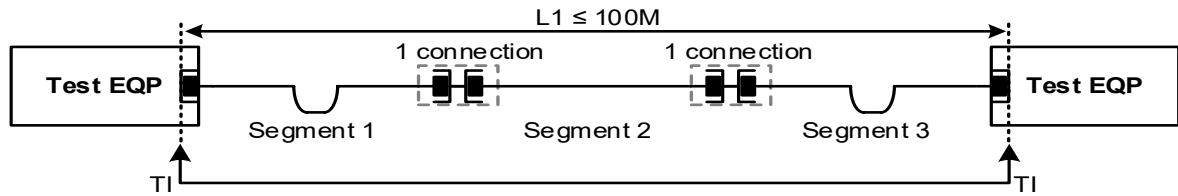


Figure O.5 – Three Segment, one Connection bulkheads, four Connection E2E link

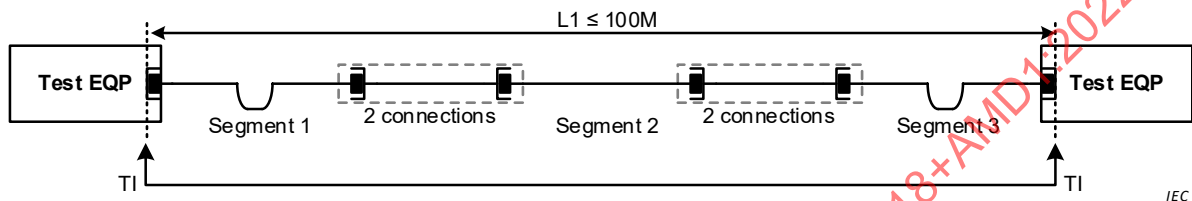


Figure O.6 – Three Segment, two Connection, six Connection E2E link

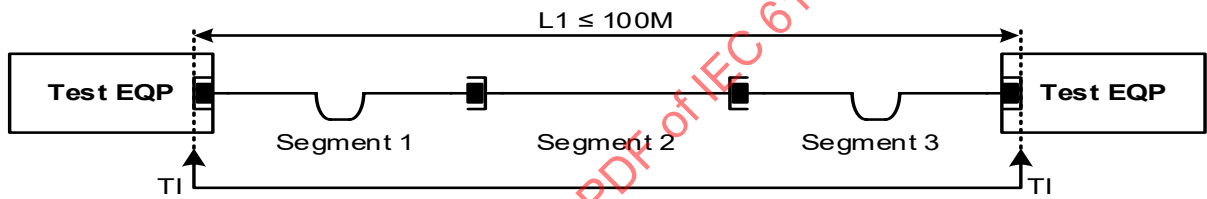


Figure O.7 – Three Segment, four Connection E2E link

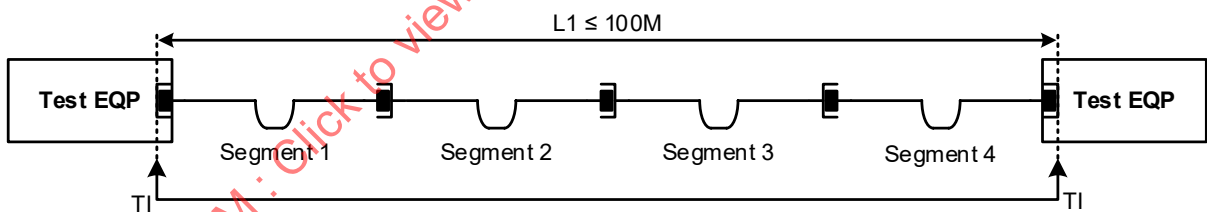


Figure O.8 – Four Segment, five Connection E2E link

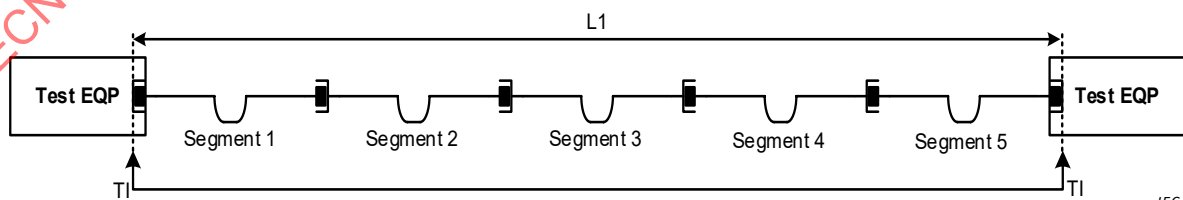


Figure O.9 – Five Segment, six Connection E2E link

ISO/IEC TR 11801-9902 provides limit line equations for each E2E link above. The equations provide limits for the following Class D and Class E E2E Link parameters;

- IL – Insertion Loss



- RL – Return Loss
- NEXT – Near End Cross Talk
- PSNEXT – Power Sum Near End Cross Talk
- ACRF – Attenuation Cross Talk Ratio Far End
- PSACRF – Power Sum Attenuation Cross Talk Ratio Far End

#### **O.4 E2E link measurement**

The measurement of E2E links of two and four pair balanced cabling up to 250 MHz is carried out according to ISO/IEC 14763-4.

The limits of performance are specified in ISO/IEC TR 11801-9902 and qualified according to ISO/IEC 11801-1 and IEC 61935-2.

The supported configurations are outlined in ISO/IEC TR 11801-9902.

The modelling of E2E links assumed the performance of 8 way modular (RJ45) connections. The models are true if the connectors defined in IEC 61918 have equal or better performance and delays. E2E link testers with the appropriate test heads are also required to support testing of non 8 way modular links.

The test head performance is defined in ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021.

## Annex P (normative)

### Temperature rise of cabling with remote powering

#### P.1 General

When using Power over Ethernet (PoE) in the industrial environment, the planner shall assure that cable temperature does not exceed the allowable operating temperature. The planner shall consider the additional heat rise that may occur in closed spaces where cabling may be installed. The equation (P.1) can be used to determine the effects of heat on the cabling.

#### P.2 Scope

This Annex P provides the planner with the way to verify that the de-rating of temperature caused by bundling and or cable routing does not result in a cable temperature that exceeds the allowable operating temperature.

#### P.3 Temperature de-rating calculation

The temperature de-rating  $\Delta T$ , expressed in °C, shall be calculated by using the following formula (P.1) that is as defined in Clause B.6 of ISO/IEC TS 29125:2017, Annex B.

$$\Delta T = C \times I_c^2 \times R \quad (\text{P.1})$$

where

$$C = \frac{pu \times nc \times \sqrt{N}}{(5 \times d)} + \frac{pth \times nc \times N}{12,6}$$

and all the parameters are as in Table P.1.

**Table P.1 – Parameters used to calculate the temperature derating**

| Parameters | Description                                                                                                                                                           | Value    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| $p_u$      | Constant relating to installation in ventilated conditions for all cable constructions                                                                                | 0,15     |
|            | Constant relating to installation in conduits for F/UTP cable constructions and for conduits that have been filled to at least 40 % capacity as defined in EN 50174-2 | 0,19     |
|            | Constant relating to installation in insulated conditions for U/UTP and F/UTP cable constructions                                                                     | 0,70     |
|            | Constant relating to installation in insulated conditions for S/FTP cable constructions                                                                               | 0,87     |
| $p_{th}$   | Constant relating to U/UTP cable constructions                                                                                                                        | 5        |
|            | Constant relating to F/UTP cable constructions                                                                                                                        | 3        |
|            | Constant relating to S/FTP and SF/UTP cable constructions                                                                                                             | 2,75     |
| $nc$       | Number of conductors per cable carrying remote power                                                                                                                  | <number> |
| $N$        | Number of cables carrying remote power                                                                                                                                | <number> |
| $d$        | Cable diameter (m)                                                                                                                                                    | <value>  |
| $R$        | Average DC resistance per unit length of conductors carrying remote powering current ( $\Omega/m$ )                                                                   | <value>  |
| $i_c$      | The current per conductor (A) = $0,5 \times$ the current delivered by the pair carrying remote power                                                                  | <value>  |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## Annex Q (normative)

### Additional requirements for the installation of Ethernet-based balanced 1-pair networks in industrial premises

#### Q.1 Overview

This Annex Q describes the specifications for the installation in the critical environment of industrial premises of networks that use balanced 1-pair cabling in connection with Ethernet specified in 1000BASE-T1 type A, which allows bidirectional signal transmission at 1 000 Mbit/s up to 15 m, 1000BASE-T1 type B for 1 000 Mbit/s up to 40 m, 100BASE-T1 for 100 Mbit/s up to 15 m, 10BASE-T1S for 10 Mbit/s up to 15 m, 10BASE-T1L for 10 Mbit/s up to 1 000 m.

These Ethernet based balanced 1-pair networks use the industrial versions of 1 000 Mbit/s and 100 Mbit/s ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, and 10 Mbit/s IEEE Std 802.3cg specifications.

The selection of the specifications of this Annex Q, which applies for a given technology, is described in the related profile of the IEC 61784-5 series.

#### Q.2 Installation planning

##### Q.2.1 General

Ethernet based balanced 1-pair network provides communication between two devices with 1-pair cable arranged with up to 10 connections, as shown in Figure Q.1.

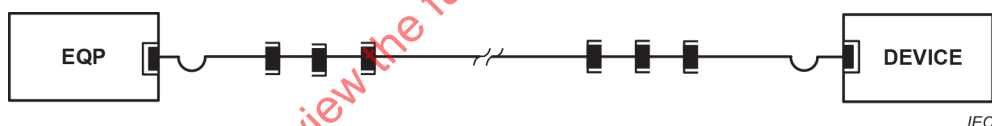


Figure Q.1 – Balanced 1-pair network

For balanced 1-pair network the planning specifications listed in Q.2.2 apply in addition to the specifications given in Clause 4.

##### Q.2.2 Basic balanced 1-pair network characteristics

Balanced 1-pair networks suitable for industrial applications have the basic characteristics described in Table Q.1.

Reference implementations for 15 m, 40 m and 1 000 m channel are as described in ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, Annex E.

**Table Q.1 – Basic balanced 1-pair network characteristics**

| Parameter                                                                                                                                   | 10BASE-T1 <sup>a</sup> |       | 100BASE-T1 <sup>b</sup> | 1000BASE-T1 <sup>b</sup> |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                             | -T1S                   | -T1L  |                         | type A                   | type B <sup>d</sup> |
| Data rate                                                                                                                                   | 10 Mbit/s              |       | 100 Mbit/s              | 1 Gbit/s                 |                     |
| Max length (m)                                                                                                                              | 15                     | 1 000 | 15                      | 15                       | 40                  |
| Number of connections or terminals                                                                                                          | 4                      | 10    | 4                       | 4                        |                     |
| Wire size (AWG) <sup>c</sup>                                                                                                                | 26 to 14               |       | 26 to 22                | 26 to 22                 | 26 to 22 UTP        |
| <sup>a</sup> Based on IEEE Std 802.3cg.                                                                                                     |                        |       |                         |                          |                     |
| <sup>b</sup> Based on ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021.                                                                                             |                        |       |                         |                          |                     |
| <sup>c</sup> Length limits may apply for 10BASE-T1L. Corresponding nominal cross-sectional areas (mm <sup>2</sup> ) are shown in Table F.1. |                        |       |                         |                          |                     |
| <sup>d</sup> Type B can be also used as a link partner to type A installations.                                                             |                        |       |                         |                          |                     |

### Q.2.3 Balanced 1-pair cables

Generic specifications regarding balanced 1-pair cables described in IEC 61156-1, IEC 61156-11 and IEC 61156-12 apply. Additional specifications regarding a particular MICE environment apply. For determining appropriate cable type and compatibility with the specified MICE environment, the planner shall also consult the manufacturer.

Additional specifications are described in ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021.

Segregation shall be as specified in IEC 61918:2018, Annex B.

If 4-pair cables are used, unused pairs of the unshielded cables (SF-UTP and F-UTP) shall be terminated. This requirement does not apply to cable constructions that use individual shielded pairs.

### Q.2.4 Balanced 1-pair connecting hardware

The mechanical and physical requirements of the balanced 1-pair connecting hardware for MICE2 and MICE3 specified in IEC 63171-6 should be used for industrial premises' applications.

The same connecting hardware could be used for MICE1, with the advantages for both the installer and the user, which derives from managing just one type.

Figure Q.2 shows two types of IEC 63171-6 connector. M8 type is recommended for smaller gauge cables up to 22 AWG and for less space at the installation site. M12 type is recommended for bigger gauge cables, e.g. 18 AWG.

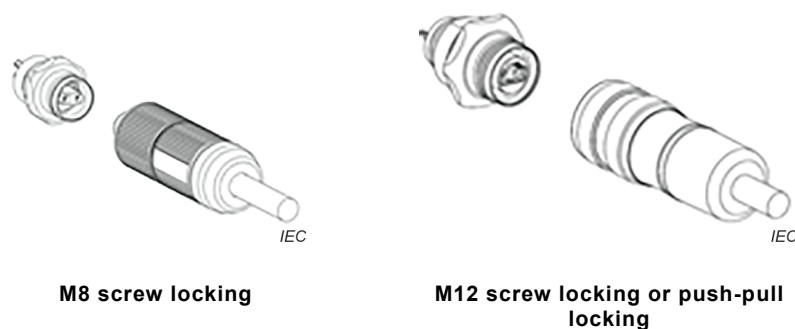


**Figure Q.2 – IP65/IP67 IEC 63171-6 connectors**

Additional specifications are described in ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021.

Figure Q.3 shows the view of the mating parts of the IEC 63171-6 connectors and the pin numbering.

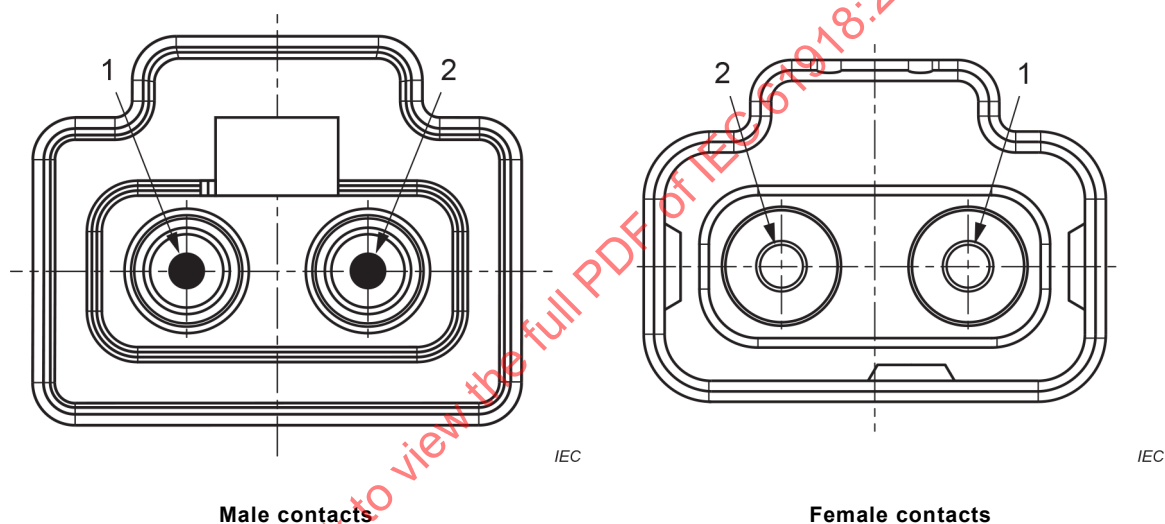


**Figure Q.3 – Mating parts of the IEC 63171-6 connectors**

Table Q.2 shows colour code and cord set assignments that shall be used in new installations. Colour codes used in refurbished installations may be different and defined in the installation profiles by using the Table Q.2 as a template.

**Table Q.2 – IEC 63171-6 colour code and signal assignment**

| Pair | Pin | Colour | Signal  |
|------|-----|--------|---------|
| 1    | 1   | BU     | BI_DA + |
|      | 2   | WH/BU  | BI_DA - |

Additional connectors and other connecting hardware may be used provided that they guarantee the needed performances. If the needed performances are not specified, the planner shall consult the performances described in IEC 63171-6.

## Q.2.5 Balanced 1-pair cabling channels

### Q.2.5.1 Balanced 1-pair cabling channels specification

Balanced 1-pair cabling channel models are as specified in ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, Annex E, and represented here in Figure Q.4 and Figure Q.5 as adapted for an automation network.

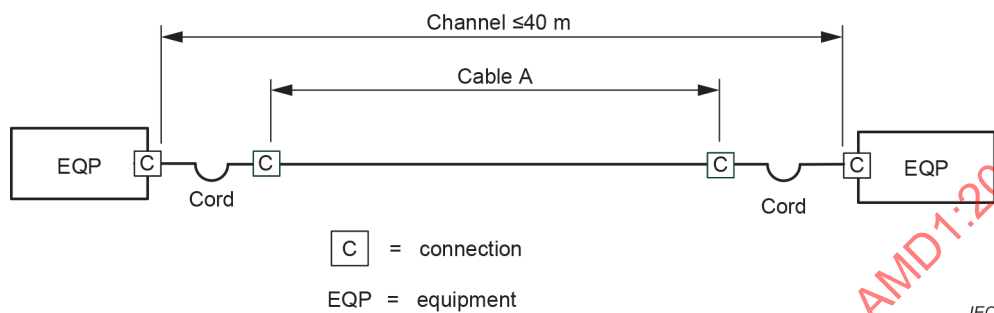


**Figure Q.4 – Balanced 1-pair channel model with 40 m max length**

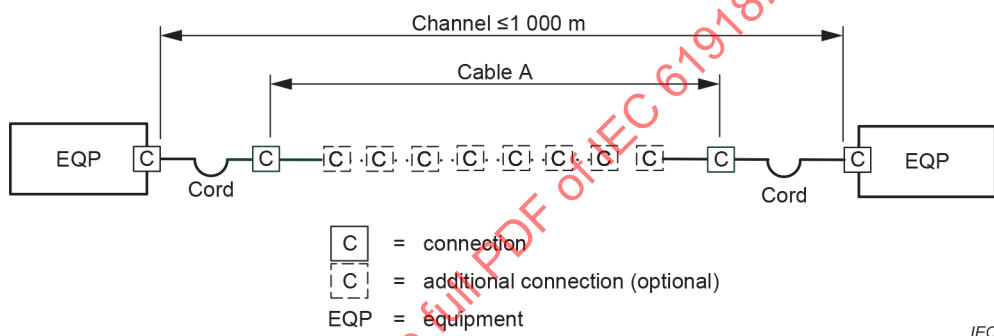


**Figure Q.5 – Balanced 1-pair channel model with 1 000 m max length**

Basic requirement for EMI immunity of cabling channels up to E3 is  $CA \geq 60$  dB for shielded cabling.

It is possible to assess coupling attenuation by laboratory measurements of representative samples of channels assembled using their component and connector practices.

Support for unshielded channels is dependent on environmental conditions and device construction. For more information regarding applicability of unshielded cabling, see Q.2.5.2.

## Q.2.5.2 Communication devices

### Q.2.5.2.1 General

The specification of the required balanced 1-pair network shall be completed with the selection of proper communication devices. In fact, a proper EMI immunity of balanced 1-pair networks also depends on the performance of the communication devices as is described in Clause B.6.

#### Q.2.5.2.2 Device selection

The planner shall select communication devices by taking into account the information given in Clause B.6, and particularly the following facts.

- With shielded cabling having  $CA \geq 60$  dB, all types of devices described in Clause B.6 are suitable for the E3 environment.

- Only unshielded cabling with TCL and ELTCL =  $80 - 20\log(f)$ , 46 dB maximum may be used in combination with type 2 devices in environment up to E3. The use of unshielded cabling in combination with type 1 devices is not recommended, as is clarified in B.6.2.

For determining appropriate device type and compatibility with the electromagnetic environment, the planner shall also consult the manufacturer.

For industrial premises with several areas characterised by different levels of EMI, the planner should analyse the advantage of using only type 3 devices for all the applications, considering the positive impact on the maintenance of the installation.

### Q.2.6 Remote powering

Balanced 1-pair technology, if used together with remote powering technology, not only exchanges data with the field device, but also brings the needed power to the device on the same twisted pair. In this case, the noise introduced by the remote powering can result in a saturation of the communication interface. This requires that, in addition to the filter for the signal, the master Communication device shall be also provided with a proper inductive filter in series to the input from the power supply equipment and the slave communication device is provided with an inductive filter in series to the power input to the device, particularly when this is an actuator. Figure Q.6 shows an example.

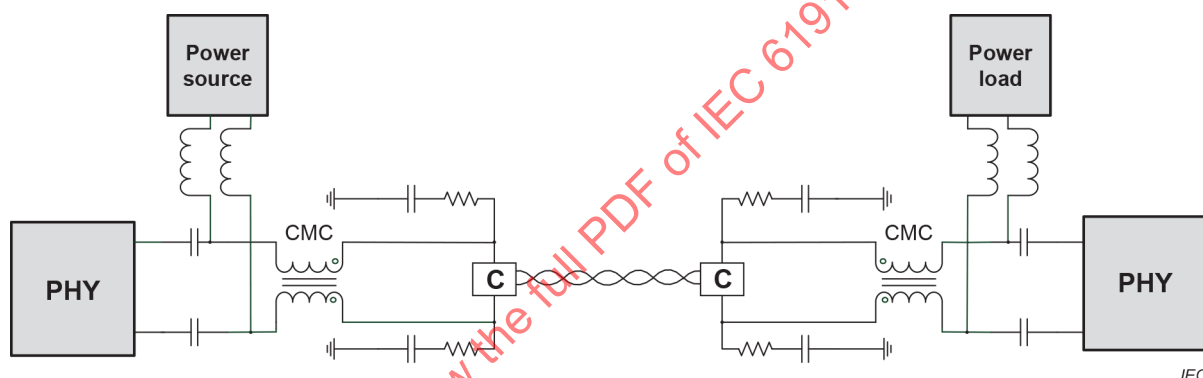


**Figure Q.6 – Additional mitigation for remote powering over balanced 1-pair network**

In automation applications, typical voltage levels are:

- 24 V<sub>DC</sub> nominal,
- 48 V<sub>DC</sub> nominal,
- power provided by data application.

The planner should take care to apply proper separation between areas with different power circuits to prevent wrong application of power.

The planner shall select the proper wiring cross-sectional areas on the basis of the maximum value of the power to transmit.

The maximum current-carrying capacity is installation dependent and therefore not specified but may be indicated in the relevant detail specification. Further guidance with respect to current carrying capacity is provided by ISO/IEC TS 29125.

### Q.2.7 Reuse of legacy cabling

The planner shall require that already installed cables may only be used after a field measurement has ensured that the resulting transmission performance satisfies the balanced 1-pair cabling performance requirements in Q.2.5.



### Q.3 Installation implementation

#### Q.3.1 General

For the balanced 1-pair cabling, the following installation implementation specifications apply in addition to the specifications already given in Clause 4.

#### Q.3.2 Additional installation implementation

When balanced 1-pair technology is used together with remote powering technology, the requirements described in Q.2.6 shall be applied.

### Q.4 Installation verification and installation acceptance test

#### Q.4.1 General

For the balanced 1-pair cabling, the verification and acceptance test requirements as specified in this Clause Q.4 apply in addition to the specifications already given in Clause 6.

#### Q.4.2 Additional installation verification and acceptance test

The quality of field-assembled cables depends on the skill of the installer. Because the termination in the field might not comply with the required performance, a qualification test of these plugs together with the channel shall be done.

The limits of performance are specified in ISO/IEC 11801-3 and qualified according to ISO/IEC 11801-1.

Figure Q.7 shows the pin/pair assignment for balanced 1-pair cabling. Detection of shorts and reversed pairs is particularly important when remote powering is used.

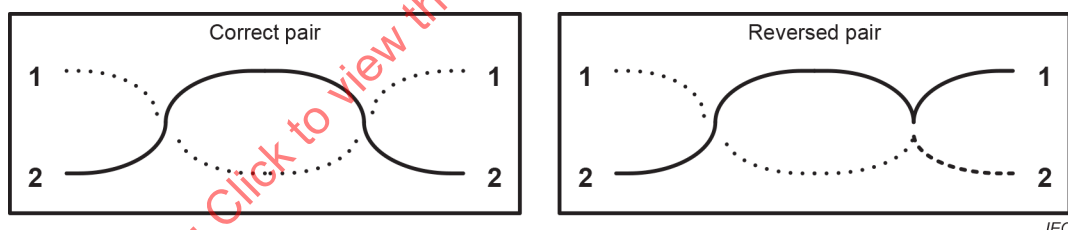


Figure Q.7 – Balanced 1-pair wire mapping

## Bibliography

- [1] IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [2] IEC 60050-131:2002, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 131: Circuit theory* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [3] IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [4] IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 161: Electromagnetic compatibility* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [5] IEC 60050-191:1990<sup>27</sup>, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 191: Dependability and quality of service* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [6] IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [7] IEC 60050-581:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)
- [8] IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*
- [9] IEC 60079-11:2011, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"*
- [10] IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*
- [11] IEC 60228, *Conductors of insulated cables*
- [12] IEC 60332-1 (all parts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable*
- [13] IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*
- [14] IEC 60512-4 (all parts), *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 4: Voltage stress tests*
- [15] IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
- [16] IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*
- [17] IEC 60670-1:2015, *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations – Part 1: General requirements*

---

<sup>27</sup> Withdrawn.

- [18] IEC 60950-21, *Information technology equipment – Safety – Part 21: Remote power feeding*
- [19]
- [20] IEC TR 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*
- [21] IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*
- [22] IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*
- [23]
- [24] IEC 61131-2:2017, *Industrial-process measurement and control – Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*
- [25] IEC 61158-1, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*
- [26] IEC 61508-4, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 4: Definitions and abbreviations*  
(see <<http://www.iec.ch/functionalsafety>>Functional Safety and IEC 61508)
- [27] IEC 61984:2008, *Connectors – Safety requirements and tests*
- [28] IEC 62026-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet*
- [29] IEC GUIDE 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*
- [30] ISO/IEC 9314-3, *Information processing systems – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 3: Physical Layer Medium Dependent (PMD)*
- [31] ISO/IEC 9314-4, *Information technology – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) – Part 4: Single Mode Fibre Physical Layer Medium Dependent (SMF-PMD)*
- [32] IEC 11801-2, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 2: Office premises*
- [33] IEC 11801-5, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 5: Data centres*
- [34] IEC 11801-6, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 6: Distributed building services*
- [35] ISO/IEC 11801-4, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 4: Single-tenant homes*

- [36] ISO/IEC/TR 29106:2007, *Information technology – Generic cabling – Introduction to the MICE environmental classification*
- [37] EN 50174-1, *Information technology – Cabling installation – Part 1: Installation specification and quality assurance*
- [38] EIA/TIA 568, *Commercial building telecommunications cabling standard*
- [39] ISO/IEC TR 11801-9906:2020, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 9906: Balanced 1-pair cabling channels up to 600 MHz for single pair Ethernet (SPE)*

---

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## SOMMAIRE

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                   | 209 |
| INTRODUCTION .....                                                                                                   | 211 |
| INTRODUCTION à l'Amendement 1 .....                                                                                  | 214 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                        | 215 |
| 2 Références normatives .....                                                                                        | 215 |
| 3 Termes, définitions et abréviations .....                                                                          | 220 |
| 3.1 Termes et définitions .....                                                                                      | 220 |
| 3.2 Abréviations .....                                                                                               | 232 |
| 3.3 Conventions relatives aux profils d'installation .....                                                           | 234 |
| 4 Planification de l'installation .....                                                                              | 234 |
| 4.1 Généralités .....                                                                                                | 234 |
| 4.1.1 Objectif .....                                                                                                 | 234 |
| 4.1.2 Câblage dans les locaux industriels .....                                                                      | 234 |
| 4.1.3 Processus de planification .....                                                                               | 237 |
| 4.1.4 Exigences spécifiques pour les CP .....                                                                        | 238 |
| 4.1.5 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 .....                         | 238 |
| 4.2 Exigences de planification .....                                                                                 | 238 |
| 4.2.1 Sûreté .....                                                                                                   | 238 |
| 4.2.2 Sécurité .....                                                                                                 | 239 |
| 4.2.3 Considérations environnementales et compatibilité électromagnétique .....                                      | 239 |
| 4.2.4 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 .....                         | 241 |
| 4.3 Capacités du réseau .....                                                                                        | 241 |
| 4.3.1 Topologie du réseau .....                                                                                      | 241 |
| 4.3.2 Caractéristiques du réseau .....                                                                               | 243 |
| 4.4 Sélection et utilisation de composants de câblage .....                                                          | 246 |
| 4.4.1 Sélection du câble .....                                                                                       | 246 |
| 4.4.2 Sélection du matériel de connexion .....                                                                       | 251 |
| 4.4.3 Connexions dans un canal/une liaison permanente .....                                                          | 253 |
| 4.4.4 Terminaisons .....                                                                                             | 260 |
| 4.4.5 Emplacement et connexion du dispositif .....                                                                   | 260 |
| 4.4.6 Codage et étiquetage .....                                                                                     | 260 |
| 4.4.7 Mise à la terre et équipotentialité du matériel et des dispositifs et câblage blindé .....                     | 261 |
| 4.4.8 Stockage et transport des câbles .....                                                                         | 272 |
| 4.4.9 Acheminement des câbles .....                                                                                  | 273 |
| 4.4.10 Séparation des circuits .....                                                                                 | 275 |
| 4.4.11 Protection mécanique des composants de câblage .....                                                          | 276 |
| 4.4.12 Installation dans des zones particulières .....                                                               | 277 |
| 4.5 Documentation de planification du câblage .....                                                                  | 277 |
| 4.5.1 Description commune .....                                                                                      | 277 |
| 4.5.2 Documentation de planification du câblage pour les CPs .....                                                   | 277 |
| 4.5.3 Documentation de certification du réseau .....                                                                 | 278 |
| 4.5.4 Documentation de planification du câblage relative au câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 ..... | 278 |

|       |                                                                                            |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.6   | Vérification de la spécification de planification du câblage .....                         | 278 |
| 5     | Mise en œuvre de l'installation .....                                                      | 278 |
| 5.1   | Exigences générales .....                                                                  | 278 |
| 5.1.1 | Description commune .....                                                                  | 278 |
| 5.1.2 | Installation des CP .....                                                                  | 279 |
| 5.1.3 | Installation du câblage générique dans des locaux industriels .....                        | 279 |
| 5.2   | Installation des câbles .....                                                              | 279 |
| 5.2.1 | Exigences générales relatives aux types de câblage .....                                   | 279 |
| 5.2.2 | Installation et acheminement .....                                                         | 285 |
| 5.2.3 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 287 |
| 5.2.4 | Exigences particulières pour l'installation sans fil .....                                 | 287 |
| 5.2.5 | Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 .....     | 287 |
| 5.3   | Installation de connecteur .....                                                           | 287 |
| 5.3.1 | Description commune .....                                                                  | 287 |
| 5.3.2 | Connecteurs blindés .....                                                                  | 288 |
| 5.3.3 | Connecteurs non blindés .....                                                              | 288 |
| 5.3.4 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 289 |
| 5.3.5 | Exigences particulières pour l'installation sans fil .....                                 | 289 |
| 5.3.6 | Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 .....     | 289 |
| 5.4   | Installation des terminaisons .....                                                        | 289 |
| 5.4.1 | Description commune .....                                                                  | 289 |
| 5.4.2 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 289 |
| 5.5   | Installation du dispositif .....                                                           | 289 |
| 5.5.1 | Description commune .....                                                                  | 289 |
| 5.5.2 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 289 |
| 5.6   | Codage et étiquetage .....                                                                 | 289 |
| 5.6.1 | Description commune .....                                                                  | 289 |
| 5.6.2 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 289 |
| 5.7   | Mise à la terre et équipotentialité du matériel et des dispositifs et câblage blindé ..... | 290 |
| 5.7.1 | Description commune .....                                                                  | 290 |
| 5.7.2 | Équipotentialité et mise à la terre des enveloppes et des chemins .....                    | 290 |
| 5.7.3 | Méthodes de mise à la terre .....                                                          | 293 |
| 5.7.4 | Méthodes de mise à la terre du blindage .....                                              | 295 |
| 5.7.5 | Exigences spécifiques pour les CP .....                                                    | 297 |
| 5.7.6 | Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3 .....     | 297 |
| 5.8   | Documentation du câblage comme exécuté .....                                               | 298 |
| 6     | Installation, vérification et essai de réception de l'installation .....                   | 298 |
| 6.1   | Généralités .....                                                                          | 298 |
| 6.2   | Vérification de l'installation .....                                                       | 298 |
| 6.2.1 | Généralités .....                                                                          | 298 |
| 6.2.2 | Vérification conformément à la documentation de planification du câblage .....             | 299 |
| 6.2.3 | Vérification de la mise à la terre et de l'équipotentialité .....                          | 300 |
| 6.2.4 | Vérification de la mise à la terre du blindage .....                                       | 302 |
| 6.2.5 | Vérification du système de câblage .....                                                   | 302 |
| 6.2.6 | Vérification de la sélection du câble .....                                                | 302 |

|                                                                                                |                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.2.7                                                                                          | Vérification du connecteur .....                                                                   | 303 |
| 6.2.8                                                                                          | Vérification de la connexion .....                                                                 | 303 |
| 6.2.9                                                                                          | Vérification des terminaisons .....                                                                | 305 |
| 6.2.10                                                                                         | Vérification du codage et de l'étiquetage .....                                                    | 305 |
| 6.2.11                                                                                         | Rapport de vérification .....                                                                      | 305 |
| 6.3                                                                                            | Essai de réception de l'installation .....                                                         | 305 |
| 6.3.1                                                                                          | Généralités .....                                                                                  | 305 |
| 6.3.2                                                                                          | Essai de réception du câblage reposant sur Ethernet .....                                          | 308 |
| 6.3.3                                                                                          | Essai de réception du câblage ne reposant pas sur Ethernet .....                                   | 311 |
| 6.3.4                                                                                          | Exigences particulières pour l'installation sans fil .....                                         | 312 |
| 6.3.5                                                                                          | Rapport d'essai de réception .....                                                                 | 312 |
| 7                                                                                              | Administration de l'installation .....                                                             | 312 |
| 7.1                                                                                            | Généralités .....                                                                                  | 312 |
| 7.2                                                                                            | Domaines couverts par l'administration .....                                                       | 312 |
| 7.3                                                                                            | Principes de base du système d'administration .....                                                | 313 |
| 7.4                                                                                            | Procédures de travail .....                                                                        | 313 |
| 7.5                                                                                            | Étiquetage de l'emplacement du dispositif .....                                                    | 314 |
| 7.6                                                                                            | Étiquetage du câblage des composants .....                                                         | 314 |
| 7.7                                                                                            | Documentation .....                                                                                | 315 |
| 7.8                                                                                            | Exigences spécifiques pour l'administration .....                                                  | 315 |
| 8                                                                                              | Maintenance et dépannage de l'installation .....                                                   | 316 |
| 8.1                                                                                            | Généralités .....                                                                                  | 316 |
| 8.2                                                                                            | Maintenance .....                                                                                  | 316 |
| 8.2.1                                                                                          | Maintenance programmée .....                                                                       | 316 |
| 8.2.2                                                                                          | Maintenance conditionnelle .....                                                                   | 318 |
| 8.2.3                                                                                          | Maintenance corrective .....                                                                       | 319 |
| 8.3                                                                                            | Dépannage .....                                                                                    | 319 |
| 8.3.1                                                                                          | Présentation générale .....                                                                        | 319 |
| 8.3.2                                                                                          | Évaluation du problème .....                                                                       | 319 |
| 8.3.3                                                                                          | Problèmes classiques .....                                                                         | 320 |
| 8.3.4                                                                                          | Procédure de dépannage .....                                                                       | 323 |
| 8.3.5                                                                                          | Procédure de dépannage simplifiée .....                                                            | 324 |
| 8.4                                                                                            | Exigences particulières de maintenance et de dépannage .....                                       | 325 |
| Annexe A (informative) Présentation générale du câblage générique des locaux industriels ..... |                                                                                                    | 326 |
| Annexe B (informative) Méthodologie de description MICE .....                                  |                                                                                                    | 327 |
| B.1                                                                                            | Généralités .....                                                                                  | 327 |
| B.2                                                                                            | Présentation générale de MICE .....                                                                | 327 |
| B.3                                                                                            | Exemples d'utilisation du concept MICE .....                                                       | 328 |
| B.3.1                                                                                          | Description commune .....                                                                          | 328 |
| B.3.2                                                                                          | Exemples d'atténuation .....                                                                       | 329 |
| B.4                                                                                            | Détermination de la classification E .....                                                         | 330 |
| B.5                                                                                            | Tableau MICE .....                                                                                 | 333 |
| B.6                                                                                            | Considérations concernant les dispositifs de communication et le câblage .....                     | 335 |
| B.6.1                                                                                          | Généralités .....                                                                                  | 335 |
| B.6.2                                                                                          | Types de dispositifs .....                                                                         | 335 |
| B.6.3                                                                                          | Résistance au brouillage électromagnétique nécessaire pour les applications industrielles E3 ..... | 336 |



|                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Annexe C (informative) Topologies de réseau .....                                                                                                                           | 338 |
| C.1 Description commune .....                                                                                                                                               | 338 |
| C.2 Demande totale de câble .....                                                                                                                                           | 338 |
| C.3 Longueur maximale de segment de câble .....                                                                                                                             | 338 |
| C.4 Longueur maximale du réseau .....                                                                                                                                       | 338 |
| C.5 Tolérance aux anomalies .....                                                                                                                                           | 338 |
| C.5.1 Généralités .....                                                                                                                                                     | 338 |
| C.5.2 Utilisation de la redondance .....                                                                                                                                    | 338 |
| C.5.3 Analyse des défaillances des réseaux avec redondance .....                                                                                                            | 339 |
| C.6 Accès au réseau pour le diagnostic .....                                                                                                                                | 339 |
| C.7 Maintenabilité et ajouts en ligne .....                                                                                                                                 | 339 |
| Annexe D (informative) Tables des connecteurs .....                                                                                                                         | 341 |
| Annexe E (informative) Réseaux d'alimentation électrique eu égard au brouillage électromagnétique – Approches TN-C et TN-S .....                                            | 355 |
| Annexe F (informative) Dimensions des conducteurs dans les câbles électriques .....                                                                                         | 357 |
| Annexe G (informative) Listes de contrôle de vérification du câblage installé .....                                                                                         | 358 |
| G.1 Généralités .....                                                                                                                                                       | 358 |
| G.2 Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre .....                                                                                                            | 358 |
| G.3 Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques .....                                                                                                    | 361 |
| Annexe H (normative) Jeux de cordons .....                                                                                                                                  | 363 |
| H.1 Généralités .....                                                                                                                                                       | 363 |
| H.2 Construction de jeux de cordons .....                                                                                                                                   | 363 |
| H.2.1 Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D .....                                                                                                          | 363 |
| H.2.2 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs M12-4 codage D .....                                                                                                 | 364 |
| H.2.3 Jeux de cordons droits à connecteurs modulaires 8 voies .....                                                                                                         | 364 |
| H.2.4 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs modulaires 8 voies .....                                                                                             | 366 |
| H.2.5 Conversion directe d'une famille de connecteurs à une autre .....                                                                                                     | 367 |
| H.2.6 Conversion de recouvrement d'une famille de connecteurs à une autre .....                                                                                             | 367 |
| H.2.7 Attribution d'un signal PMA à des entrées/sorties MDI et MDI-X .....                                                                                                  | 368 |
| H.2.8 Signal et attribution de broches pour MDI et TIA568A .....                                                                                                            | 369 |
| H.2.9 Signal et attribution de broches pour MDIX et TIA568B .....                                                                                                           | 369 |
| H.2.10 Signal et attribution de broches pour MDIX et TIA568A .....                                                                                                          | 370 |
| H.2.11 Jeux de cordons droits à connecteurs IEC 63171-6 .....                                                                                                               | 370 |
| Annexe I (informative) Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble .....                                                                                    | 371 |
| I.1 Généralités .....                                                                                                                                                       | 371 |
| I.2 Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée blindé pour fiches modulaires 8 voies .....                                                | 371 |
| I.3 Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée non blindé pour fiches modulaires 8 voies .....                                            | 374 |
| I.4 Recommandations pour l'installation du connecteur M12 .....                                                                                                             | 375 |
| I.5 Recommandations pour la terminaison des extrémités de câble à fibres optiques .....                                                                                     | 378 |
| Annexe J (informative) Recommandations relatives aux performances des connexions de cloison et aux performances d'un canal à 4 paires comportant plus de 4 connexions ..... | 379 |
| J.1 Généralités .....                                                                                                                                                       | 379 |
| J.2 Recommandations .....                                                                                                                                                   | 379 |

|                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Annexe K (informative) Essais de transfert de données de bus de terrain .....                                                                               | 381 |
| K.1 Contexte .....                                                                                                                                          | 381 |
| K.2 Taux d'erreurs admissibles des systèmes de commande .....                                                                                               | 381 |
| K.2.1 Erreurs de bit.....                                                                                                                                   | 381 |
| K.2.2 Salves d'erreurs .....                                                                                                                                | 381 |
| K.3 Essai des performances du canal.....                                                                                                                    | 382 |
| K.4 Essai des paramètres du câble .....                                                                                                                     | 382 |
| K.4.1 Généralités .....                                                                                                                                     | 382 |
| K.4.2 Essai de câblage générique.....                                                                                                                       | 383 |
| K.4.3 Essai de câblage de bus de terrain .....                                                                                                              | 383 |
| K.5 Essai des performances de vitesse de transmission de données du bus de terrain .....                                                                    | 383 |
| K.5.1 Généralités .....                                                                                                                                     | 383 |
| K.5.2 Essai de bus de terrain .....                                                                                                                         | 383 |
| K.5.3 Planification de l'essai de vitesse de transmission de données du bus de terrain .....                                                                | 384 |
| K.5.4 Modèle de génération de rapport d'essai de vitesse de transmission des données du bus de terrain .....                                                | 384 |
| K.5.5 Valeurs de performances acceptables du bus de terrain .....                                                                                           | 384 |
| Annexe L (informative) Responsabilité relative aux travaux d'installation du réseau de communication.....                                                   | 385 |
| L.1 Généralités .....                                                                                                                                       | 385 |
| L.2 Responsabilité relative aux travaux d'installation .....                                                                                                | 385 |
| L.3 Tableau des responsabilités relatives aux travaux d'installation .....                                                                                  | 385 |
| Annexe M (informative) Appellations commerciales des profils de communication .....                                                                         | 386 |
| Annexe N (informative) Mesures de validation .....                                                                                                          | 389 |
| N.1 Généralités .....                                                                                                                                       | 389 |
| N.2 Mesures de la résistance en courant continu.....                                                                                                        | 389 |
| N.2.1 But de l'essai .....                                                                                                                                  | 389 |
| N.2.2 Hypothèses .....                                                                                                                                      | 389 |
| N.2.3 Mesures .....                                                                                                                                         | 389 |
| N.2.4 Calculs .....                                                                                                                                         | 391 |
| N.2.5 Résultats de mesure .....                                                                                                                             | 391 |
| Annexe O (informative) Liaison bout à bout .....                                                                                                            | 395 |
| O.1 Généralités .....                                                                                                                                       | 395 |
| O.2 Liaison bout à bout .....                                                                                                                               | 395 |
| O.3 Description normative d'une liaison E2E .....                                                                                                           | 396 |
| O.4 Mesure de liaison E2E .....                                                                                                                             | 398 |
| Annexe P (normative) Échauffement du câblage avec téléalimentation .....                                                                                    | 399 |
| P.1 Généralités .....                                                                                                                                       | 399 |
| P.2 Domaine d'application .....                                                                                                                             | 399 |
| P.3 Calcul de la réduction de température .....                                                                                                             | 399 |
| Annexe Q (normative) Exigences supplémentaires pour l'installation de réseaux symétriques à 1 paire reposant sur Ethernet dans des locaux industriels ..... | 401 |
| Q.1 Présentation générale .....                                                                                                                             | 401 |
| Q.2 Planification de l'installation .....                                                                                                                   | 401 |
| Q.2.1 Généralités .....                                                                                                                                     | 401 |
| Q.2.2 Caractéristiques de base des réseaux symétriques à 1 paire .....                                                                                      | 401 |
| Q.2.3 Câbles symétriques à 1 paire.....                                                                                                                     | 402 |

|       |                                                                                                                                      |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Q.2.4 | Matériel de connexion symétrique à 1 paire .....                                                                                     | 402 |
| Q.2.5 | Canaux de câblage symétrique à 1 paire .....                                                                                         | 404 |
| Q.2.6 | Téléalimentation .....                                                                                                               | 405 |
| Q.2.7 | Réutilisation du câblage existant .....                                                                                              | 406 |
| Q.3   | Mise en œuvre de l'installation .....                                                                                                | 406 |
| Q.3.1 | Généralités .....                                                                                                                    | 406 |
| Q.3.2 | Mise en œuvre supplémentaire de l'installation .....                                                                                 | 406 |
| Q.4   | Vérification et essai de réception de l'installation .....                                                                           | 407 |
| Q.4.1 | Généralités .....                                                                                                                    | 407 |
| Q.4.2 | Vérification et essai de réception supplémentaires de l'installation .....                                                           | 407 |
|       | Bibliographie .....                                                                                                                  | 408 |
|       | Figure 1 – Cycle de vie de l'installation de réseau industriel .....                                                                 | 212 |
|       | Figure 2 – Relations entre les normes .....                                                                                          | 213 |
|       | Figure 3 – Câblage d'îlot d'automatisation fixé à des éléments de câblage générique .....                                            | 235 |
|       | Figure 4 – Îlots d'automatisation .....                                                                                              | 236 |
|       | Figure 5 – Connexions externes du réseau d'îlots d'automatisation .....                                                              | 237 |
|       | Figure 6 – Comment satisfaire aux conditions environnementales .....                                                                 | 240 |
|       | Figure 7 – Comment les travaux d'amélioration, d'isolation et de séparation fonctionnent ensemble .....                              | 241 |
|       | Figure 8 – Topologies physiques de base des réseaux passifs .....                                                                    | 242 |
|       | Figure 9 – Topologies physiques de base des réseaux actifs .....                                                                     | 242 |
|       | Figure 10 – Exemple de combinaison de topologies de base .....                                                                       | 243 |
|       | Figure 11 – Modèle de mise en œuvre de référence de base .....                                                                       | 255 |
|       | Figure 12 – Modèle de mise en œuvre de référence améliorée .....                                                                     | 256 |
|       | Figure 13 – Section du conducteur d'égalisation et de mise à la terre par rapport à la longueur maximale .....                       | 263 |
|       | Figure 14 – Sélection des systèmes de mise à la terre et de mise au même potentiel .....                                             | 264 |
|       | Figure 15 – Placement des conducteurs d'égalisation .....                                                                            | 266 |
|       | Figure 16 – Impédance des conducteurs de mise à la terre et des conducteurs d'égalisation en fonction de la fréquence de bruit ..... | 267 |
|       | Figure 17 – Câblage de mise au même potentiel et de mise à la terre dans une configuration maillée .....                             | 268 |
|       | Figure 18 – Câblage des terres dans une configuration de mise à la terre en étoile .....                                             | 269 |
|       | Figure 19 – Schéma de principe d'un dispositif de bus de terrain avec mise à la terre directe .....                                  | 270 |
|       | Figure 20 – Schéma de principe d'un dispositif de terrain avec mise à la terre du circuit RC parallèle .....                         | 270 |
|       | Figure 21 – Insertion de protecteur d'arête .....                                                                                    | 281 |
|       | Figure 22 – Utilisation d'un dispositif de déroulage et prévention de formation de boucle .....                                      | 281 |
|       | Figure 23 – Prévention de la torsion .....                                                                                           | 282 |
|       | Figure 24 – Maintien du rayon de courbure minimal .....                                                                              | 282 |
|       | Figure 25 – Ne pas tirer par les fils individuels .....                                                                              | 283 |
|       | Figure 26 – Utilisation de colliers de câble avec une grande (large) surface .....                                                   | 283 |
|       | Figure 27 – Presse-étoupe avec protection de courbure .....                                                                          | 284 |

|                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 28 – Tube en spirale .....                                                                                                                                                                              | 284 |
| Figure 29 – Séparation de câbles dans les chemins.....                                                                                                                                                         | 287 |
| Figure 30 – Impédance du circuit de mise à la terre en fonction de la distance par rapport au chemin métallique .....                                                                                          | 291 |
| Figure 31 – Utilisation de tresses de métallisations souples dans les chemins métalliques mobiles .....                                                                                                        | 291 |
| Figure 32 – Préparation de surface pour les connexions électromécaniques de mise à la terre et de mise au même potentiel .....                                                                                 | 293 |
| Figure 33 – Exemple de barre omnibus isolée.....                                                                                                                                                               | 294 |
| Figure 34 – Exemple d'isolateur pour le montage de rails DIN .....                                                                                                                                             | 295 |
| Figure 35 – Mise à la terre RC parallèle.....                                                                                                                                                                  | 295 |
| Figure 36 – Mise à la terre directe du blindage .....                                                                                                                                                          | 296 |
| Figure 37 – Exemples d'application de blindage.....                                                                                                                                                            | 296 |
| Figure 38 – Limitation du décalage de tension .....                                                                                                                                                            | 297 |
| Figure 39 – Premier exemple de dérivées de mise à la terre du blindage.....                                                                                                                                    | 297 |
| Figure 40 – Deuxième exemple de dérivées de mise à la terre du blindage.....                                                                                                                                   | 297 |
| Figure 41 – Processus de vérification de l'installation .....                                                                                                                                                  | 300 |
| Figure 42 – Essai des connexions de mise à la terre.....                                                                                                                                                       | 301 |
| Figure 43 – Attribution de groupes de broches et de paires pour deux connecteurs à huit positions (sous-parties IEC 60603-7) ou deux connecteurs à quatre positions (série IEC 60603 et IEC 61076-2-101) ..... | 304 |
| Figure 44 – Connecteur modulaire 8 voies à deux paires .....                                                                                                                                                   | 304 |
| Figure 45 – Paires transposées, paires séparées et paires inversées .....                                                                                                                                      | 305 |
| Figure 46 – Processus de validation .....                                                                                                                                                                      | 307 |
| Figure 47 – Représentation schématique du canal.....                                                                                                                                                           | 308 |
| Figure 48 – Représentation schématique de la liaison permanente .....                                                                                                                                          | 308 |
| Figure 49 – Représentation schématique de la liaison bout à bout .....                                                                                                                                         | 309 |
| Figure 50 – Maintenance du réseau de communication .....                                                                                                                                                       | 318 |
| Figure 51 – Procédure de dépannage .....                                                                                                                                                                       | 323 |
| Figure 52 – Détection des défauts sans outil particulier .....                                                                                                                                                 | 324 |
| Figure B.1 – Classifications MICE .....                                                                                                                                                                        | 327 |
| Figure B.2 – Exemple de classifications MICE dans une installation .....                                                                                                                                       | 328 |
| Figure B.3 – Amélioration, isolation et séparation .....                                                                                                                                                       | 328 |
| Figure B.4 – Exemple 1 d'atténuation .....                                                                                                                                                                     | 329 |
| Figure B.5 – Exemple 2 d'atténuation .....                                                                                                                                                                     | 330 |
| Figure B.6 – Plage de fréquences des perturbations électromagnétiques générées par des dispositifs industriels communs .....                                                                                   | 330 |
| Figure B.7 – Exemple de recommandations générales pour les valeurs de séparation/transitoire électrique rapide .....                                                                                           | 332 |
| Figure B.8 – Interface de dispositif de communication avec une immunité limitée au brouillage électromagnétique .....                                                                                          | 335 |
| Figure B.9 – Interfaces de dispositifs de communication avec une immunité moyenne au brouillage électromagnétique .....                                                                                        | 336 |
| Figure B.10 – Interface de dispositif de communication avec une immunité la plus élevée au brouillage électromagnétique (type 2) .....                                                                         | 336 |
| Figure E.1 – Réseau d'alimentation électrique à quatre fils (TN-C) .....                                                                                                                                       | 355 |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure E.2 – Réseau d'alimentation électrique à cinq fils (TN-S) .....                                     | 356 |
| Figure H.1 – Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D .....                                  | 363 |
| Figure H.2 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies, 8 broches .....                   | 365 |
| Figure H.3 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies, 4 broches .....                   | 365 |
| Figure H.4 – Connecteur M12-8 codage X .....                                                               | 368 |
| Tableau H.8 – Signal et attribution paire de fils/broche de connecteur pour MDI et TIA 568B .....          | 369 |
| Figure I.1 – Dénudage du câble .....                                                                       | 371 |
| Figure I.2 – Exemple de préparation de fil pour les câbles de type A .....                                 | 372 |
| Figure I.3 – Fiche modulaire 8 voies .....                                                                 | 373 |
| Figure I.4 – Insertion du câble dans le corps du connecteur .....                                          | 373 |
| Figure I.5 – Sertissage du connecteur .....                                                                | 374 |
| Figure I.6 – Exemple de préparation de câble pour un câblage de type A .....                               | 374 |
| Figure I.7 – Composants de connecteur .....                                                                | 375 |
| Figure I.8 – Préparation du câble .....                                                                    | 376 |
| Figure I.9 – Presse-étoupe, écrou et boîtier du connecteur sur le câble .....                              | 376 |
| Figure I.10 – Préparation des conducteurs .....                                                            | 376 |
| Figure I.11 – Retrait de la gaine .....                                                                    | 376 |
| Figure I.12 – Préparation du blindage .....                                                                | 376 |
| Figure I.13 – Préparation des conducteurs .....                                                            | 377 |
| Figure I.14 – Installation des conducteurs dans le connecteur .....                                        | 377 |
| Figure I.15 – Assemblage du corps du connecteur .....                                                      | 377 |
| Figure I.16 – Assemblage final .....                                                                       | 377 |
| Figure N.1 – Mesure de la résistance de boucle fil à fil .....                                             | 389 |
| Figure N.2 – Mesure de la résistance de boucle fil 1/blindage .....                                        | 390 |
| Figure N.3 – Mesure de la résistance de boucle fil 2/blindage .....                                        | 390 |
| Figure N.4 – Mesure de la résistance pour la détection des courts-circuits de fil .....                    | 390 |
| Figure N.5 – Mesure de la résistance entre le fil 1 et le fil 2 .....                                      | 390 |
| Figure N.6 – Validation de la résistance en courant continu du câble .....                                 | 392 |
| Figure N.7 – Conclusions pour les ouvertures ou courts-circuits de câble .....                             | 393 |
| Figure N.8 – Détermination de la valeur de terminaison de câble correcte .....                             | 394 |
| Figure O.1 – Canal conformément à l'ISO/IEC 11801 .....                                                    | 395 |
| Figure O.2 – Liaison bout à bout .....                                                                     | 396 |
| Figure O.3 – Un segment, liaison E2E à deux connexions .....                                               | 396 |
| Figure O.4 – Deux segments, liaison E2E à trois connexions .....                                           | 396 |
| Figure O.5 – Trois segments, connexions de cloison à trois segments, liaison E2E à quatre connexions ..... | 397 |
| Figure O.6 – Trois segments, deux connexions, liaison E2E à six connexions .....                           | 397 |
| Figure O.7 – Trois segments, liaison E2E à quatre connexions .....                                         | 397 |
| Figure O.8 – Quatre segments, liaison E2E à cinq connexions .....                                          | 397 |
| Figure O.9 – Cinq segments, liaison E2E à six connexions .....                                             | 397 |
| Figure Q.1 – Réseau symétrique à 1 paire .....                                                             | 401 |

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure Q.2 – Connecteurs IEC 63171-6 IP65/IP67 .....                                                               | 403 |
| Figure Q.3 – Parties relatives à l'accouplement des connecteurs IEC 63171-6 .....                                  | 403 |
| Figure Q.4 – Modèle de canal de câblage symétrique à 1 paire d'une longueur maximale de 40 m.....                  | 404 |
| Figure Q.5 – Modèle de canal de câblage symétrique à 1 paire d'une longueur maximale de 1 000 m.....               | 404 |
| Figure Q.6 – Atténuation supplémentaire pour téléalimentation sur réseau symétrique à 1 paire .....                | 406 |
| Figure Q.7 – Table de correspondance des fils symétriques à 1 paire.....                                           | 407 |
| Tableau 1 – Caractéristiques de base du réseau pour le câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet.....        | 244 |
| Tableau 2 – Caractéristiques de base du réseau pour le câblage symétrique reposant sur Ethernet.....               | 245 |
| Tableau 3 – Caractéristiques du réseau pour le câblage à fibres optiques.....                                      | 246 |
| Tableau 4 – Informations relatives au câble en cuivre: câbles fixes.....                                           | 248 |
| Tableau 5 – Informations relatives au câble en cuivre: cordons .....                                               | 248 |
| Tableau 6 – Informations relatives aux câbles à fibres optiques.....                                               | 250 |
| Tableau 7 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage symétrique reposant sur Ethernet .....        | 252 |
| Tableau 8 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage en cuivre ne reposant pas sur Ethernet.....   | 252 |
| Tableau 9 – Matériel de connexion à fibres optiques.....                                                           | 253 |
| Tableau 10 – Relations entre les connecteurs à fibres optiques et le type de fibres (CP x/y) .....                 | 253 |
| Tableau 11 – Formules de mise en œuvre de référence de base .....                                                  | 255 |
| Tableau 12 – Formules de mise en œuvre de référence améliorées.....                                                | 257 |
| Tableau 13 – Facteur de correction Z pour une température de fonctionnement supérieure à 20 °C.....                | 257 |
| Tableau 14 – Dimension et longueur des conducteurs d'égalisation et de mise à la terre.....                        | 265 |
| Tableau 15 – Section des tresses de métallisation.....                                                             | 265 |
| Tableau 16 – Protection de surface des plaquettes de métallisation.....                                            | 265 |
| Tableau 17 – Types de circuit de câble et distances minimales.....                                                 | 276 |
| Tableau 18 – Paramètres pour câbles symétriques.....                                                               | 279 |
| Tableau 19 – Paramètres pour câbles à fibres optiques en silice .....                                              | 280 |
| Tableau 20 – Paramètres pour câbles à fibres optiques plastiques (FOP).....                                        | 280 |
| Tableau 21 – Paramètres pour câbles à fibres optiques HCS.....                                                     | 280 |
| Tableau 22 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage symétrique.....                                  | 321 |
| Tableau 23 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage à fibres optiques.....                           | 322 |
| Tableau B.1 – Exemple 1 de zone MICE ciblée.....                                                                   | 329 |
| Tableau B.2 – Exemple 2 de zone MICE ciblée.....                                                                   | 329 |
| Tableau B.3 – Relation entre les appareils générant un brouillage électromagnétique et la classification "E" ..... | 331 |
| Tableau B.4 – Mécanisme de couplage de certains dispositifs brouilleurs.....                                       | 332 |
| Tableau B.5 – Définition MICE.....                                                                                 | 333 |

|                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau B.6 – Résistance au brouillage électromagnétique des applications industrielles .....                                   | 337 |
| Tableau D.1 – Conventions en matière de code couleur utilisé dans la table des connecteurs .....                                | 341 |
| Tableau D.2 – Attribution paire/broche et combinaison de couleurs .....                                                         | 343 |
| Tableau D.3 – Connecteur modulaire 8 voies .....                                                                                | 344 |
| Tableau D.4 – Connecteur M12-4 codage A .....                                                                                   | 345 |
| Tableau D.5 – Connecteur M12-4 codage D .....                                                                                   | 346 |
| Tableau D.6 – Connecteur M12-5 codage A .....                                                                                   | 347 |
| Tableau D.7 – Connecteur M12-5 codage A .....                                                                                   | 348 |
| Tableau D.8 – Connecteur SubD .....                                                                                             | 349 |
| Tableau D.9 – Connecteur 7/8-16 UN-2B THD / M18 .....                                                                           | 350 |
| Tableau D.10 – Connecteur de style ouvert .....                                                                                 | 351 |
| Tableau D.11 – Connecteur M12-8 codage X .....                                                                                  | 352 |
| Tableau D.12 – Connecteur BNC .....                                                                                             | 353 |
| Tableau D.13 – Connecteur TNC .....                                                                                             | 354 |
| Tableau F.1 – Système AWG (American Wire Gauge) et kcmil .....                                                                  | 357 |
| Tableau G.1 – Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre .....                                                      | 359 |
| Tableau G.2 – Liste de contrôle des mesures de mise à la terre et de mise au même potentiel .....                               | 360 |
| Tableau G.3 – Signatures pour les listes de contrôle du Tableau G.1 et du Tableau G.2 .....                                     | 360 |
| Tableau G.4 – Liste de contrôle des vérifications particulières des profils de communication ne reposant pas sur Ethernet ..... | 361 |
| Tableau G.5 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.4 .....                                                           | 361 |
| Tableau G.6 – Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques .....                                              | 362 |
| Tableau G.7 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.6 .....                                                           | 362 |
| Tableau H.1 – Attribution paire de fils/broche de connecteur M12-4 codage D .....                                               | 364 |
| Tableau H.2 – Attribution paire/broche de connecteur de recouvrement M12-4 codage D à M12-4 codage D .....                      | 364 |
| Tableau H.3 – Attribution paire de fils/broche de connecteur modulaire 8 voies .....                                            | 366 |
| Tableau H.4 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement modulaire 8 voies .....                            | 367 |
| Tableau H.5 – Attribution de broche de connectivité .....                                                                       | 367 |
| Tableau H.6 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement modulaire M12-4 à 8 voies .....                    | 368 |
| Tableau H.7 – Attribution d'un signal PMA à des entrées/sorties MDI et MDI-X .....                                              | 368 |
| Tableau H.9 – Signal et attribution paire de fils/broche de connecteur pour MDI et T568A .....                                  | 369 |
| Tableau H.10 – Signal et attribution paire de fils/broche de connecteur pour MDIX et T568B .....                                | 370 |
| Tableau H.11 – Signal et attribution paire de fils/broche de connecteur pour MDIX et T568A .....                                | 370 |
| Tableau J.1 – Exigences de transmission pour plus de 4 connexions dans un canal .....                                           | 380 |
| Tableau M.1 – Appellations commerciales des familles de profils de communication et des profils de communication .....          | 386 |



|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau P.1 – Paramètres utilisés pour calculer la réduction de température ..... | 400 |
| Tableau Q.1 – Caractéristiques de base des réseaux symétriques à 1 paire .....    | 402 |
| Tableau Q.2 – Code couleur et attribution de signal IEC 63171-6 .....             | 403 |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –

#### Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

**Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.**

**L'IEC 61918 édition 4.1 contient la quatrième édition (2018-09) [documents 65C/928/FDIS et 65C/933/RVD] et son amendement 1 (2022-03) [documents 65C/1141/FDIS et 65C/1162/RVD].**

**Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.**

La Norme internationale IEC 61918 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette quatrième édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) la référence à l'ISO/IEC 24702 a été remplacée par la référence à la nouvelle ISO/IEC 11801-3, ce qui a un impact sur le Tableau 2;
- b) certains termes et abréviations ont été modifiés à l'Article 3;
- c) les Paragraphes 4.1.2, 4.4.2.5, 4.4.3.4.1 et 5.7 ont été mis à jour;
- d) la Figure 2 et la Figure 3 ont été mises à jour. La Figure 13, la Figure 16, la Figure 30 et la Figure 49 ont été ajoutées;
- e) le Tableau 7 a été mis à jour;
- f) l'Annexe D et l'Annexe M ont été développées afin de couvrir des familles de profils de communication supplémentaires. L'Annexe H a été développée pour couvrir l'utilisation du connecteur M12-8 codage X;
- g) l'Annexe O a été modifiée en intégrant des références à la nouvelle édition de la série ISO/IEC 11801, à l'ISO/IEC TR 11801-9902 et à l'ISO/IEC 14763-4;
- h) l'Annexe P a été ajoutée.

La présente norme doit être utilisée conjointement avec la série IEC 61784-5 en ce qui concerne l'installation des profils de communication (CP).

Les normes de la série IEC 61784-5 qui demeurent indiquées pour une utilisation conjointe avec l'IEC 61918:2013 peuvent également être utilisées avec la présente édition, à condition que l'utilisateur tienne compte du fait que la référence à l'ISO/IEC 24702 a été remplacée par une référence à l'ISO/IEC 11801-3:2017.

NOTE Cette solution s'applique pour les profils d'installation affectés uniquement par cette référence modifiée.

La présente norme est citée en référence par l'ISO/IEC 14763-2, qui couvre l'installation du câblage générique à l'extérieur des îlots d'automatisation dans les locaux industriels.

La présente norme a été développée en coopération avec l'ISO/IEC JTC1/SC25, chargé de la série ISO/IEC 11801.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

**IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**

## INTRODUCTION

L'automatisation des processus et des usines repose de plus en plus sur des réseaux de communication et des bus de terrain naturellement conçus pour gérer les conditions d'environnement spécifiques des locaux industriels. Les réseaux et bus de terrain assurent l'intégration efficace des applications entre les unités fonctionnelles de la centrale/l'usine. L'intégration de données générées sur le terrain avec des systèmes de gestion de haut niveau présente l'avantage de réduire les coûts de production. Dans le même temps, les données intégrées permettent de maintenir, voire d'augmenter, la quantité et la qualité de la production. Il est important d'installer correctement le réseau pour assurer la disponibilité, la fiabilité et les performances des communications. Cela exige de tenir compte des conditions de sûreté et de sécurité et des aspects liés à l'environnement (les interférences mécaniques, liquides, particulières, climatiques, chimiques et électromagnétiques, par exemple).

Les spécifications de ces réseaux de communication sont fournies dans les documents suivants.

L'ISO/IEC 11801-3 spécifie la conception des infrastructures de télécommunication génériques dans les locaux industriels et constitue la base de certaines spécifications de performance de transmission indiquées dans le présent document. L'ISO/IEC 11801-3 spécifie uniquement la capacité de largeur de bande brute d'un canal. Elle ne précise pas la vitesse de transfert de données utile d'un réseau particulier utilisant ce canal, ni les erreurs prévues après avoir pris en compte l'interférence pendant le processus de communication, comme cela s'avère nécessaire pour l'automatisation industrielle.

La norme de bus de terrain IEC 61158 et l'IEC 62026-3, ainsi que leurs normes d'accompagnement IEC 61784-1 et IEC 61784-2 spécifient plusieurs profils de communication (CP – Communication Profile) pour les automatismes industriels. Ces profils de communication spécifient une capacité de largeur de bande brute et, en outre, des règles de modulation et de codage binaires pour leur bus de terrain. Certains profils spécifient également des niveaux cibles de vitesse de transfert de données utile, ainsi que des valeurs maximales d'erreur générées par les interférences pendant le processus de communication.

Le présent document offre un point de référence commun pour l'installation du support des réseaux de communication industriels les plus utilisés dans la plupart des sites industriels.

Le présent document fournit un ensemble cohérent de règles d'installation pour les îlots d'automatisation industrielle dans lesquels résident les applications de commande. En outre, elle offre un support pour la définition et l'installation des interfaces entre les réseaux d'îlots d'automatisation et le câblage générique.

L'un des problèmes qu'il cherche à résoudre est la situation créée lorsque différentes parties d'un important site d'automatisation sont fournies par des fournisseurs qui s'appuient sur des lignes directrices d'installation hétérogènes, dont les structures et le contenu sont différents. Ce manque de cohérence augmente sensiblement le potentiel d'erreurs et de dysfonctionnements susceptibles de compromettre le système de communication.

Le présent document a été développé à la suite de l'harmonisation des approches de plusieurs groupes d'utilisateurs et consortiums industriels.

Il aborde le cycle de vie d'une installation dans les articles suivants (voir la carte du document à la Figure 1):

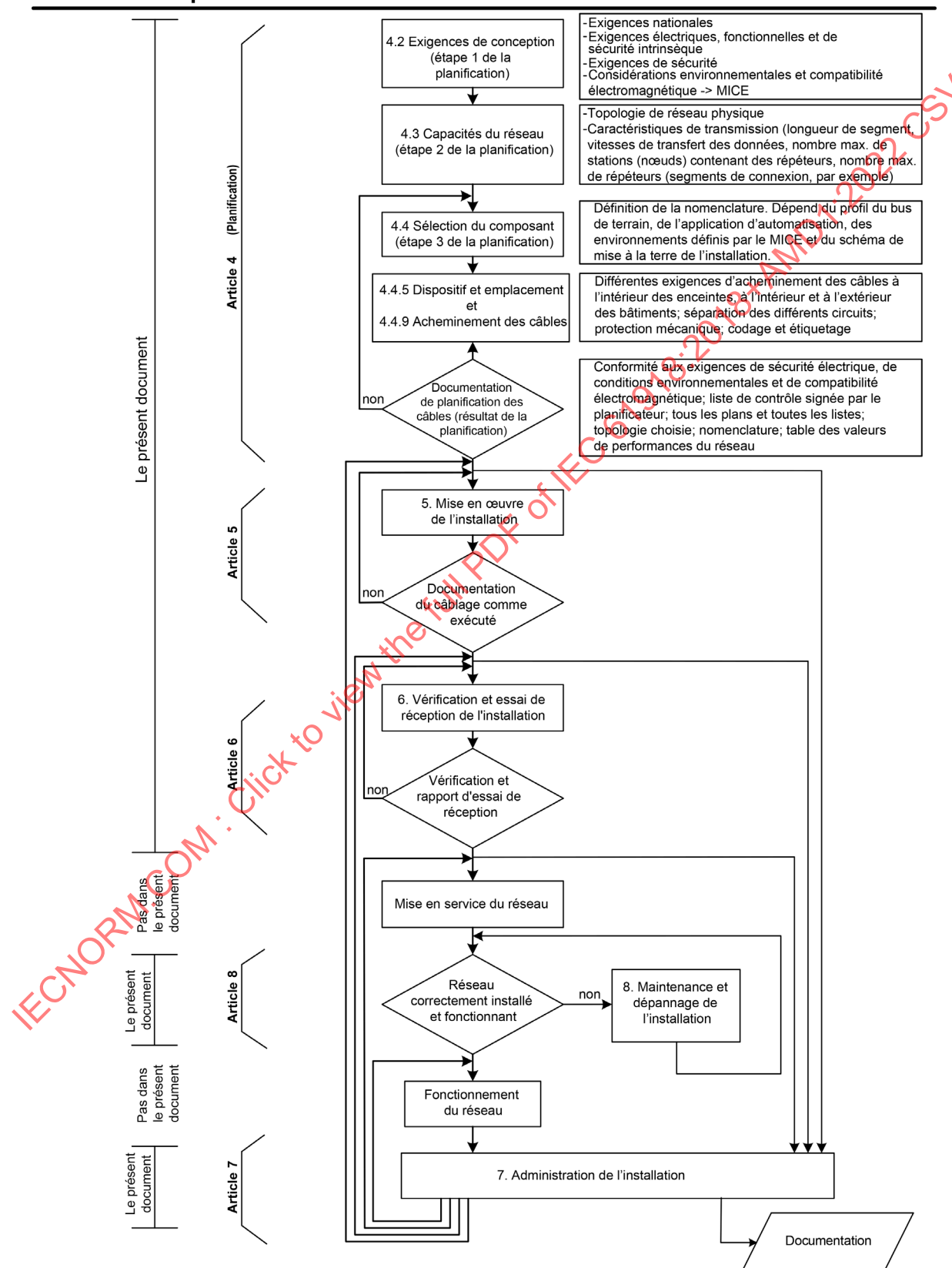
- Article 4: Projet d'installation;
- Article 5: Mise en œuvre de l'installation;
- Article 6: Vérification et essai d'acceptation de l'installation;
- Article 7: Administration de l'installation;

- Article 8: Maintenance et dépannage de l'installation.

Les méthodes présentées dans ces articles sont rédigées de manière à fournir des recommandations pour l'installation à un large éventail de techniciens.

## IEC 61918 Étapes de l'installation

V2.0 /REL



IEC

Figure 1 – Cycle de vie de l'installation de réseau industriel

L'installation d'un système de communication est prise en charge par le présent document conjointement avec le profil d'installation correspondant. Le profil d'installation établit les exigences spécifiques à la technologie, à savoir les exigences qui s'appliquent telles qu'elles sont présentées dans le présent document ou qui ont été étendues, modifiées ou remplacées.

Pour les bus de terrain définis dans l'IEC 61784 (toutes les parties) en tant que profils de communication des familles de profils de communication (CPF – Communication Profile Family), l'installation est spécifiée dans les profils d'installation présentés dans les documents IEC 61784-5-n (n étant le numéro CPF). L'IEC 61158-1 décrit les relations entre le bus de terrain et les profils de communication, ainsi que les profils d'installation correspondants (voir la Figure 2).

Ces documents de l'IEC 61784-5 (toutes les parties) qui sont toujours indiqués pour être utilisés conjointement avec l'IEC 61918:2013 peuvent également l'être avec l'édition 2018, à condition que l'utilisateur tienne compte du fait que la référence à l'ISO/IEC 24702 a été remplacée par une référence à l'ISO/IEC 11801-3:2017.

NOTE Cette solution s'applique pour les profils d'installation affectés uniquement par cette référence modifiée.

Pour l'installation du câblage générique dans des locaux industriels, l'IEC 61918 est citée en référence par l'ISO/IEC 14763-2 (voir la Figure 2).

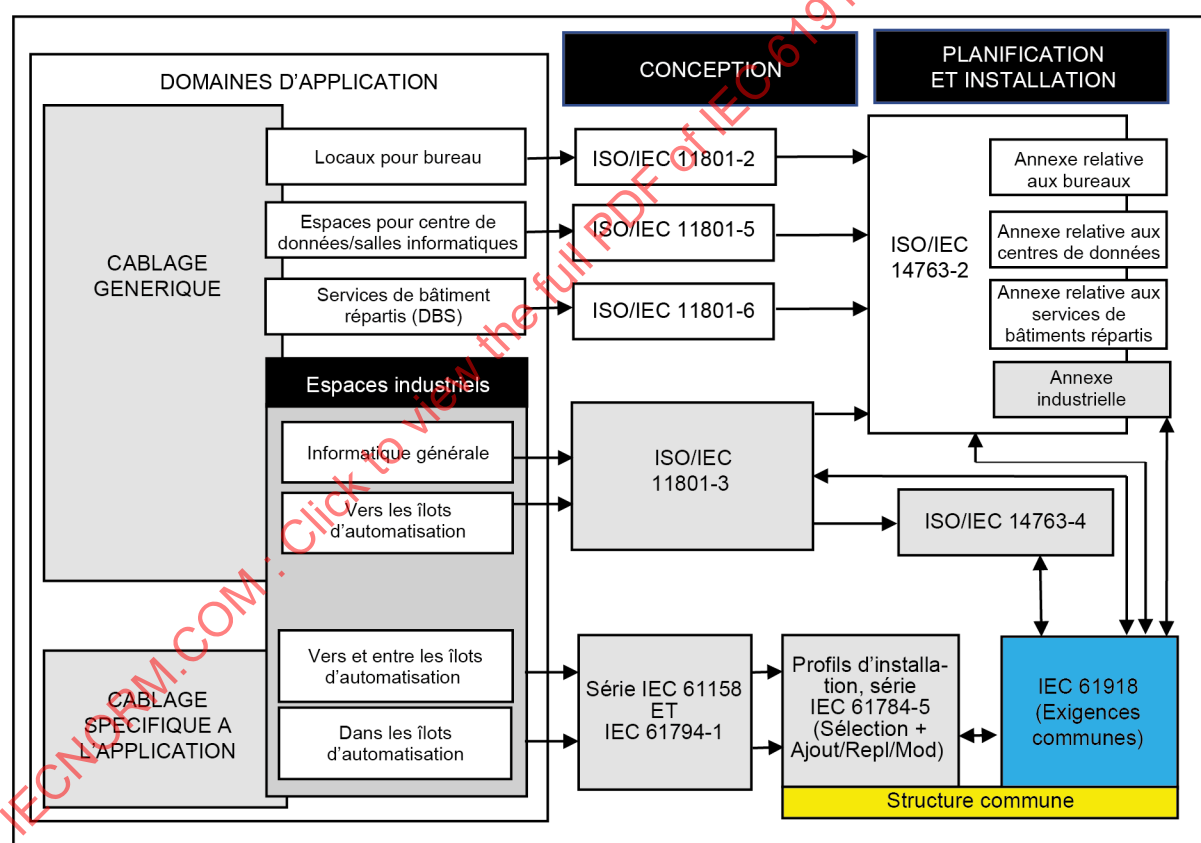


**Figure 2 – Relations entre les normes**

Cette structure présente l'un des avantages de permettre aux utilisateurs d'un réseau de distinguer les exigences d'installation communes à la plupart des réseaux de celles qui sont spécifiques à un réseau particulier.

Les besoins liés à l'installation sont propres à chaque centrale/usine, selon les conditions critiques particulières qui s'appliquent à l'application spécifique. Le présent document et ses normes d'accompagnement décrites ci-dessus proposent un ensemble d'exigences

d'installation obligatoires (exprimées par l'utilisation du verbe «devoir») et un certain nombre de recommandations (exprimées par l'utilisation de l'expression «il convient»). Il revient au propriétaire de l'entreprise industrielle particulière de demander explicitement la mise en œuvre de l'installation du câblage conformément à ces normes, et de répertorier toutes les recommandations qui doivent être considérées comme étant des exigences obligatoires dans le cas particulier.

## INTRODUCTION à l'Amendement 1

Le présent Amendement 1 décrit l'installation dans l'environnement critique des locaux industriels de réseaux symétriques à 1 paire utilisant un câblage lié à Ethernet spécifié dans 1000BASE-T1 de type A, qui permet la transmission bidirectionnelle de signaux à 1 000 Mbit/s jusqu'à 15 m, 1000BASE-T1 de type B pour 1 000 Mbit/s jusqu'à 40 m, 100BASE-T1 pour 100 Mbit/s jusqu'à 15 m, 10BASE-T1S pour 10 Mbit/s jusqu'à 15 m, 10BASE-T1L pour 10 Mbit/s jusqu'à 1 000 m.

Ces réseaux symétriques à 1 paire sont les versions industrielles des réseaux 1 000 Mbit/s et 100 Mbit/s de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021 et 10 Mbit/s de l'IEEE 802.3cg.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61918:2018+AMD1:2022 CSV

## RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –

### Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels

#### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences de base pour l'installation d'un support de réseaux de communication à l'intérieur et entre des îlots d'automatisation de sites industriels. Le présent document couvre le câblage symétrique et à fibres optiques. Elle couvre également l'infrastructure de câblage des supports sans fil, mais pas le support sans fil lui-même. D'autres supports sont couverts par l'IEC 61784-5 (toutes les parties).

Le présent document est un document d'accompagnement aux réseaux de communication des îlots d'automatisation industrielle et, particulièrement, les réseaux de communication spécifiés dans l'IEC 61158 (toutes les parties) et l'IEC 61784 (toutes les parties).

De plus, le présent document couvre la connexion entre le câblage de télécommunication générique spécifié dans l'ISO/IEC 11801-3 et le câblage de communication spécifique d'un îlot d'automatisation, dans laquelle une prise d'automatisation (AO – Automation Outlet) remplace la prise de télécommunication (TO – Telecommunication Outlet) de l'ISO/IEC 11801-3.

NOTE Si l'interface utilisée au niveau de la prise d'automatisation n'est pas conforme à celle spécifiée pour la prise de télécommunication de l'ISO/IEC 11801-3, le câblage n'est plus conforme à l'ISO/IEC 11801-3, même si certaines caractéristiques (notamment les performances) du câblage générique peuvent être conservées.

Le présent document donne les lignes directrices relatives aux aspects critiques de l'automatisation industrielle (la sûreté, la sécurité et les aspects liés à l'environnement tels que les interférences mécaniques, liquides, particulières, climatiques, chimiques et électromagnétiques).

Le présent document ne reconnaît pas les mises en œuvre de distribution d'alimentation avec ou par des systèmes de câblage symétrique Ethernet.

Le présent document aborde les rôles des planificateurs, des installateurs, des vérificateurs et du personnel réalisant les essais de réception, du personnel d'administration et de maintenance, et précise les responsabilités de chacun et/ou donne des recommandations.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60364-1:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

IEC 60364-4-41, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

IEC 60364-4-44, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*



IEC 60364-5-54, *Installations électriques basse-tension – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Installations de mise à la terre et conducteurs de protection*

IEC 60512-29-100, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 29-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 500 MHz sur des les connecteurs de type M12 – Essais 29a à 29g*

IEC 60603 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques*

IEC 60603-7 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7: Spécification particulière pour les fiches et les embases non écrantées à 8 voies*

IEC 60757, *Code de désignation de couleurs*

IEC 60793 (toutes les parties), *Fibres optiques*

IEC 60793-2-10, *Fibres optiques – Partie 2-10: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de catégorie A1*

IEC 60794 (toutes les parties), *Câbles à fibres optiques*

IEC 60807-2, *Connecteurs rectangulaires utilisés aux fréquences inférieures à 3 MHz – Partie 2: Spécification particulière pour une gamme de connecteurs, avec assurance de la qualité, ayant les boîtiers métalliques de forme trapézoïdale et les contacts ronds – Types de contacts à braser fixes*

IEC 60807-3, *Connecteurs rectangulaires utilisés aux fréquences inférieures à 3 MHz – Partie 3: Spécification particulière pour une gamme de connecteurs ayant les boîtiers métalliques de forme trapézoïdale et les contacts ronds – Types de contacts à sertir démontables avec fûts fermés, à insérer et à extraire par l'arrière de l'isolant*

IEC 60825-2, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques (STFO)*

IEC 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en sèves*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61010-2-201, *Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-201: Exigences particulières pour les équipements de commande*

IEC 61010-2-203:—<sup>1</sup>, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-203: Particular requirements for industrial communication circuits and communication port interconnection (disponible en anglais seulement)*

IEC 61076-2-101, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-101: Connecteurs circulaires – Spécification particulière pour les connecteurs M12 à vis*

<sup>1</sup> En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC/ACDV 61010-2-203:2021.



IEC 61076-2-109, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-109: Connecteurs circulaires – Spécification particulière relative aux connecteurs avec verrouillage à vis M 12 x 1, pour les transmissions de données à des fréquences jusqu'à 500 MHz*

IEC 61076-3-106, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-106: Connecteurs rectangulaires – Spécification particulière pour boîtiers de protection utilisés avec des connecteurs blindés et non blindés 8 voies pour des environnements industriels incorporant l'interface série IEC 60603-7*

IEC 61076-3-117, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-117: Connecteurs rectangulaires – Spécification particulière pour boîtiers de protection utilisés avec des connecteurs blindés et non blindés à 8 voies dans des environnements industriels incorporant l'interface série CEI 60603-7 – Variante 14 liée à l'IEC 61076-3-106 – Type d'accouplement pousser-tirer*

IEC 61156 (toutes les parties), *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quarts pour transmissions numériques*

IEC 61156-1, *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quarts pour transmissions numériques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 61156-11, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 11: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 600 MHz – Horizontal floor wiring – Sectional specification (disponible en anglais seulement)*

IEC 61156-12, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 12: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 600 MHz – Work area wiring – Sectional specification (disponible en anglais seulement)*

IEC 61158 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain*

IEC 61158-2:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique*

IEC 61169-8, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 8: Spécification intermédiaire – Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques, ayant un diamètre intérieur du conducteur extérieur de 6,5 mm (0,256 in), à verrouillage à baïonnette – Impédance caractéristique 50 ohms (Type BNC)*

IEC 61753 (toutes les parties), *Norme de qualité de fonctionnement des dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques*

IEC 61753-1, *Norme de qualité de fonctionnement des dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Partie 1: Généralités et lignes directrices pour l'établissement des normes de qualité de fonctionnement*

IEC 61753-1-3, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Norme de performance – Partie 1-3: Généralités et lignes directrices relatives aux connecteurs à fibres optiques unimodales et aux cordons en environnement industriel, Catégorie I*

IEC 61754-2, *Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 2: Famille de connecteurs de type BFOC/2,5*

IEC 61754-4, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 4: Famille de connecteurs du type SC*

IEC 61754-20, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 20: Type LC connector family* (disponible en anglais seulement)

IEC 61754-22, *Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 22: Famille de connecteurs de type F-SMA*

IEC 61754-24, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 24: Famille de connecteurs de type SC-RJ*

IEC 61784 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Profils*

IEC 61784-1: –, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 1: Profils de bus de terrain*<sup>2</sup>

IEC 61784-2 –, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 2: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel basés sur l'ISO/IEC 8802-3*<sup>3</sup>

IEC 61784-3 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 3: Bus de terrain de sécurité fonctionnelle – Règles générales et définitions de profils*

IEC 61784-5 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 5: Installation des bus de terrain*

IEC 61935-1:2019, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 1: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801-1 and related standards* (disponible en anglais seulement)

IEC 61935-1-1:2019, *Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information – Partie 1-1: Exigences supplémentaires pour le mesurage de l'affaiblissement de conversion transversale et de l'affaiblissement de transfert de conversion transversale de niveau égal*

IEC 61935-2, *Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information – Partie 2: cordons tels que spécifiés dans l'ISO/IEC 11801 et normes associées*

IEC 62439 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation*

IEC 62443 (toutes les parties), *Sécurité des automatismes industriels et des systèmes de commande*<sup>4</sup>

IEC 62708, *Types de documents pour les projets relatifs aux systèmes électriques et aux instruments de fonctionnement dans l'industrie de transformation*

IEC 63171-6, *Connecteurs pour équipements électriques et électroniques – Partie 6: Spécification particulière pour les fiches et les embases écrantées à 2 voies et 4 voies (données/puissance) pour la transmission de données et de puissance à des fréquences jusqu'à 600 MHz*

<sup>2</sup> En préparation. Stade au moment de la publication: IEC/FDIS 61784-1:2018

<sup>3</sup> En préparation. Stade au moment de la publication: IEC/FDIS 61784-2:2018.

<sup>4</sup> Consulter le site <http://webstore.iec.ch> pour prendre connaissance des parties publiées. D'autres parties sont à l'étude.

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, *Télécommunications et échange entre systèmes informatiques - Exigences pour les réseaux locaux et métropolitains – Partie 3: Norme pour Ethernet*

ISO/IEC 11801 (toutes les parties), *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs*

ISO/IEC 11801-1 :2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1 : General requirements* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 11801-3 :2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 3 : Industrial premises* (disponible en anglais seulement)  
ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021

ISO/IEC TR 11801-9902:2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 9902: Specifications for End-to-end link configurations* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 14763-2:2012, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation* (disponible en anglais seulement)  
ISO/IEC 14763-2:2012/AMD1:2015<sup>5</sup>

ISO/IEC 14763-3:2014, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 3: Testing of optical fibre cabling* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 14763-4:2018, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 4: Measurement of end-to-end (E2E)-Links* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC TS 29125:2017, *Information Technology – Telecommunications cabling requirements for remote powering of terminal equipment* (disponible en anglais seulement)

EN 50174-2, *Technologies de l'information – Installation de câblages – Partie 2: Planification et pratiques d'installation à l'intérieur des bâtiments*

EN 50310, *Application de liaison équipotentielle et de la mise à la terre dans les locaux avec équipement de technologie de l'information*

IEEE Std 802.3-2015, *IEEE Standard for Ethernet*, available at <http://www.ieee.org> (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.3cg, *IEEE Standard for Ethernet – Amendment 5, Physical Layer Specifications and Management Parameters for 10 Mb/s Operation and Associated Power Delivery over a Single Balanced Pair of Conductors* (disponible en anglais seulement)

ANSI/(NFPA) T3.5.29 R1-2007, *Fluid power systems and components – Electrically-controlled industrial valves – Interface dimensions for electrical connectors* (disponible en anglais seulement)

---

<sup>5</sup> Il existe une version consolidée de cette publication comprenant l'ISO/IEC 14763-2:2012 et l'ISO/IEC 14763-2:2012/AMD 1:2015.

### 3 Termes, définitions et abréviations

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l' IEC 61158 (toutes les parties), de l'IEC 61784 (toutes les parties), de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, de l'ISO/IEC 11801-1 et de l'ISO/IEC 11801-3, dont certains ont été repris ici pour des raisons pratiques pour l'utilisateur, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

##### 3.1.1

##### **essai de réception**

essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le câblage installé satisfait à certaines conditions de sa spécification

Note 1 à l'article: Le propriétaire du réseau ou un tiers effectue généralement cette action.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modifiée – "Entité" a été remplacé par "câblage" installé" et la Note 1 à l'article a été ajoutée]

##### 3.1.2

##### **élément de réseau actif**

élément de réseau contenant des composants actifs du point de vue électrique et/ou optique et permettant d'étendre le réseau

Note 1 à l'article: Les répéteurs et les commutateurs sont des exemples d'éléments de réseau actif.

##### 3.1.3

##### **réseau actif**

réseau dans lequel la transmission entre les dispositifs qui ne sont pas immédiatement connectés dépend des éléments actifs des dispositifs intercalés formant le chemin de connexion

Note 1 à l'article: La défaillance d'un élément de réseau actif peut interrompre les communications de réseau.

##### 3.1.4

##### **administration**

méthodologie définissant les exigences de documentation d'un système de câblage et son confinement, le libellé des éléments fonctionnels et le processus d'enregistrement des déplacements, des ajouts et des modifications

##### 3.1.5

##### **équipement**

une ou plusieurs parties d'équipement aux fonctions globales spécifiques et définies dans les locaux industriels servis par une ou plusieurs interfaces réseau

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique uniquement aux équipements informatiques. Elle ne s'applique pas aux dispositifs qui mettent en œuvre des fonctions d'automatisation.

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.6

#### **îlot d'automatisation**

##### **AI**

locaux dans lesquels une combinaison de tous les systèmes de contrôle, de surveillance et de traitement d'une usine sont installés

Note 1 à l'article: Une usine peut contenir un ou plusieurs îlots d'automatisation. Exemples d'usine contenant plusieurs îlots d'automatisation: une usine divisée en différentes zones (géographiques) physiques distinctes ou qui est composée de plusieurs processus différents ou qui comporte un grand processus divisé en sous-processus distincts.

### 3.1.7

#### **câblage de fixation d'îlot d'automatisation**

##### **câblage de fixation de l'AI**

câblage utilisé pour connecter la prise d'automatisation (AO) à l'interface réseau (NI) pour l'îlot d'automatisation

### 3.1.8

#### **réseau d'îlots d'automatisation**

réseau utilisé pour la communication des systèmes d'un îlot d'automatisation

### 3.1.9

#### **prise d'automatisation**

##### **AO**

matériel de connexion fixe qui assure l'interface avec le(s) réseau(x) d'un îlot d'automatisation

Note 1 à l'article: Pour le câblage générique conforme à l'ISO/IEC 11801-3, la prise d'automatisation remplace la prise de télécommunication et représente le point de démarcation entre le câblage générique de communication et le câblage de communication d'automatisation.

Note 2 à l'article: Si l'interface utilisée au niveau de la prise d'automatisation n'est pas conforme à celle spécifiée pour la prise de télécommunication de l'ISO/IEC 11801-3, le câblage générique n'est plus conforme à l'ISO/IEC 11801-3.

### 3.1.10

#### **câble symétrique**

câble constitué d'un ou plusieurs éléments de câble métalliques symétriques (paires torsadées ou quarts)

Note 1 à l'article: Il existe un large éventail de constructions de câbles blindés et de câbles non blindés, et un certain nombre de systèmes d'identification de ces constructions sous forme raccourcie. Voir l'Annexe D de l'ISO/IEC 11801-1:2017 pour connaître les acronymes à utiliser.

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.11

#### **mise au même potentiel**

action de relier ensemble des parties conductrices accessibles et les parties conductrices externes d'appareils, systèmes ou installations qui sont au même potentiel

Note 1 à l'article: Pour des raisons de sécurité, une liaison équipotentielle implique généralement (mais pas nécessairement) une connexion à l'installation de mise à la terre la plus proche.

[SOURCE: IEC TR 61000-5-2:1997, 3.1]

### 3.1.12

#### **pont**

dispositif fonctionnant au niveau de la couche de liaison de données du modèle OSI et utilisé pour connecter deux réseaux

### **3.1.13 cloison**

paroi ou barrière maintenant l'admission et la classification environnementale climatique applicable des deux côtés

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### **3.1.14 connecteur de cloison**

ensemble de connecteurs monté sur une cloison, qui offre un passage de signal électrique ou optique tout en préservant l'intégrité environnementale

### **3.1.15 connexion de cloison**

une (ou deux) connexion(s) optique(s) ou électrique(s) à l'intérieur d'un ensemble de connecteur de cloison

### **3.1.16 presse-étoupe de cloison**

matériel installé au niveau d'une cloison d'enveloppe permettant le passage des câbles d'alimentation ou d'interconnexion tout en préservant l'intégrité environnementale

Note 1 à l'article: Ce matériel ne dispose d'aucune connexion électrique.

### **3.1.17 bus**

réseau passif doté d'une grande jonction et d'un certain nombre de lignes secondaires utilisés pour connecter un dispositif à la ligne

Note 1 à l'article: Dans un bus, tous les dispositifs de communication partagent un support commun pour transférer les données.

### **3.1.18 barre omnibus**

conducteur de faible impédance auquel peuvent être reliés plusieurs circuits électriques en des points séparés

Note 1 à l'article: Dans de nombreux cas, une barre omnibus est constituée d'une barre.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-30]

### **3.1.19 câble**

assemblage d'un ou plusieurs conducteurs ou fibres optiques, muni d'une enveloppe protectrice et éventuellement de matériaux de remplissage, d'isolation et de protection

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-38]

### **3.1.20 presse-étoupe**

matériel conçu pour permettre l'entrée d'un câble dans une enveloppe et qui assure l'étanchéité et la retenue

[SOURCE: IEC 60670-1:2015, 3.10, modifiée – La définition a été adaptée pour tous les types de câbles]

### 3.1.21

#### **câblage**

système de câbles de communication, de cordons et de matériels de connexion pouvant assurer la connexion de l'équipement d'automatisation

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.22

#### **canal**

chemin de transmission de bout en bout connectant les deux éléments d'un équipement spécifique à l'application

Note 1 à l'article: Les cordons de l'équipement sont inclus dans le canal, mais pas le matériel de connexion de l'équipement spécifique à l'application.

Note 2 à l'article: Les canaux spécifiés dans le présent document peuvent uniquement comporter des composants passifs.

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.23

#### **maintenance conditionnée (conditionnelle)**

activité préventive reposant sur la documentation de dégradation de performances d'un élément (à la suite d'un autodiagnostic ou à une mesure de l'usure, par exemple)

Note 1 à l'article: Elle repose sur une visibilité correcte de la dégradation de performances ou des défaillances intermittentes.

### 3.1.24

#### **connexion (des connecteurs)**

contact électrique intentionnel entre deux conducteurs

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-07, modifiée – Le texte faisant référence aux conducteurs a été choisi]

### 3.1.25

#### **connexion (des fibres optiques)**

alignement intentionnel de fibres optiques afin de permettre à la lumière de passer

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-07, modifiée – Le texte a été adapté pour couvrir les fibres optiques.]

### 3.1.26

#### **connecteur**

<conducteurs> composant destiné à établir et à rompre une connexion

Note 1 à l'article: Le connecteur est une paire accouplée.

Note 2 à l'article: Un connecteur est muni d'un ou de plusieurs éléments de contact.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-19, modifiée – La définition a été adaptée et la Note 1 à l'article a été ajoutée]

### 3.1.27

#### **connecteur**

<fibres optiques> composant généralement associé au câble ou à l'élément optique d'un équipement afin d'établir/de rompre la connexion des fibres ou câbles optiques

Note 1 à l'article: Le connecteur est une paire accouplée.

Note 2 à l'article: En général, le connecteur est composé de deux fiches accouplées dans un adaptateur.



### 3.1.28

#### **cordon**

câble, unité de câble ou élément de câble équipé d'au moins une terminaison

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.29

#### **maintenance corrective**

maintenance effectuée après une détection de panne et destinée à mettre une entité dans un état lui permettant d'accomplir une fonction exigée

[SOURCE: IEC 60050-191:1990<sup>6</sup>, 191-07-08]

### 3.1.30

#### **guirlande**

bus dans lequel chaque interface de réseau passif connecte deux sections de jonction et assure un couplage en courant continu entre ces deux sections

Note 1 à l'article: L'une des sections peut être une terminaison de bus.

Note 2 à l'article: Concernant l'utilisation du terme "guirlande" pour le réseau actif, voir la définition donnée pour la topologie linéaire.

### 3.1.31

#### **dispositif**

entité physique connectée au bus de terrain, constituée d'un élément de communication et éventuellement d'autres éléments fonctionnels

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.13, modifiée – Certains détails ont été supprimés.]

### 3.1.32

#### **répartiteur**

élément fonctionnel activant la terminaison et la connexion des sous-systèmes de câblage avec d'autres sous-systèmes de câblage ou matériel de transmission

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.33

**terre** (nom), ("earth" au Royaume-Uni)

**masse** (nom), ("ground" aux États-Unis)

masse conductrice de la Terre dont le potentiel électrique en chaque point est considéré, par convention, égal à zéro

[SOURCE: IEC 61131-2:2017, 3.1.10]

### 3.1.34

**mettre à la terre** ("earth" au Royaume-Uni)

**mettre à la masse** ("ground" aux États-Unis)

réaliser une liaison électrique entre un point donné d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel et une terre locale

Note 1 à l'article: La liaison à la terre peut être intentionnelle, ou non intentionnelle ou accidentelle.

Note 2 à l'article: La liaison peut être permanente ou temporaire.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-08]

<sup>6</sup> Retirée.



### 3.1.35

#### **enveloppe**

enceinte assurant le type et le degré de protection approprié pour l'application prévue

[SOURCE: IEC 61131-2:2017, 3.1.13]

### 3.1.36

#### **liaison bout à bout**

##### **liaison E2E**

chemin de transmission bout à bout formé d'un câblage structuré reposant sur des composants passifs, y compris la partie de la connexion d'extrémité associée à la liaison et celle associée au matériel d'extrémité

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.37

#### **liaison équipotentielle**

mise en œuvre de liaisons électriques entre parties conductrices pour réaliser l'équipotentialité

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-10]

### 3.1.38

#### **réseau équipotentiel**

interconnexion de parties conductrices, permettant d'assurer une liaison équipotentielle entre ces parties

Note 1 à l'article: Si un réseau équipotentiel est mis à la terre, il fait partie d'une installation de mise à la terre.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-22]

### 3.1.39

#### **défaillance**

cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction exigée

Note 1 à l'article: Après défaillance d'une entité, cette entité est en état de panne.

Note 2 à l'article: Une défaillance est un passage d'un état à un autre, par opposition à une panne, qui est un état.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-04-01]

### 3.1.40

#### **panne**

état d'une entité inapte à accomplir une fonction exigée, non comprise l'inaptitude due à la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées ou due à un manque de moyens extérieurs

Note 1 à l'article: L'IEC 61508-4 définit une panne comme étant une condition anormale pouvant provoquer la réduction, ou la perte, de capacité d'une unité fonctionnelle à accomplir une fonction exigée.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-05-01, modifiée – La Note 1 à l'article a été changée et la Note 2 à l'article a été supprimée]

### 3.1.41

**mise à la terre pour des raisons fonctionnelles** (functional earth au Royaume-Uni)

**mise à la terre pour des raisons fonctionnelles** (functional ground aux États-Unis)

mise à la terre d'un ou de plusieurs points d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel, pour des raisons autres que la sécurité électrique

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-13]

**3.1.42**

**câble high-flex**

câble pouvant supporter un grand nombre de flexions répétées (généralement des millions de cycles) tout en conservant les performances spécifiées

**3.1.43**

**partie métallique inactive**

tout métal non conducteur qu'une personne peut toucher

**3.1.44**

**examen**

mesures pour l'observation et l'évaluation de la condition réelle

**3.1.45**

**câble intermédiaire**

câble reliant le distributeur intermédiaire et la prise de télécommunication

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

**3.1.46**

**distributeur intermédiaire**

distributeur permettant de relier le câble intermédiaire, d'autres sous-systèmes de câblage et le matériel actif

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

**3.1.47**

**distributeur industriel intermédiaire**

distributeur intermédiaire permettant de relier des îlots d'automatisation et/ou des appareils industriels

**3.1.48**

**prise**

**jack**

partie du connecteur qui s'accouple avec une fiche

Note 1 à l'article: Le présent document utilise le terme "prise" pour faire référence à un connecteur fixe.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-26-24, modifiée – Le texte a été adapté pour les applications d'automatisation et la Note 1 à l'article a été ajoutée]

**3.1.49**

**adaptateur prise-prise**

**adaptateur J-J**

prises dos à dos dont les deux côtés sont composés de deux types de prises différents, et qui ne sont pas installées sur une enveloppe/une barrière environnementale

**3.1.50**

**coupleur prise-prise**

**coupleur J-J**

prises dos à dos dont les deux côtés sont composés du même type de prise, et qui ne sont pas installées sur une enveloppe/une barrière environnementale

### 3.1.51

#### **topologie linéaire**

topologie dans laquelle les nœuds sont connectés en série, deux nœuds étant connectés à un seul autre nœud et tous les autres étant connectés à deux autres nœuds (en d'autres termes, la connexion forme une ligne)

Note 1 à l'article: Cette topologie correspond à celle d'un anneau ouvert.

### 3.1.52

#### **maintenance**

combinaison de toutes les actions techniques et leurs actions administratives correspondantes, y compris les opérations de surveillance, destinées à maintenir ou à remettre une entité dans un état lui permettant d'accomplir une fonction exigée

Note 1 à l'article: Voir "maintenance préventive" et "maintenance corrective" pour une définition plus détaillée de la maintenance.

Note 2 à l'article: La fonction exigée peut être définie comme étant une condition indiquée.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-01, modifiée – "et leurs actions administratives correspondantes" les deux notes à l'article ont été ajoutées]

### 3.1.53

#### **intervention de maintenance**

mesures de maintien de la condition spécifiée

### 3.1.54

#### **temps moyen entre défaillances**

##### **MTBF**

espérance mathématique du temps entre défaillances

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-12-08]

### 3.1.55

#### **moyenne de temps pour la tâche de réparation**

##### **MTTR**

espérance mathématique de la durée du temps de panne

Note 1 à l'article: Dans l'IEC 60050-191:1990, 191-13-08, l'utilisation du terme "durée moyenne de panne" (MTTR) est déconseillée.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-13-08]

### 3.1.56

#### **réseau**

tous les supports, connecteurs, répéteurs, routeurs, passerelles et éléments de communication du nœud associés permettant d'interconnecter un ensemble donné d'appareils de communication

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.30]

### 3.1.57

#### **nœud**

point limite d'une branche d'un réseau

### 3.1.58

#### **réseau passif**

réseau dans lequel la transmission de données ne dépend pas des éléments actifs qui lui sont associés

Note 1 à l'article: La défaillance d'un dispositif n'a aucun impact sur la propagation des informations.

### 3.1.59

#### **chemin**

parcours d'un câble permettant de connecter des câbles entre des points de raccordement

Note 1 à l'article: Le parcours d'un câble (conduit, gaines, coffre ou tube, par exemple) est défini par une structure physique.

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.60

#### **liaison permanente**

voie de transmission entre les distributeurs ou entre une prise de télécommunication/d'automatisation et le distributeur intermédiaire

Note 1 à l'article: Elle exclut les câbles de fixation du matériel, les câbles du matériel, les câbles de raccordement et les jarretières, mais inclut la connexion à chaque extrémité.

Note 2 à l'article: Il s'agit d'une modification apportée à la définition de l'ISO/IEC 11801 afin de pouvoir l'utiliser pour les profils de communication conformément à l'IEC 61784-5 (toutes les parties).

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.61

#### **fiche**

connecteur utilisé pour assurer les connexions avec une prise

Note 1 à l'article: Le présent document utilise le terme "prise" pour faire référence à un connecteur libre.

### 3.1.62

#### **maintenance préventive**

maintenance effectuée à intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'une entité

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-07]

### 3.1.63

#### **conducteur de terre de protection**

conducteur de protection prévu pour réaliser la mise à la terre de protection

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-11]

### 3.1.64

#### **quarte**

élément de câble composé de quatre conducteurs isolés les uns des autres et torsadés

Note 1 à l'article: Deux conducteurs diamétralement opposés forment une paire de transmission également appelée "circuit combinant".

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.65

#### **mise à la terre RC**

mise à la terre par l'intermédiaire d'un circuit RC parallèle

### 3.1.66

#### **récupération (d'une entité haute résilience)**

entité retrouvant son niveau spécifié de performances de communication et de résilience de panne après correction d'une panne

Note 1 à l'article: Les réseaux haute disponibilité permettent de poursuivre une communication acceptable après une panne, voire plusieurs pannes.

**3.1.67****réparer**

prendre des mesures pour le rétablissement de la condition spécifiée

**3.1.68****répéteur**

appareil de couche physique actif à deux accès qui reçoit et réémet tous les signaux pour accroître la distance et le nombre d'appareils auxquels les signaux peuvent être correctement transférés pour un support donné

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.38]

**3.1.69****résistance de mise à la terre**

partie réelle de l'impédance de mise à la terre

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-18]

**3.1.70****restauration**

état dans lequel un réseau de communication retrouve son niveau de résilience et de redondance

**3.1.71****anneau**

réseau actif dans lequel chaque nœud est connecté en série à deux autres nœuds

**3.1.72****entretien systématique**

activité préventive (selon le temps ou le nombre d'actions) réalisée selon un échéancier préalablement défini ou des unités d'utilisation (nombre de démarrages, par exemple)

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-10, modifiée – La définition a été adaptée et une référence aux unités d'utilisation a été ajoutée]

**3.1.73****segment**

section de câbles verticaux d'un réseau terminé aux deux extrémités par son impédance caractéristique

Note 1 à l'article: Les segments sont liés par des répéteurs au sein d'une liaison logique et par des ponts afin de former un réseau.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.39 modifiée – La définition et la note à l'article ont été adaptées]

**3.1.74**

**blindage (d'un câble), États-Unis**

**écran (d'un câble), Royaume-Uni**

couche métallique enveloppante visant à confiner le champ électromagnétique dans le câble et à protéger le câble des influences électriques externes

Note 1 à l'article: Les gaines et armatures métalliques ainsi que les conducteurs concentriques mis à la terre peuvent également servir de blindage.

Note 2 à l'article: Pour le câblage générique des locaux industriels, l'ISO/IEC 11801-3 utilise le terme "écran" au lieu de "blindage".

Note 3 à l'article: Voir également la Note 1 à l'article de la définition du terme "câble symétrique".

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.41 modifiée – La définition a été adaptée et le terme "écran" a été ajouté. Les Notes 2 et 3 à l'article ont été ajoutées]

### 3.1.75

#### **épissure (optique ou de conducteur électrique)**

raccord permanent ou semi-permanent destiné à assurer la continuité de la transmission entre deux fibres optiques ou de faire la jonction entre deux conducteurs électriques

Note 1 à l'article: Jonction sans connecteurs.

### 3.1.76

#### **ligne secondaire**

dérivation (c'est-à-dire une connexion à une ligne plus importante en un point donné sur son itinéraire) qui constitue un circuit terminal

Note 1 à l'article: Le terme "câble de dérivation" est utilisé dans l'IEC 61158.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.42]

### 3.1.77

#### **étoile**

réseau composé d'au moins trois dispositifs, chacun étant connecté à un point central (qui peut être actif ou passif)

### 3.1.78

#### **prise**

point de liaison d'un nœud ou d'une ligne secondaire au câble de ligne principale

Note 1 à l'article: Une prise permet de retirer un nœud sans interrompre la liaison.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.3.34]

### 3.1.79

#### **prise de télécommunication**

#### **TO**

dispositif de connexion fixe qui assure l'interface avec l'équipement terminal

[SOURCE: Cette source n'existe que dans la langue anglaise.]

### 3.1.80

#### **terminaison**

#### **terminateur**

entité utilisée pour terminer une ligne de transmission dans son impédance caractéristique afin d'éviter les reflets

Note 1 à l'article: Dans certains cas, la terminaison peut être intégrée dans une station d'extrémité ou un connecteur.

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.43, modifiée – La définition et la Note 1 à l'article ont été modifiées]

### 3.1.81

#### **topologie (de réseau)**

configuration des positions relatives et des interconnexions des éléments individuels (du réseau)

Note 1 à l'article: Le terme "topologie" est parfois surchargé pour inclure des considérations liées au délai, à l'affaiblissement et aux classes de support physique des chemins interconnectant les nœuds de réseau.

[SOURCE: IEC 60050-131:2002, 131-13-02, modifiée – Le texte a été adapté pour les réseaux de communication et une Note 1 à l'article a été ajoutée]

### **3.1.82**

#### **dépannage**

localisation du/des défaut(s)

### **3.1.83**

#### **ligne principale**

principal bus de communication agissant comme source d'alimentation principale pour un certain nombre d'autres lignes (secondaires)

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.46]

### **3.1.84**

#### **validation**

partie de l'essai de réception résolue par des mesures

### **3.1.85**

#### **vérification**

action d'évaluer la conformité d'une installation à sa spécification

Note 1 à l'article: En général, l'installateur réalise cette action.

Note 2 à l'article: En principe, il s'agit de vérifier que les bons composants ont été sélectionnés, la vérification de la configuration physique, de la mise à la terre de communication, de l'isolation et de la continuité des composants de réseau.

### **3.1.86**

#### **schéma de câblage**

mapping de connexions de sortie broche à broche d'un câble

### **3.1.87**

#### **câble symétrique à 1 paire**

câble constitué d'une seule paire de conducteurs, d'un écran éventuel et d'une gaine extérieure, principalement destiné à être utilisé dans des applications de transmission de signaux en mode différentiel et de transmission de puissance

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.2]

### **3.1.88**

#### **câblage symétrique à 1 paire**

câblage composé de câbles symétriques à 1 paire et de connecteurs symétriques à 1 paire

### **3.1.89**

#### **canal de câblage symétrique à 1 paire**

trajet de transmission entre équipements constitué de câbles symétriques à 1 paire, de connecteurs symétriques à 1 paire et de câbles symétriques à 1 paire assemblés pour faciliter la transmission de signaux et de puissance

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, 3.1.14]

### **3.1.90**

#### **connecteur symétrique à 1 paire**

connecteur destiné à être utilisé avec un câble symétrique à 1 paire dans des applications de transmission de signaux en mode différentiel et de transmission de puissance

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.3]

### 3.1.91

#### **cordon symétrique à 1 paire**

câble assemblé constitué d'un câble à 1 paire et de connecteurs à 1 paire

[SOURCE: ISO/IEC TR 11801-9906:2020, 3.1.4]

### 3.1.92

#### **distributeur de périphérie**

distributeur supplémentaire optionnel permettant d'accueillir des équipements actifs pour assurer la transition d'un câblage symétrique à 4 paires à un câblage symétrique à 1 paire

[SOURCE: ISO/IEC 11801-3:2017/AMD1:2021, 3.1.15]

## 3.2 Abréviations

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes s'appliquent

|        |                                                                                                                |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CA     | Courant alternatif                                                                                             |
| A.I.   | Action item (Élément d'action)                                                                                 |
| AI     | Automation island (Îlot d'automatisation)                                                                      |
| AO     | Automation outlet (Prise d'automatisation)                                                                     |
| AWG    | American wire gauge (norme américaine des dimensions de fils)                                                  |
| BD     | Building distributor (distributeur de bâtiment) (ISO/IEC 11801-1)                                              |
| BER    | Bit error rate (Taux d'erreurs sur les éléments binaires)                                                      |
| BFOC   | Bayonet fibre optic connector (Connecteur à fibres optiques à baïonnette)                                      |
| BNC    | Bayonet Neill Concelman (Connecteur pour câble coaxial doté d'un corps en baïonnette)                          |
| CBN    | Common bonding network (Réseau équipotentiel commun)                                                           |
| CP     | Communication profile (Profil de communication) (IEC 61784-1)                                                  |
| CPF    | Communication profile family (Famille de profils de communication) (IEC 61784-1)                               |
| CC     | Courant continu                                                                                                |
| DCR    | Direct current resistance (Résistance en courant continu)                                                      |
| ED     | Edge distributor (distributeur de périphérie)                                                                  |
| EFT    | Electrical fast transient (Transitoire électrique rapide)                                                      |
| EFT/B  | Electrical fast transient/burst (Transitoire/salve électrique rapide) (IEC 61000-4-4)                          |
| ELFEXT | Equal level far-end crosstalk (Télédiaphonie de niveau égal)                                                   |
| ELTCTL | Equal level transverse conversion transfer loss (Perte de transfert de conversion transversale de niveau égal) |
| CEM    | Comptabilité électromagnétique (IEC 60050-161, 161-01-07)                                                      |
| EMI    | Electromagnetic interference (Brouillage électromagnétique) (IEC 60050-161, 161-01-06)                         |
| ESD    | Electrical static discharge (Décharge électrique statique)                                                     |
| E2E    | End-to-end (bout à bout)                                                                                       |
| FD     | Floor distributor (Distributeur d'étage) (ISO/IEC 11801-1)                                                     |
| FE     | Terre fonctionnelle                                                                                            |
| ffs    | For further study (Pour étude ultérieure [pas d'abréviation])                                                  |
| FI     | Fieldbus interface (Interface de bus de terrain)                                                               |



|          |                                                                                                                                                                                    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FOC      | Fibre optical connector (Connecteur à fibres optiques)                                                                                                                             |
| F-SMA    | Fibre sub miniature version A (Connecteur à fibres optiques version A) (IEC 61754-22)                                                                                              |
| HP       | Horse power (Cheval-vapeur)                                                                                                                                                        |
| ID       | Intermediate distributor (Distributeur intermédiaire)                                                                                                                              |
| IDC      | Insulation displacement contact (Contact autodénudant)                                                                                                                             |
| IID      | Industrial intermediate distributor (Distributeur intermédiaire industriel)                                                                                                        |
| IP       | International protection (Protection internationale) (IEC 60529)                                                                                                                   |
| J-J      | Jack-to-jack (Prise-prise)                                                                                                                                                         |
| kbit/s   | Mille bits par seconde                                                                                                                                                             |
| LC       | Connecteur à fibres optiques conforme à l'IEC 61754-20                                                                                                                             |
| BT       | Basse tension                                                                                                                                                                      |
| Max.     | Maximum                                                                                                                                                                            |
| Mbit/s   | Million de bits par seconde                                                                                                                                                        |
| MD       | Machine distributor (Distributeur de machine) (ISO/IEC 11801-1)                                                                                                                    |
| MDI      | Medium dependent interface (Interface dépendant du support) (IEEE 803.2)                                                                                                           |
| MDIX     | Medium dependent crossover interface (Interface de transition dépendant du support) (IEEE 803.2)                                                                                   |
| MHT      | Moyenne haute tension                                                                                                                                                              |
| MICE     | Mechanical, ingress, climatic and chemical, electromagnetic (Caractéristiques mécaniques, indice de protection, environnement et comportement électromagnétique) (ISO/IEC 11801-1) |
| Min.     | Minimum                                                                                                                                                                            |
| MTBF     | Mean time between failures (Temps moyen entre défaillances)                                                                                                                        |
| MTTR     | Mean time to repair (Durée moyenne de panne) (utilisation déconseillée dans l'IEC 60050-191:1990, 191-13-08) et remplacée par "Moyenne de temps pour la tâche de réparation"       |
| N        | Neutre                                                                                                                                                                             |
| NA       | Numerical aperture (Ouverture numérique) (IEC 60793 (toutes les parties))                                                                                                          |
| na       | not available (non disponible)                                                                                                                                                     |
| NEXT     | Near end crosstalk loss (Paradiaphonie)                                                                                                                                            |
| NI       | Network interface (Interface réseau) (ISO/IEC 11801-3)                                                                                                                             |
| N°       | Numéro                                                                                                                                                                             |
| FO       | Fibre optique                                                                                                                                                                      |
| OMx      | Catégorie de fibres optiques multimodales câblées x; où x=1, 2, 3, 4                                                                                                               |
| OSx      | Catégorie de fibres optiques unimodales câblées x; où x=1, 1a, 2                                                                                                                   |
| PE       | Conducteur de mise à la terre de protection (IEC 60050-195:1998, 195-02-11)                                                                                                        |
| PHY      | couche PHYsique                                                                                                                                                                    |
| P&ID     | Pipe and instrumentation diagram (Schéma de construction)                                                                                                                          |
| PMA      | Physical medium attachment (Raccordement au support physique) (IEEE 803.2)                                                                                                         |
| PoE      | Power over Ethernet (Alimentation par un câble réseau)                                                                                                                             |
| POF      | Plastic optical fibre (Fibre optique plastique)                                                                                                                                    |
| PSELFEXT | Power sum equal-level far-end crosstalk loss (Télédiaphonie cumulée)                                                                                                               |

|       |                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| RC    | Résistance-capacité (circuit)                                                        |
| Rep   | Répéteur                                                                             |
| SC    | Connecteur à fibres optiques conforme à l'IEC 61754-4                                |
| SC-RJ | Connecteur à fibres optiques conforme à l'IEC 61754-24                               |
| TCL   | Transverse conversion loss (Perte de conversion transversale)                        |
| TNC   | Threaded Neill Concelman (Neill Concelman fileté) (version fileté du connecteur BNC) |
| TO    | Telecommunication outlet (Prise de télécommunication)                                |
| UV    | Ultraviolet                                                                          |
| Var.  | Variante                                                                             |

### 3.3 Conventions relatives aux profils d'installation

Les conventions relatives aux profils d'installation sont présentées dans l'IEC 61784-5 (toutes les parties).

## 4 Planification de l'installation

### 4.1 Généralités

#### 4.1.1 Objectif

L'Article 4 traite le projet de câblage et les infrastructures connexes visant à prendre en charge les réseaux de communication utilisés entre et à l'intérieur des îlots d'automatisation dans les locaux industriels.

#### 4.1.2 Câblage dans les locaux industriels

Le câblage peut notamment comprendre:

- le câblage de communication d'automatisation utilisé dans ou entre les AI (voir les profils de communication de l'IEC 61784-1 ou l'IEC 61784-2) et dans les profils d'installation correspondants de l'IEC 61784-5 (toutes les parties), cela inclut les câblages symétriques à 1 paire spécifiés à l'Annexe Q;
- le câblage de télécommunication générique pour les locaux industriels spécifiés dans l'ISO/IEC 11801-3 (voir l'Annexe A);
- les éléments de câblage générique modifiés pour satisfaire aux besoins de câblage de communication d'automatisation dans un AI conformément aux profils d'installation de l'IEC 61784-5 (toutes les parties);
- le câblage de fixation de l'appareil entre la TO et l'AI, conformément à l'ISO/IEC 11801-3 concernant la connexion et au présent document concernant les câbles;
- le câblage de fixation de l'AI entre l'AO et l'AI, conformément au présent document et au(x) profil(s) d'installation correspondant(s) de l'IEC 61784-5 (toutes les parties).

L'ISO/IEC 11801-3 spécifie la structure de câblage générique connectée à un AI lorsque l'interface TO permet la connexion d'une large gamme d'équipements de mise en réseau.

En cas de connexion désignée entre un câblage générique et un câblage de communication d'automatisation au sein d'un AI, une prise d'automatisation spécifiée dans le présent document peut remplacer la prise de télécommunication (voir la Figure 3). Le câblage industriel peut comprendre un distributeur de périphérie permettant d'accueillir du matériel actif pour assurer la transition d'un câblage symétrique à 4 paires à un câblage symétrique à 1 paire.

Un AI peut contenir (voir la Figure 4)

- un ou plusieurs appareils d'automatisation industrielle conformes aux exigences de câblage générique,
- une ou plusieurs applications d'automatisation industrielle mises en œuvre avec un réseau d'AI utilisant un câblage Ethernet (ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021 et IEEE Std 802.3cg) et non Ethernet conforme à l'IEC 61784-1 ou à l'IEC 61784-2.

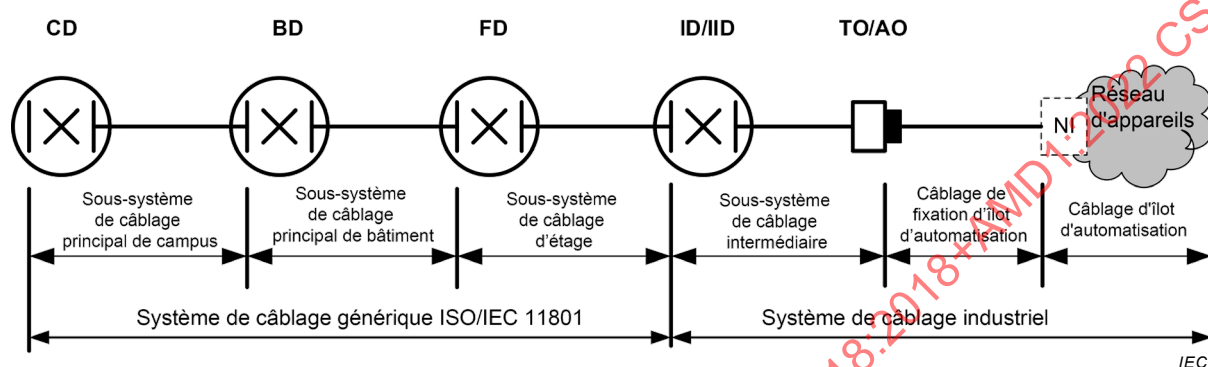


**Figure 3 – Câblage d'îlot d'automatisation fixé à des éléments de câblage générique**

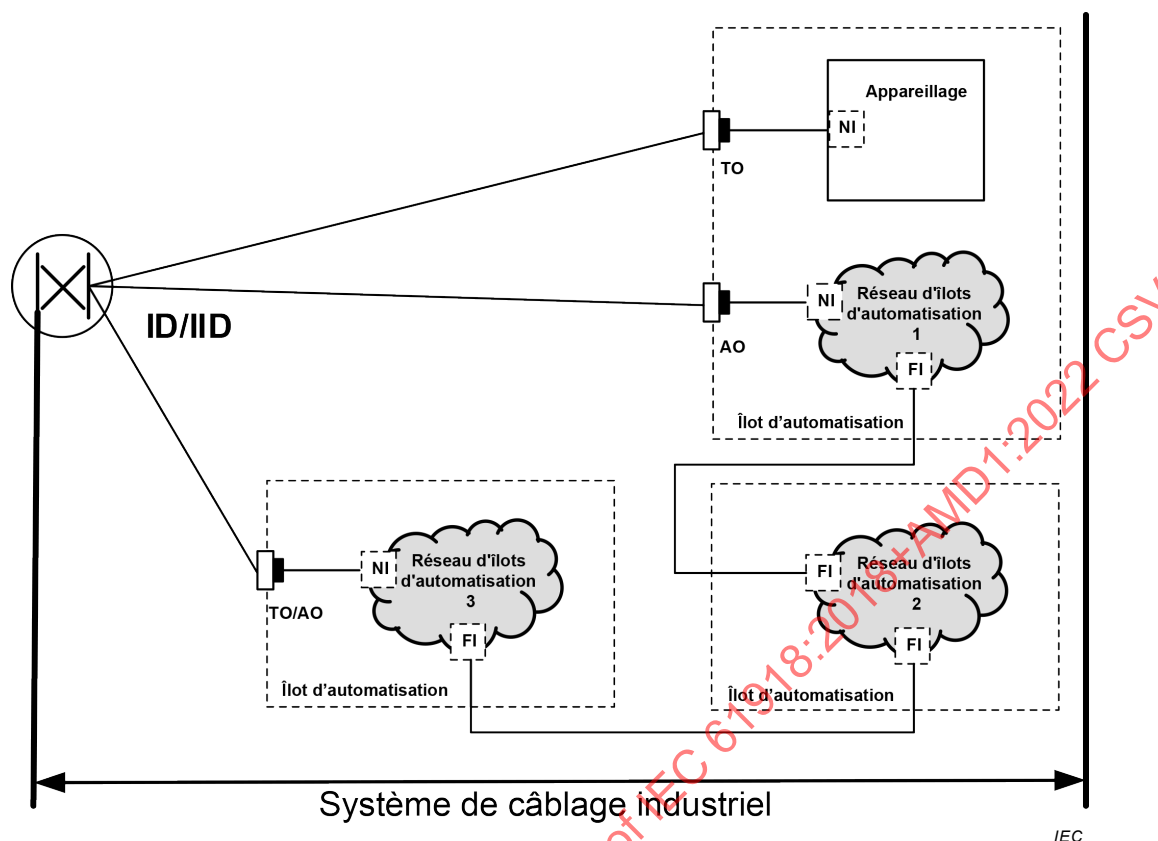


**Figure 4 – Îlots d'automatisation**

Le réseau d'AI et le câblage générique peuvent être connectés grâce à un convertisseur/adaptateur approprié (voir la Figure 5), alors que des AI peuvent être connectés en connectant un ou plusieurs bus de terrain (définis dans les profils d'installation de l'IEC 61784-5 (toutes les parties)) et des convertisseurs/adaptateurs appropriés ou par l'intermédiaire du câblage générique (voir la Figure 4).

En général, les convertisseurs/adaptateurs (des routeurs, des ponts et des passerelles, par exemple) doivent être utilisés pour assurer la conversion physique et la transformation de protocole entre les différents bus de terrain, comme indiqué dans les profils d'installation CP correspondants. Si les deux interfaces interconnectées (interface réseau et interface de bus de terrain) comportent des spécifications correspondantes, la fonction de convertisseur/adaptateur peut s'avérer inutile.

Si l'interconnexion entre les AI passe par le répartiteur intermédiaire/répartiteur industriel intermédiaire (ID/IID de la Figure 4), il revient au planificateur de vérifier l'aptitude du câblage générique à prendre en charge les exigences d'installation des réseaux de communication définis dans le présent document. Dans ce cas, les performances du canal doivent être satisfaites entre l>ID/IID et l'interface réseau (à l'exclusion de l'interface de connecteur au niveau de l'interface réseau).

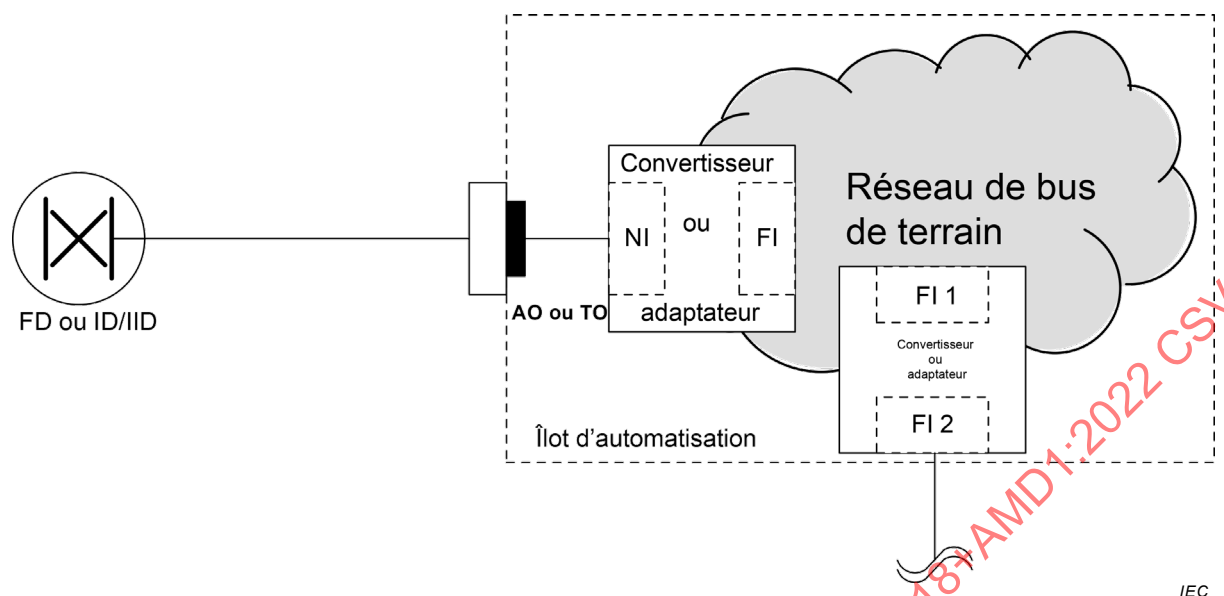


**Figure 5 – Connexions externes du réseau d'îlots d'automatisation**

#### 4.1.3 Processus de planification

La planification de la communication d'un système d'automatisation relève de la responsabilité (voir l'Annexe L) du concepteur de réseaux de bâtiment, du concepteur d'automatisation et/ou du concepteur de machines.

L'entrée du projet d'installation dépend du type d'application d'automatisation industrielle. Cette entrée est composée des exigences de conception générale, des manuels d'exploitation des machines ou des schémas de construction (P&ID) des installations de processus.

Cette entrée est composée des exigences de conception générale, des manuels d'exploitation des machines ou des schémas de construction (P&ID) des installations de processus conformément à l'IEC 62708.

Le projet d'installation de réseaux de communication industrielle suit trois étapes fondamentales.

L'étape 1 porte sur les facteurs spécifiques à l'installation suivants (voir 4.2):

- **sûreté**
  - les solutions doivent satisfaire aux réglementations locales et nationales existantes. Dans ces conditions, les exigences de sécurité spécifiées dans l'IEC 61010-2-201 peuvent être prises en compte ;
  - si un réseau de communication est doté de terminaux et de fils aisément accessibles, il convient d'appliquer l'IEC 60364-4-41 relative à la protection contre les chocs électriques et aux exigences de comptabilité électromagnétique ;
  - le réseau de sécurité intrinsèque est hors du domaine d'application du présent document, mais il peut être abordé dans les profils d'installation CP (IEC 61784-5 (toutes les parties)).
- **sécurité;**
- **environnement**
  - il est recommandé d'utiliser la méthodologie MICE (Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical, and Electromagnetic) pour décrire les performances environnementales (voir 4.2.3) ;

- les sites industriels se caractérisent par la présence de réseaux d'alimentation basse tension (BT) et moyenne et haute tension (MHT) à proximité du réseau de communication. L'influence RF des émetteurs de grande puissance avoisinants (les émetteurs de télévision, par exemple) doit être prise en compte ;
- compatibilité électromagnétique.

L'étape 2 concerne les capacités des différents réseaux de communication (voir 4.3) :

- topologies;
- caractéristiques du réseau.

L'étape 3 concerne la sélection et l'utilisation des composants de câblage à la suite des étapes 1 et 2 (voir 4.4).

Le processus de planification décrit en 4.2, 4.3 et 4.4 permet de produire la documentation de planification de câblage décrite en 4.5, qui doit comprendre :

- a) une déclaration, signée par le planificateur responsable, expliquant dans quelle mesure l'installation prévue satisfait aux exigences de sûreté et de sécurité et aux conditions environnementales (brouillage mécanique, liquide, particulaire, climatique, chimique et électromagnétique) et intégrant tous les documents nécessaires (plans et listes, par exemple) pour l'installation résultant de l'étape 1 ;
- b) une documentation relative à la topologie de réseau planifiée, aux caractéristiques, à l'extension physique et aux performances de transmission résultant de l'étape 2 ;
- c) les spécifications de composant, dans lesquelles la conformité des données constitutives aux exigences du réseau planifié (sécurité de fonctionnement et électrique, conditions environnementales et exigences de compatibilité électromagnétique) est documentée à la suite de l'étape 3 ;
- d) une table de comparaison des valeurs de performances nominales et réelles du réseau.

#### **4.1.4 Exigences spécifiques pour les CP**

Des informations supplémentaires relatives à un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

#### **4.1.5 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

### **4.2 Exigences de planification**

#### **4.2.1 Sûreté**

##### **4.2.1.1 Généralités**

Le planificateur doit prendre en considération les réglementations en matière de sécurité des réseaux de communication, en accordant une attention particulière au montage, au câblage, à la vérification et à la validation.

Le planificateur doit inclure toutes les exigences applicables en matière de sécurité dans la documentation de planification du câblage.

##### **4.2.1.2 Sécurité électrique**

La bonne mise en œuvre des exigences du présent document implique la conformité des installations électriques aux normes pertinentes de l'IEC 60364 (toutes les parties), IEC 61010-2-201, IEC 61010-2-203 ou aux réglementations locales et nationales, comme exigé.

#### **4.2.1.3 Sécurité fonctionnelle**

Si des communications numériques participent à une ou plusieurs fonctions de sécurité, il convient que l'intégrité du système de communication soit suffisante (en tenant compte du matériel, du logiciel et de l'environnement spécifié) pour satisfaire aux exigences d'intégrité de sécurité de toutes les fonctions de sécurité.

Par exemple, le câblage utilisé pour prendre en charge les systèmes instrumentés de sécurité peut exiger une installation particulière (une mise à l'écart totale de tous les autres câblages, par exemple) et un étiquetage (une couleur particulière pour le conduit, par exemple) afin de satisfaire aux exigences d'intégrité améliorée.

Les exigences d'intégrité de sécurité peuvent comporter des mesures particulières applicables à plusieurs phases du cycle de vie du support de communication associé (voir les parties relatives à la technologie de l'IEC 61784-3 (toutes les parties) et/ou IEC 61784-5). Le planificateur doit appliquer ces mesures particulières.

#### **4.2.1.4 Sécurité intrinsèque**

Le cas échéant, le planificateur doit planifier le réseau conformément aux normes de sécurité intrinsèque applicables, à l'IEC 61158-2 et aux profils de communication applicables de l'IEC 61784-1.

#### **4.2.1.5 Sécurité des systèmes de communication par fibres optiques**

Le câblage par fibres optiques doit être planifié conformément aux exigences de sécurité de l'IEC 60825-2 ou aux réglementations locales.

#### **4.2.2 Sécurité**

Si des réseaux de communication conformes à l'IEC 62443 sont planifiés, le planificateur doit appliquer toutes les exigences de sécurité supplémentaires.

EXEMPLE Il est souvent demandé d'utiliser une protection supplémentaire contre la manipulation mécanique et les émissions électromagnétiques.

La nature universelle du câblage générique engendre des problèmes de sécurité supplémentaires, le câblage pouvant être utilisé pour fournir des applications gérées par différents groupes dans les locaux industriels. Par exemple, outre les connexions aux AI, un câblage générique peut assurer des services de téléphonie de base et des services de contrôle de la technologie d'informations et des bâtiments. La prévention des interruptions accidentelles de l'un de ces services exige une considération particulière.

La sécurité physique exige l'application des exigences décrites en 4.4.9.1, 4.4.9.6, 4.4.11 et 5.2.1.2.

#### **4.2.3 Considérations environnementales et compatibilité électromagnétique**

##### **4.2.3.1 Méthodologie de description**

Le planificateur doit décrire précisément l'environnement de base pour la sélection des composants et les exigences relatives aux mesures d'atténuation des impacts.

L'ISO/IEC 11801-1 applique une analyse environnementale appelée classification « MICE ». Cette approche est recommandée pour tous les profils de communication, étant donné qu'elle permet au planificateur de décrire précisément et sans équivoque les conditions environnementales.

L'utilisation de cette approche est expliquée ici et à l'Annexe B à l'intention du planificateur et de l'installateur.

NOTE 1 Le système de classification MICE de l'ISO/IEC 11801-1 n'est pas une spécification d'essai du composant.

NOTE 2 Le système de classification MICE de l'ISO/IEC 11801-1 ne remplace pas les normes nationales et internationales existantes.

NOTE 3 Les normes nationales et internationales existantes relatives aux composants contiennent les exigences d'essai et les plans de qualification du produit.

#### 4.2.3.2 Utilisation de l'environnement décrit pour produire une nomenclature

Le planificateur doit produire une nomenclature des composants satisfaisant à l'environnement ciblé en suivant la procédure ci-après.

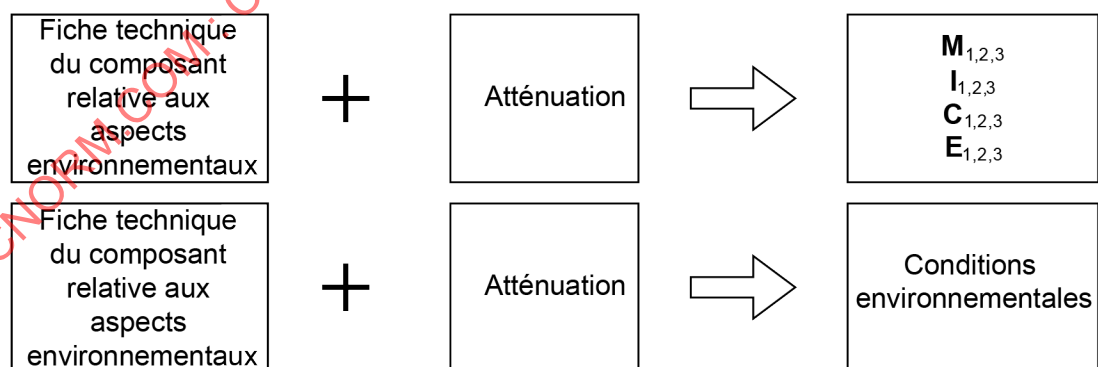
- Établir les conditions environnementales ambiantes pour chaque région différente de l'espace d'application (à côté de la machine, dans la salle de commande ou entre elles, par exemple).
- Définir les composants constituant le système de communication, y compris leurs spécifications environnementales.
- Définir la réduction supplémentaire des risques pour rapprocher les spécifications de composant(s) et l'environnement ciblé, si le composant ne satisfait pas à l'environnement ciblé.

Le planificateur doit décrire l'environnement à l'aide des tables MICE (offrant une classification précise de l'environnement) ou par une méthodologie équivalente. Le planificateur doit répondre aux exigences environnementales en spécifiant une combinaison de sélection de composants et de techniques d'atténuation à appliquer (voir la Figure 6).

Les produits (les enveloppes, par exemple), nécessaires à l'atténuation, doivent également être inclus dans la nomenclature.

La compatibilité des composants peut être satisfaite en combinant les trois méthodes ci-dessous :

- isolation en fonction de l'installation (protection avec enveloppe, par exemple) ;
- séparation (séparation physique des autres composants, par exemple) ;
- amélioration du composant (amélioration de la conception des paramètres du composant en ajoutant, par exemple, un blindage de câble ou un blindage externe). Le fournisseur du matériel peut améliorer les composants en limitant les exigences d'installation.



IEC

**Figure 6 – Comment satisfaire aux conditions environnementales**

La Figure 7 montre dans quelle mesure les trois méthodes (isolation, séparation et amélioration) coopèrent pour apporter une solution rentable et réalisable d'un point de vue technique pour une application donnée en matière d'environnement. Des exemples d'utilisation du concept MICE sont donnés à l'Annexe B, où la signification des indices 1, 2, 3 est expliquée.



Lorsque le planificateur consulte le fabricant de l'appareil et du câblage, il doit tenir compte des lignes directrices fournies en B.6 pour bien choisir l'appareil et le câblage en fonction du brouillage électromagnétique de l'environnement de l'installation à l'étude.

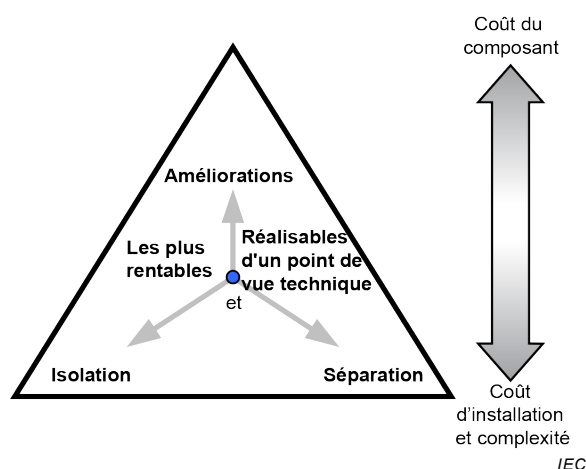


**Figure 7 – Comment les travaux d'amélioration, d'isolation et de séparation fonctionnent ensemble**

#### **4.2.4 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3**

Voir l'ISO/IEC 14763-2.

### **4.3 Capacités du réseau**

#### **4.3.1 Topologie du réseau**

##### **4.3.1.1 Description commune**

Il existe deux thèmes fondamentaux pour les réseaux d'AI industriels.

- a) Topologie physique du réseau de communication, du point de vue de la composition physique.

Ci-après les topologies physiques de base d'un réseau sont divisées en deux groupes:

- topologie physique des réseaux passifs;
- topologie physique des réseaux actifs.

- b) Topologie logique du réseau de communication, du point de vue de la diffusion des informations. Cela est hors du domaine d'application du présent document et peut être couvert par l'IEC 61784-1 et l'IEC 61784-2.

NOTE 1 Par exemple, pour distinguer les topologies physique et logique, un planificateur peut sélectionner une étoile physique à installer afin de prendre en charge une topologie en anneau logique.

Le planificateur doit choisir la topologie physique la plus appropriée sur la base des exigences en matière d'application (voir également l'Annexe C) et en fonction des topologies qui sont spécifiées pour le CP particulier. Les topologies de base définies en 4.3.1.2 et en 4.3.1.3, ainsi que leurs combinaisons (voir 4.3.1.4) sont les topologies physiques appropriées pour les réseaux d'AI.

NOTE 2 Tous les bus de terrain ne prennent pas en charge toutes les topologies de base et leurs combinaisons.

##### **4.3.1.2 Topologies physiques de base des réseaux passifs**

Les topologies physiques de base d'un réseau passif, représentées à la Figure 8, se présentent comme suit.

- Bus
- Étoile

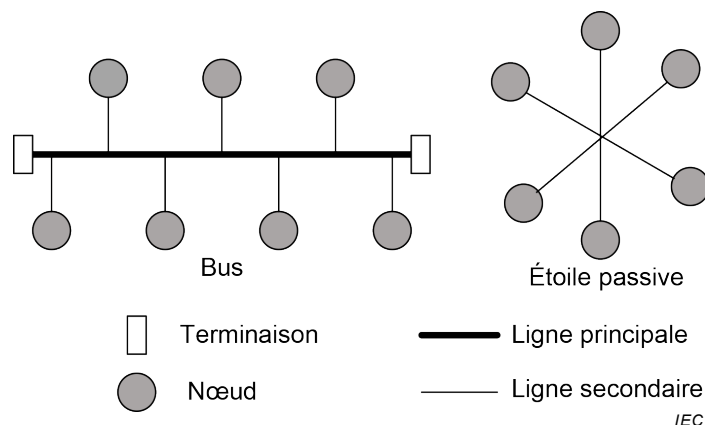


**Figure 8 – Topologies physiques de base des réseaux passifs**

#### 4.3.1.3 Topologies physiques de base des réseaux actifs

Les topologies physiques de base des réseaux actifs, représentées à la Figure 9, se présentent comme suit.

- Étoile
- Anneau
- Linéaire

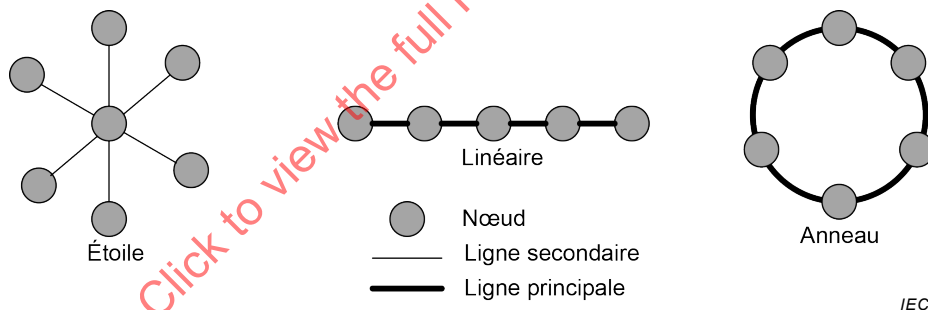


**Figure 9 – Topologies physiques de base des réseaux actifs**

#### 4.3.1.4 Combinaison de topologies de base

Les combinaisons de topologies de base sont admises et sont définies dans le profil d'installation CP.

La Figure 10 donne un exemple de configuration commune de deux segments de bus passifs interconnectés par un répéteur de bus actif.

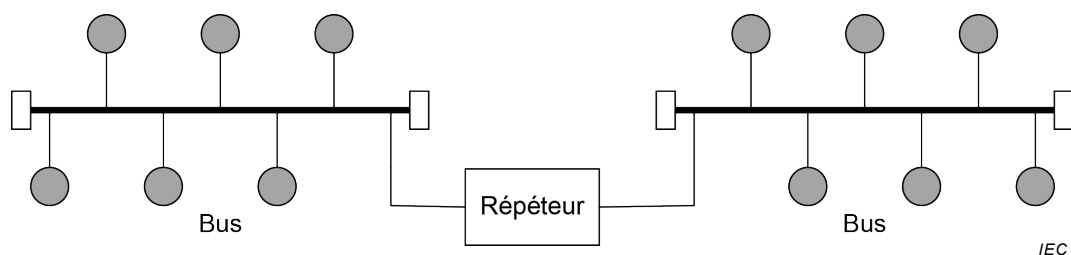


Figure 10 – Exemple de combinaison de topologies de base

#### 4.3.1.5 Exigences spécifiques pour les CP

Des informations supplémentaires relatives aux exigences topologiques d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

#### 4.3.1.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/IEC 11801-3

Les canaux de câblage générique conformes à l'ISO/IEC 11801-3 peuvent constituer des éléments de réseaux décrits de 4.3.1.2 à 4.3.1.5. Des restrictions particulières sont détaillées dans l'ISO/IEC 11801-3 et peuvent être étendues ou modifiées par le profil d'installation respectif.

### 4.3.2 Caractéristiques du réseau

#### 4.3.2.1 Généralités

Il est de pratique habituelle de placer un réseau d'AI industriel dans un sous-réseau lorsqu'un grand nombre de dispositifs doivent être connectés.

Chaque spécification de réseau est composée des caractéristiques de base suivantes:

- vitesses de transfert;
- type de support et performances;
- nombre maximal de dispositifs (nœuds), y compris les répéteurs par segment;
- nombre maximal de dispositifs (nœuds), y compris les répéteurs par réseau;
- nombre maximal de répéteurs (qui connectent les segments);
- longueur maximale de segment.

NOTE Les vitesses de transfert peuvent être exprimées en capacité de largeur de bande ou en débits de transmission effectifs des données à l'aide des méthodes de modulation et de codage d'une technologie de bus de terrain particulière. Les exigences de valeurs de débit de données effectives peuvent également inclure des déclarations de valeurs maximales acceptables pour le taux d'erreurs sur les bits et la salve d'erreurs (comme en 23.9 de l'IEC 61158-2:2014 et l'Annexe K, par exemple).

Les types de supports comprennent le câblage à fibres optiques, le câblage symétrique (4 paires, 2 paires, 1 paire), la liaison sans fil et d'autres types de supports spécifiques au CP. L'installation des réseaux sans fil ne relève pas du domaine d'application du présent document. Il convient que la sélection des technologies des supports physiques s'accompagne de considérations architecturales, en tenant compte de la topologie du réseau, des caractéristiques du réseau, ainsi que de la propagation et de l'agrégation des données dans l'ensemble du réseau.

La fibre optique est généralement recommandée lorsqu'une grande largeur de bande est nécessaire ou lorsqu'une grande intégrité des données est exigée. Si la transmission de puissance est exigée ou si la largeur de bande ou la longueur est réduite par rapport à la fibre optique, il est recommandé d'utiliser un câblage filaire. Les câbles à 4 paires sont surtout recommandés pour la connexion de l'équipement de commande et d'automatisation. Les

câbles à 1 paire (voir Annexe Q) sont essentiellement limités à la connexion de l'équipement de commande et d'automatisation avec les dispositifs de terrain.

Il convient que le planificateur tienne compte des performances du brouillage électromagnétique au moment de choisir les types de câbles et les espacements par rapport aux types de conducteurs. Dans la pratique, la nécessité de réduire le brouillage électromagnétique équivaut à augmenter l'espacement, ce qui peut générer des coûts d'installation. Le fait de ne pas tenir compte des performances et de l'atténuation du brouillage électromagnétique peut engendrer des zones à forte perturbation dans le réseau.

Des mesures comparatives (non blindé/blindé) ont montré que des constructions blindées appliquées conformément aux spécifications des fabricants peuvent assurer un niveau élevé de protection contre le brouillage électromagnétique.

#### 4.3.2.2 Caractéristiques du réseau pour un câblage à paires symétriques ne reposant pas sur Ethernet

Concernant le câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet, le planificateur doit s'appuyer sur les caractéristiques de base du réseau définies dans le profil d'installation respectif conformément aux modèles donnés au Tableau 1.

**Tableau 1 – Caractéristiques de base du réseau pour le câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet**

| Caractéristique                            | CP x/y                       |
|--------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Technologie de transmission de base</b> |                              |
| <b>Longueur/Vitesse de transmission</b>    | <b>Longueur du segment m</b> |
| 9 kbit/s à 33 kbit/s                       |                              |
| 33 kbit/s à 93 kbit/s                      |                              |
| 125 kbit/s                                 |                              |
| 187 kbit/s                                 |                              |
| 250 kbit/s                                 |                              |
| 500 kbit/s                                 |                              |
| 1,5 Mbit/s                                 |                              |
| 2 Mbit/s                                   |                              |
| 3 Mbit/s, 6 Mbit/s, 12 Mbit/s              |                              |
| 5 Mbit/s                                   |                              |
| 8 Mbit/s                                   |                              |
| 16 Mbit/s                                  |                              |
| <b>Capacité maximale</b>                   | <b>Nb. max.</b>              |
| Dispositifs/segment                        |                              |
| Dispositifs/réseau                         |                              |

#### 4.3.2.3 Caractéristiques du réseau pour un câblage symétrique reposant sur Ethernet

Concernant le câblage symétrique reposant sur Ethernet, le planificateur doit s'appuyer sur les caractéristiques de base du réseau définies dans le profil d'installation respectif conformément au modèle donné au Tableau 2.

NOTE La lettre X dans le Tableau 2 fait référence à l'Annexe X du profil d'installation lorsque le profil est spécifié.

**Tableau 2 – Caractéristiques de base du réseau  
pour le câblage symétrique reposant sur Ethernet**

| Caractéristique                                                                                                                                                                                                                 | CP x/y |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Vitesses de transmission prises en charge (Mbit/s)                                                                                                                                                                              |        |
| Longueur de canal prise en charge (m) <sup>b</sup>                                                                                                                                                                              |        |
| Nombre de connexions dans le canal (max.) <sup>a b</sup>                                                                                                                                                                        |        |
| Longueur du câble de raccordement (m) <sup>a</sup>                                                                                                                                                                              |        |
| Classe de canal conformément à l'ISO/IEC 11801-3 (min.) <sup>b</sup>                                                                                                                                                            |        |
| Catégorie de câble conformément à l'ISO/IEC 11801-3 (min.) <sup>c</sup>                                                                                                                                                         |        |
| Catégorie de matériel de connexion conformément à l'ISO/IEC 11801-3 (min.)                                                                                                                                                      |        |
| Types de câble                                                                                                                                                                                                                  |        |
| <sup>a</sup> Voir X. 4.4.3.2.<br><sup>b</sup> Pour les besoins du présent tableau, les définitions de canal de l'ISO/IEC 11801-3 s'appliquent.<br><sup>c</sup> Pour plus d'informations, voir l'IEC 61156 (toutes les parties). |        |

Pour les réseaux symétriques à 1 paire, les exigences spécifiées à l'Annexe Q s'appliquent.

#### 4.3.2.4 Caractéristiques du réseau pour un câblage à fibres optiques

Concernant le câblage à fibres optiques, le planificateur doit s'appuyer sur les caractéristiques de base du réseau pour chaque longueur d'onde définie dans le profil d'installation respectif conformément aux modèles donnés au Tableau 3 et aux conditions ci-après.

Pour les besoins du présent document, la perte d'insertion du canal et le bilan de puissance optique sont considérés comme étant équivalents. Le matériel de connexion utilisé pour le câblage à fibres optiques est tel que spécifié en X.4.4.2.5 du profil d'installation correspondant.

NOTE La lettre X fait référence à l'Annexe X du profil d'installation dans laquelle le profil est spécifié.