

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 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 Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - 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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XG

ICS 22.060; 25.040.40; 33.180; 35.110

ISBN 978-2-8322-1916-4

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	10
INTRODUCTION.....	12
1 Scope.....	15
2 Normative references	15
3 Terms, definitions, and abbreviated terms	18
3.1 Terms and definitions	18
3.2 Abbreviated terms	26
3.3 Conventions for installation profiles	27
4 Installation planning	27
4.1 Introduction	27
4.1.1 Objective	27
4.1.2 Cabling in industrial premises	28
4.1.3 The planning process	30
4.1.4 Specific requirements for CPs	31
4.1.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702	31
4.2 Planning requirements.....	31
4.2.1 Safety.....	31
4.2.2 Security.....	32
4.2.3 Environmental considerations and EMC.....	32
4.2.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702	33
4.3 Network capabilities	33
4.3.1 Network topology.....	33
4.3.2 Network characteristics	35
4.4 Selection and use of cabling components	39
4.4.1 Cable selection.....	39
4.4.2 Connecting hardware selection.....	42
4.4.3 Connections within a channel/permanent link	44
4.4.4 Terminators	49
4.4.5 Device location and connection	49
4.4.6 Coding and labelling	50
4.4.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shielded cabling	50
4.4.8 Storage and transportation of cables	58
4.4.9 Routing of cables.....	59
4.4.10 Separation of circuits.....	60
4.4.11 Mechanical protection of cabling components	61
4.4.12 Installation in special areas	62
4.5 Cabling planning documentation.....	62
4.5.1 Common description	62
4.5.2 Cabling planning documentation for CPs	62
4.5.3 Network certification documentation	63
4.5.4 Cabling planning documentation for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702	63
4.6 Verification of cabling planning specification	63
5 Installation implementation	63

5.1	General requirements	63
5.1.1	Common description	63
5.1.2	Installation of CPs	63
5.1.3	Installation of generic cabling in industrial premises	63
5.2	Cable installation	63
5.2.1	General requirements for all cabling types	63
5.2.2	Installation and routing	69
5.2.3	Specific requirements for CPs	71
5.2.4	Specific requirements for wireless installation	71
5.2.5	Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702	71
5.3	Connector installation	71
5.3.1	Common description	71
5.3.2	Shielded connectors	71
5.3.3	Unshielded connectors	72
5.3.4	Specific requirements for CPs	72
5.3.5	Specific requirements for wireless installation	72
5.3.6	Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702	72
5.4	Terminator installation	72
5.4.1	Common description	72
5.4.2	Specific requirements for CPs	72
5.5	Device installation	72
5.5.1	Common description	72
5.5.2	Specific requirements for CPs	73
5.6	Coding and labelling	73
5.6.1	Common description	73
5.6.2	Specific requirements for CPs	73
5.7	Earthing and bonding of equipment and devices and shield cabling	73
5.7.1	Common description	73
5.7.2	Bonding and earthing of enclosures and pathways	73
5.7.3	Earthing methods	75
5.7.4	Shield earthing methods	76
5.7.5	Specific requirements for CPs	78
5.7.6	Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702	78
5.8	As-implemented cabling documentation	78
6	Installation verification and installation acceptance test	79
6.1	Introduction	79
6.2	Installation verification	79
6.2.1	General	79
6.2.2	Verification according to cabling planning documentation	79
6.2.3	Verification of earthing and bonding	81
6.2.4	Verification of shield earthing	82
6.2.5	Verification of cabling system	82
6.2.6	Cable selection verification	82
6.2.7	Connector verification	82
6.2.8	Connection verification	83
6.2.9	Terminators verification	84

6.2.10	Coding and labelling verification	85
6.2.11	Verification report	85
6.3	Installation acceptance test	85
6.3.1	General	85
6.3.2	Acceptance test of Ethernet based cabling	87
6.3.3	Acceptance test of non Ethernet based cabling	89
6.3.4	Specific requirements for wireless installation	90
6.3.5	Acceptance test report	90
7	Installation administration	90
7.1	General	90
7.2	Fields covered by the administration	90
7.3	Basic principles for the administration system	91
7.4	Working procedures	91
7.5	Device location labelling	91
7.6	Component cabling labelling	92
7.7	Documentation	92
7.8	Specific requirements for administration	93
8	Installation maintenance and installation troubleshooting	93
8.1	General	93
8.2	Maintenance	94
8.2.1	Scheduled maintenance	94
8.2.2	Condition-based maintenance	95
8.2.3	Corrective maintenance	96
8.3	Troubleshooting	96
8.3.1	General description	96
8.3.2	Evaluation of the problem	96
8.3.3	Typical problems	97
8.3.4	Troubleshooting procedure	99
8.3.5	Simplified troubleshooting procedure	100
8.4	Specific requirements for maintenance and troubleshooting	101
Annex A (informative)	Introduction to generic cabling for industrial premises	102
Annex B (informative)	MICE description methodology	103
B.1	General	103
B.2	Introduction to MICE	103
B.3	Examples of use of the MICE concept	104
B.3.1	Common description	104
B.3.2	Examples of mitigation	105
B.4	Determining E classification	106
B.5	The MICE table	108
Annex C (informative)	Network topologies	111
C.1	Common description	111
C.2	Total cable demand	111
C.3	Maximum cable segment length	111
C.4	Maximum network length	111
C.5	Fault tolerance	111
C.5.1	General	111
C.5.2	Use of redundancy	111

C.5.3 Failure analysis for networks with redundancy	111
C.6 Network access for diagnosis convenience	112
C.7 Maintainability and on-line additions	112
Annex D (informative) Connector table	113
Annex E (informative) Power networks with respect to electromagnetic interference – TN-C and TN-S approaches	118
Annex F (informative) Conversion table mm ² to AWG	120
Annex G (informative) Installed cabling verification checklists	121
G.1 Introduction	121
G.2 Copper cabling verification checklist	121
G.3 Optical fibre cabling verification checklist	124
Annex H (informative) Connector/cable pinning	125
H.1 Introduction	125
H.2 Constructing cord sets	125
H.2.1 Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors	124
H.2.2 Crossover cord sets with M12-4 D-coding connectors	124
H.2.3 Straight through cord sets with 8-way modular connectors	125
H.2.4 Crossover cord sets with 8-way modular connector	126
H.2.5 Straight conversion from one connector family to another	127
H.2.6 Crossover conversion from one connector family to another	128
Annex I (informative) Guidance for terminating cable ends	129
I.1 Introduction	129
I.2 Guidance for terminating shielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs	129
I.3 Guidance for terminating unshielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs	131
I.4 Guidance for M12-4 D-coding connector installation	132
I.5 Guidance for terminating optical fibre cable ends	135
Annex J (informative) Recommendations for bulkhead connection performance and channel performance with more than 4 connections in the channel	136
J.1 Introduction	136
J.2 Recommendations	136
Annex K (informative) Fieldbus data transfer testing	137
K.1 Background	137
K.2 Allowable error rates for control systems	137
K.2.1 Bit errors	137
K.2.2 Burst errors	137
K.3 Testing channel performance	138
K.4 Testing cable parameters	138
K.4.1 General	138
K.4.2 Generic cable testing	138
K.4.3 Fieldbus cable testing	138
K.5 Testing fieldbus data rate performance	139
K.5.1 General	139
K.5.2 Fieldbus test	139
K.5.3 Planning for fieldbus data rate testing	139
K.5.4 Fieldbus data rate test reporting template	140

K.5.5 Values for acceptable fieldbus performance.....	140
Annex L (informative) Communication network installation work responsibility	141
L.1 Introduction	141
L.2 Installation work responsibility	141
L.3 Installation work responsibility table	141
Annex M (informative) Trade names of communication profiles	142
Annex N (informative) Validation measurements	144
N.1 General	144
N.2 DCR measurements	144
N.2.1 Purpose of test	144
N.2.2 Assumptions	144
N.2.3 Measurements	144
N.2.4 Calculations	146
N.2.5 Measurement results	146
Bibliography.....	150
Figure 1 – Industrial network installation life cycle	13
Figure 2 – Standards relationships.....	14
Figure 3 – Structure of generic cabling connected to an automation island	28
Figure 4 – Automation island cabling attached to elements of generic cabling.....	29
Figure 5 – Automation islands.....	29
Figure 6 – Automation island network external connections	30
Figure 7 – How to meet environmental conditions.....	33
Figure 8 – How enhancement, isolation and separation work together	33
Figure 9 – Basic physical topologies for passive networks	34
Figure 10 – Basic physical topologies for active networks	34
Figure 11 – Example of combination of basic topologies	35
Figure 12 – Basic reference implementation model	45
Figure 13 – Enhanced reference implementation model	46
Figure 14 – Selection of the earthing and bonding systems.....	53
Figure 15 – Wiring for bonding and earthing in a mesh equipotential configuration	55
Figure 16 – Wiring of the earths in a star earth configuration	56
Figure 17 – Schematic diagram of a field device with direct earthing.....	57
Figure 18 – Schematic diagram of a field device with parallel RC circuit earthing.....	57
Figure 19 – Insert edge protector.....	65
Figure 20 – Use an uncoiling device and avoid forming loop	65
Figure 21 – Avoid torsion	66
Figure 22 – Maintain minimum bending radius	66
Figure 23 – Do not pull by the individual wires	67
Figure 24 – Use cable clamps with a large (wide) surface	67
Figure 25 – Cable gland with bending protection.....	67
Figure 26 – Spiral tube	68
Figure 27 – Separate cable pathways	70
Figure 28 – Surface preparation for electromechanical earth and bonding connections.....	74

Figure 29 – Use of flexible bonding straps at movable metallic pathways	74
Figure 30 – Example of isolated bus bar	75
Figure 31 – Example of isolator for mounting DIN rails	75
Figure 32 – Parallel RC shield earthing	76
Figure 33 – Direct shield earthing	77
Figure 34 – Examples for shielding application	77
Figure 35 – First example of derivatives of shield earthing	78
Figure 36 – Second example of derivatives of shield earthing	78
Figure 37 – Installation verification process	80
Figure 38 – Test of earthing connections	81
Figure 39 – 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	84
Figure 40 – Two pair 8-way modular connector	84
Figure 41 – Transposed pairs, split pairs and reversed pair	84
Figure 42 – Validation process	86
Figure 43 – Schematic representation of the channel	87
Figure 44 – Schematic representation of the permanent link	87
Figure 45 – Communication network maintenance	95
Figure 46 – Troubleshooting procedure	100
Figure 47 – Fault detection without special tools	101
Figure B.1 – MICE classifications	103
Figure B.2 – Example MICE areas within a facility	104
Figure B.3 – Enhancement, isolation and separation	104
Figure B.4 – Example 1 of mitigation	105
Figure B.5 – Example 2 of mitigation	106
Figure B.6 – Frequency range of electromagnetic disturbance from common industrial devices	106
Figure B.7 – Example of a general guidance for separation versus EFT value	108
Figure E.1 – Four-wire power network (TN-C)	118
Figure E.2 – Five wire power network (TN-S)	119
Figure H.1 – Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors	125
Figure H.2 – Crossover cord sets with M12-4 D-coding connectors	126
Figure H.3 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors	126
Figure H.4 – Crossover cord sets with 8-way modular connector	127
Figure H.5 – Conversion from M12-4 to 8-way modular connector	128
Figure H.6 – M12-4 to 8-way modular connector crossover cable	128
Figure I.1 – Stripping the cable jacket	129
Figure I.2 – Example of wire preparation for type A cables	130
Figure I.3 – 8-way modular plug	130
Figure I.4 – Inserting the cable into the connector body	131
Figure I.5 – Crimping the connector	131
Figure I.6 – Example of a cable preparation for type A wiring	132
Figure I.7 – Connector components	133
Figure I.8 – Cable preparation	133

Figure I.9 – Connector wire gland, nut and shell on the cable	133
Figure I.10 – Conductors preparation	133
Figure I.11 – Jacket removal	133
Figure I.12 – Shield preparation	134
Figure I.13 – Conductors preparation	134
Figure I.14 – Installing conductors in connector	134
Figure I.15 – Assembling the body of the connector	134
Figure I.16 – Final assembling	135
Figure N.1 – Loop resistance measurement wire to wire	145
Figure N.2 – Loop resistance measurement wire 1 to shield	145
Figure N.3 – Loop resistance measurement wire 2 to shield	145
Figure N.4 – Resistance measurement for detecting wire shorts	145
Figure N.5 – Resistance measurement between wire 1 and wire 2	146
Figure N.6 – Validation of the cable DCR	147
Figure N.7 – Conclusions for cable open or shorts	148
Figure N.8 – Determination of proper cable terminator value	149
Table 1 – Basic network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet	36
Table 2 – Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet	37
Table 3 – Network characteristics for optical fibre cabling	38
Table 4 – Information relevant to copper cable: fixed cables	40
Table 5 – Information relevant to copper cable: cords	40
Table 6 – Information relevant to optical fibre cables	41
Table 7 – Connectors for balanced cabling CPs based on Ethernet	43
Table 8 – Connectors for copper cabling CPs not based on Ethernet	43
Table 9 – Optical fibre connecting hardware	44
Table 10 – Basic reference implementation equations	45
Table 11 – Enhanced reference implementation equations	47
Table 12 – Correction factor Z for operating temperature above 20°C	47
Table 13 – Equalisation and earthing conductor sizing and length	52
Table 14 – Bonding straps cross-section	54
Table 15 – Bonding plates surface protection	54
Table 16 – Cable circuit types and minimum distances	61
Table 17 – Parameters for balanced cables	64
Table 18 – Parameters for silica optical fibre cables	64
Table 19 – Parameters for POF optical fibre cables	64
Table 20 – Parameters for hard cladded silica optical fibre cables	64
Table 21 – Typical problems in a network with balanced cabling	97
Table 22 – Typical problems in a network with fibre optic cabling	98
Table B.1 – Example 1 of targeted MICE area	105
Table B.2 – Example 2 of targeted MICE area	105
Table B.3 – Relationship between electromagnetic disturbance generating devices and “E” classification	107
Table B.4 – Coupling mechanism for each of the interfering devices	107

Table B.5 – MICE definition	109
Table D.1 – Conventions for colour code used in the connector table	113
Table D.2 – Connector table	114
Table F.1 – Approximate conversion table for commonly used wire gauge	120
Table G.1 – Copper cabling verification checklist	121
Table G.2 – Earthing and bonding measurements checklist	122
Table G.3 – Signatures for Table G.1 and Table G.2 checklists	122
Table G.4 – Checklist for special checks for non-Ethernet-based CPs	123
Table G.5 – Signatures for Table G.4 checklist	123
Table G.6 – Optical fibre cabling verification checklist	124
Table G.7 – Signatures for Table G.6 checklist	124
Table H.1 – M12-4 D-coding pin/pair assignment	125
Table H.2 – M12 to M12 crossover pin/pair assignment	126
Table H.3 – 8-way modular connector pin/pair assignment	127
Table H.4 – 8-way modular crossover pin/pair assignment	127
Table H.5 – Connectivity pin assignment	128
Table H.6 – M12 to 8-way modular crossover pin/pair assignment	128
Table J.1 – Transmission requirements for more than 4 connections in a channel	136
Table M.1 – Trade names of CPFs and CPs	142

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, 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 should be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability should 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 should not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

This bilingual version (2014-11) corresponds to the English version, published in 2007-12.

This standard is to be used in conjunction with the IEC 61784-5 series with regard to the installation of communication profiles (CPs). This standard is to be used in conjunction with ISO/IEC 14763-2 with regard to the installation of generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702.

NOTE For further information, see the Introduction.

This standard was developed in cooperation with ISO/IEC JTC1/SC25 which is responsible for ISO/IEC 24702.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
65C/467/FDIS	65C/478/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<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.

The contents of the corrigendum of February 2009 have been included in this copy.

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 are increasingly relying 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. As a result the integration of field generated data with higher-level management systems can produce reduction in production costs while maintaining or increasing quantity and quality of production. A correct network installation is an important prerequisite for communications availability and performance. This requires proper consideration of important aspects of industrial automation sites such as topologies, climatic conditions, vibrations, chemical pollution, EMC, functional safety.

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

ISO/IEC 24702 specifies design of generic telecommunications infrastructures within industrial premises and provides the foundations for some of the transmission performance specifications of this standard. ISO/IEC 24702 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.

IEC 61158 fieldbus standard and its companion standard IEC 61784 (including parts 1, 2, 3, 4 and relevant subparts) jointly specify several 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 standard provides a consistent set of installation rules for both the generic cabling (of the telecommunication infrastructures) and the fieldbuses in industrial premises. 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 creates a risk that communication system may not work properly.

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

This standard provides a common point of reference for the installation of the media of most used industrial communication networks for most industrial sites. The standard covers the life cycle of an installation in the following clauses (see the map of the standard 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 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.



For each communication system, this standard is to be used in conjunction with the relevant installation profile that establishes which selections, additions and replacements of the subclauses of this standard apply.

As regards the communication profiles (CPs) of the communication profile families (CPF) defined in IEC 61784 series, the relevant installation profiles are available in IEC 61784-5-x series, where x is the number of CPF x. IEC/TR 61158-1 describes the relationship between the fieldbus and the CPs and the relevant installation profiles (see Figure 2).

For the installation of generic cabling, this standard is to be used in conjunction with ISO/IEC 14763-2 (see Figure 2).

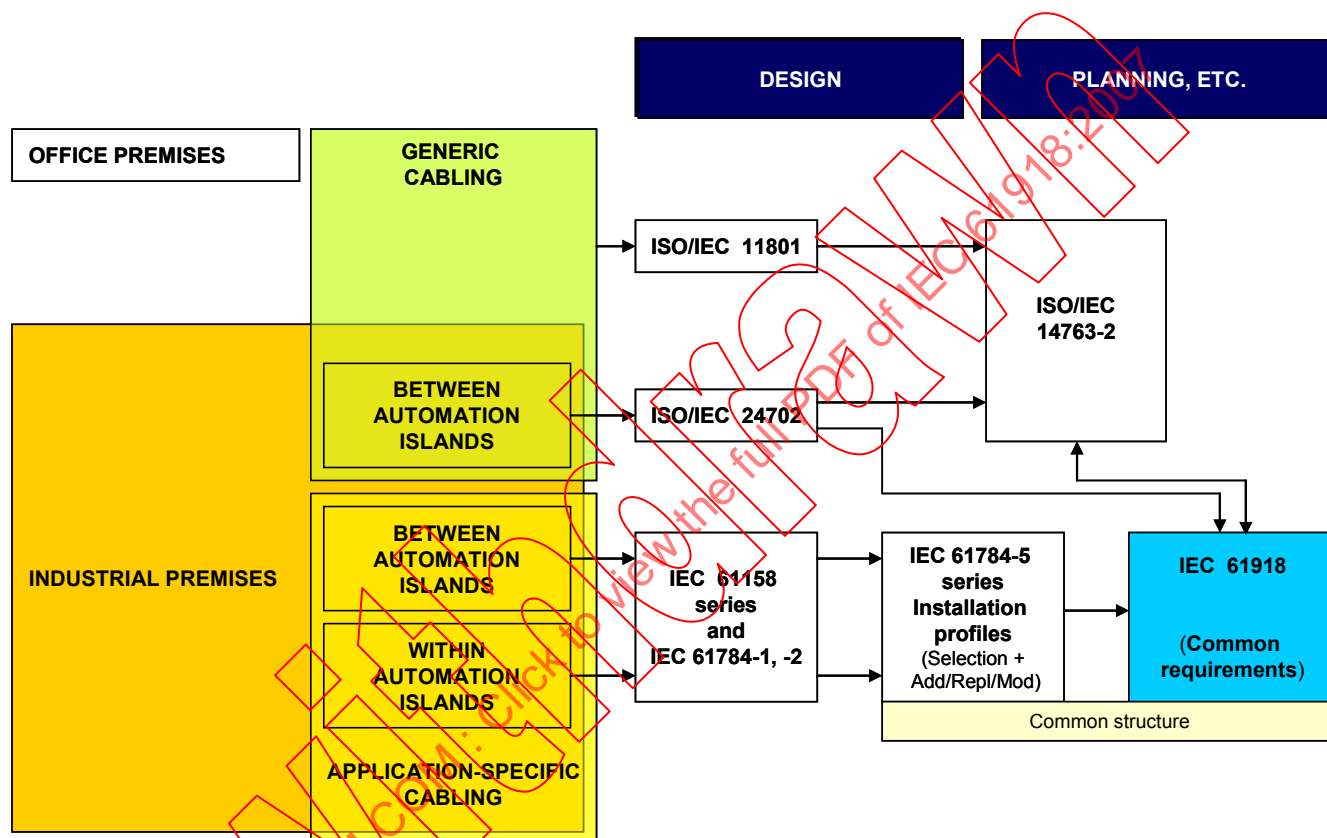


Figure 2 – Standards relationships

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –

Installation of communication networks in industrial premises

1 Scope

This International Standard specifies basic requirements for the installation of media for communication networks in industrial premises and within and between the automation islands, of industrial sites. This standard 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 series.

This standard is a companion standard to the communication networks of the industrial automation islands and especially to the communication networks specified in the IEC 61158 series and the IEC 61784 series. In addition, this standard covers:

- the installation of generic telecommunication cabling for industrial premises as specified in ISO/IEC 24702;
- the connection between the generic telecommunications cabling specified in ISO/IEC 24702 and the specific communication cabling of an automation island, where an automation outlet (AO) replaces the telecommunication outlet (TO) of ISO/IEC 24702.

NOTE If the interface used at the AO does not conform to that specified for the TO of ISO/IEC 24702, the cabling no longer conforms to ISO/IEC 24702 although certain features, including performance, of generic cabling may be retained.

This standard provides guidelines that cope with the critical aspects of the industrial automation area (topologies, climatic conditions, vibrations, chemical pollution, EMC, functional safety, security, etc.).

This standard 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 referenced documents are indispensable for the application 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 60079-14, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

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, *Electrical installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

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

IEC 60603-7 (all subparts), *Connectors for frequencies below 3 MHz for use with printed boards – Part 7: Detail specification for connectors, 8-way, including fixed and free connectors with common mating features, with assessed quality*

IEC 60757, *Code for designation of colours*

IEC 60793 (all parts), *Optical 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 60874-10 (all subparts), *Connectors for optical fibres and cables – Part 10: Detail specification for fibre optic connector type BFOC/2,5 terminated to multimode fibre type A1*

IEC 60874-14 (all subparts), *Connectors for optical fibres and cables – Part 14: Detail specification for fibre optic connector type SC/PC standard terminated to multimode fibre type A1a, A1b*

IEC 60947-5-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*

IEC 60950-1:2005, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 61076-2-101, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Detail specification for circular connectors M12 with screw-locking¹*

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/PAS 61076-3-117, *Connectors for electronic equipment - Product requirements – Part 3-117: Rectangular connectors – Protective housings for use with 8-way shielded and unshielded connectors for frequencies up to 600 MHz for industrial environments incorporating IEC 60603-7*

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

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

IEC 61754-4, *Fibre optic connector interfaces – Part 4: Type SC connector family*

IEC 61754-20, *Fibre optic connector interfaces – Part 20: Type LC connector family*

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

¹ To be published.

IEC 61784-1, *Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*

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

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

IEC 61784-4, *Industrial communication networks – Profiles – Part 4: Profiles for secure communications in industrial networks (in preparation)*

IEC 61784-5 series, *Industrial communication networks – Profiles –*

Part 5-2: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 2

Part 5-3: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 3

Part 5-6: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 6

Part 5-10: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 10

Part 5-11: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 11

IEC 61935-1:2005, *Testing of balanced communication cabling in accordance with ISO/IEC 11801 – Part 1: Installed cabling*

IEC 62439, *Industrial communication networks – High availability automation networks*¹

IEC 62443, *Security for industrial process measurement and control – Network and system security (in preparation)*

ISO/IEC 8802-3, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*

ISO/IEC 11801:2002, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

ISO/IEC 14763-1, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 1: Administration*

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

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

ISO/IEC 18010, *Information technology – Pathways and spaces for customer premises cabling*

ISO/IEC 24702:2006, *Information technology – Generic cabling – Industrial premises*

EN 50377-6-1, *Connector sets and interconnect components to be used in optical fibre communication systems, Product specifications, Part 6-1: Type SC-RJ terminated on IEC 60793-2 category A1a and A1b multimode fibre*

EN 122120, *Sectional specification: Radio frequency coaxial connectors series TNC*

ANSI/NFPA T3.5.29 R1-2003, *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 contained in the IEC 61158 series, the IEC 61784 series, ISO/IEC 8802-3, ISO/IEC 11801, and ISO/IEC 24702, some of which have been repeated here for convenience, and the following terms and definitions apply.

NOTE Some terms and definitions in ISO/IEC 11801 have been modified in ISO/IEC 24702. In such cases, the latter publication takes precedence.

3.1.1

acceptance test

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

NOTE The network owner or a third party usually performs this action.

[IEV 151-16-23, modified]

3.1.2

active network element

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

NOTE 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 A failure of an active network element may 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

[ISO/IEC 11801, 3.1.1]

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

[ISO/IEC 24702, 3.1.1]

NOTE This definition applies only to IT equipment. It does not apply to automation devices.

3.1.6

automation island

AI

combination of all systems that control, monitor, and protect the process of a plant

NOTE 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 network

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

NOTE A plant may contain one or more AIs. Examples of cases where there are more than one AI are: when a plant is divided in various distinct physical (geographical) areas, or when a plant is composed of several distinct processes.

3.1.8

automation outlet

AO

fixed connecting hardware where the AI network terminates, that provides the interface at which an industrial communication device is connected to the installed cabling.

NOTE 1 For generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702, the AO replaces the TO and is the demarcation point between the generic communications cabling and the automation specific cabling.

NOTE 2 Where the interface used at the AO does not conform to that specified for the TO of ISO/IEC 24702 the generic cabling no longer conforms to ISO/IEC 24702.

3.1.9

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

[IEC 61000-5-2, 3.1]

3.1.10

bridge

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

3.1.11

bulkhead

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

[ISO/IEC 24702, 3.1.4]

3.1.12

bulkhead connection (copper)

assembly of two back-to-back connections separated by a bulkhead

NOTE This definition is in accordance with the definition of connection in ISO/IEC 11801.

3.1.13

bulkhead connection (optical fibre)

a fibre adapter that is mounted to a bulkhead

3.1.14

bulkhead cable gland

hardware at an enclosure bulkhead that provides cable passage for power or signals

NOTE This hardware has no electrical connections.

3.1.15

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 In a bus all the communicating devices share a common medium to transfer data.

3.1.16

cable gland

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

[IEC 60670-1, 3.10, modified]

3.1.17

cabling

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

[ISO/IEC 11801, 3.1.11, modified]

3.1.18

channel

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

NOTE 1 Equipment cords are included in the channel, but not the connecting hardware into the application specific equipment.

NOTE 2 This is a modification to the definition of ISO/IEC 24702 in order to allow it be used for the CPs in accordance with IEC 61784-5 series.

[ISO/IEC 24702, 3.1.5, modified]

3.1.19

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 It is based on a proper visibility of performance degradation or intermittent failures.

3.1.20

connection (of conductors)

intentional electric contact between conductors

[IEV 151-12-07, modified]

3.1.21

connection (of optical fibres)

intentional physical contact between optical fibres to allow light to pass through

[IEV 151-12-07, modified]

3.1.22

connector (for conductors)

component providing conductor connection and disconnection

NOTE 1 The connector is the mated pair.

NOTE 2 A connector has one or more contact members.

[IEV 151-12-19]

3.1.23

connector (for optical fibres)

component providing optical fibre connection and disconnection

NOTE It is the mated pair and not just the male or female connector.

[IEV 151-12-19, modified]

3.1.24

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

[IEV 191-07-08]

3.1.25

daisy chain

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

NOTE 1 One of the sections may be a bus terminator.

NOTE 2 As regards the use of “daisy chain” term for active networks see the definition given for linear topology.

3.1.26

device

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

[IEC 61158-2, 3.1.13, modified]

3.1.27

earth (noun)

ground (US)

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

[IEC 61131-2, 3.16]

3.1.28

earth, verb

ground, verb (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 The connection to local earth may be intentional, or unintentional or accidental.

NOTE 2 The connection may be permanent or temporary.

[IEV 195-01-08]

3.1.29

enclosure

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

[IEC 61131-2, 3.19]

3.1.30

equipotential bonding

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

[IEV 195-01-10]

3.1.31

3.1.32

equipotential bonding system

interconnection of conductive parts providing equal potential between the parts

NOTE If an equipotential bonding system is earthed, it forms part of an earthing arrangement.

[IEV 195-02-22]

3.1.33

failure

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

NOTE 1 After failure the item has a fault.

NOTE 2 “Failure” is an event, as distinguished from “fault”, which is a state.

[IEV 191-04-01]

3.1.34

fault

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

NOTE 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.

[IEV 191-05-01]

3.1.35

functional earthing

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

[IEV 195-01-13]

3.1.36

inactive metal part

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

3.1.37

inspection

taking measures for the observation and evaluation of the actual condition

3.1.38

jack to jack adaptor (J-J adaptor)

back-to-back jacks that are not on an enclosure environmental barrier

3.1.39

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 This topology corresponds to that of an open ring.

3.1.40

maintenance

the 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 See "preventive maintenance", and "corrective maintenance", for a more detailed definition of maintenance.

NOTE 2 The required function may be defined as a stated condition.

[IEV 191-07-01]

3.1.41

maintenance intervention

taking measures for retaining the specified condition

3.1.42

mean time between failures

MTBF

expectation of the time between failures

[IEV 191-12-08]

3.1.43**mean time to recovery****MTTR**

expectation of the time to restoration

NOTE In IEC 191-13-08, the use of mean time to repair, MTTR, is deprecated.

[IEV 191-13-08]

3.1.44**network**

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

[IEC 61158-2, 3.1.30]

3.1.45**node**

end-point of a branch in a network

3.1.46**passive network**

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

NOTE Failure of a device does not effect the propagation of information

3.1.47**pathway**

cable route (e.g., conduit, ductwork, tray, or tube) used to accommodate cables between termination points defined by a physical structure

[ISO/IEC 14763-1, 3.1.3]

3.1.48**permanent link**

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

NOTE 1 It excludes apparatus attachment cords, equipment cords, patch cords and jumpers but includes the connection at each end.

NOTE 2 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 series.

[ISO/IEC 11801, 3.1.52, modified]

3.1.49**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

[IEV 191-07-07]

3.1.50**protective earthing conductor**

protective conductor provided for protective earthing

[IEV 195-02-01]

3.1.51**RC earthed**

earthed via a parallel RC circuit

3.1.52

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

3.1.53

repair

take measures for the re-establishment of the specified condition

3.1.54

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

[IEC 61158-2, 3.1.38]

3.1.55

resistance to earth

real part of an impedance to earth

[IEV 195-01-18]

3.1.56

restoration

when a communication network regains its designed level of resilience redundancy

3.1.57

ring

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

3.1.58

scheduled maintenance

preventive activity (time or number of actions directed) performed either on predefined schedule or on units of use (for example: number of start-ups)

[IEV 191-07-10, modified]

3.1.59

segment

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

NOTE Segments are linked by repeaters within a logical link and by bridges to form a network.

[IEC 61158-2, 3.1.39, modified]

3.1.60

shield (of a cable)

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

NOTE 1 Metallic sheaths, armours and earthed concentric conductors may also serve as a shield.

NOTE 2 For generic cabling in industrial premises ISO/IEC 24702 uses the term screen instead of shield.

[IEC 61158-2, 3.1.41, modified]

3.1.61

splice

joining of conductors or optical fibres, generally from separate cables

NOTE Joining without connectors.

3.1.62**spur**

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

NOTE The alternative term “drop cable” is used in IEC 61158.

[IEC 61158-2, 3.1.42]

3.1.63**star**

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

3.1.64**tap**

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

NOTE A tap provides easy removal of a node without disrupting the link.

[IEC 61158-2, 3.3.34]

3.1.65**telecommunication outlet****TO**

a fixed connecting device where the intermediate cable terminates and which provides the interface to the apparatus attachment cabling

[ISO/IEC 24702, 3.1.15]

3.1.66**terminator**

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

NOTE In some instances, the terminator may be embedded in an end device or in a connector.

[IEC 61158-2, 3.1.43, modified]

3.1.67**topology**

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

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

[IEV 131-13-02, modified]

3.1.68**troubleshooting**

locating the fault(s)

3.1.69**trunk**

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

[IEC 61158-2, 3.1.46]

3.1.70**validation**

part of the acceptance test that is solved with measurements

3.1.71**verification**

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

NOTE 1 The installer usually performs this action.

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

3.1.72

wire map

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

3.2 Abbreviated terms

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

a.c.	Alternating current
AI	Automation island
AO	Automation outlet
BD	Building distributor (ISO/IEC 24702)
BER	Bit error rate
BFOC	Bayonet fibre optic connector
C	Connection
CBN	Common bonding network
CP	Communication profile (IEC 61784-1)
CPF	Communication profile family (IEC 61784-1)
d.c.	Direct current
DCR	Direct current resistance
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 (IEV 161-01-07)
EMI	Electromagnetic interference (IEV 161-01-06)
EQP	Equipment
ESD	Electrical static discharge
FD	Floor distributor (ISO/IEC 24702)
FI	Fieldbus interface
F-SMA	Fibre sub miniature version A (IEC 61754/22)
HP	Horse power
ID	Intermediate distributor (ISO/IEC 24702)
IDC	Insulation displacement contact
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 24702)
MHV	Medium high voltage
MICE	Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical, Electromagnetic (ISO/IEC 24702)
Min.	Minimum
MTBF	Mean time between failures
MTTR	Mean time to repair (use deprecated in IEC 191-13-08) replaced with mean time to recovery
N	Neutral
NA	Numerical aperture (IEC 60793 series)
na	Not available
NEXT	Near end crosstalk loss
NI	Network Interface (ISO/IEC 24702)
No.	Number
OF	Optical fibre
PE	Protective earthing conductor (IEV 195-02-10)
P&ID	Pipe and Instrumentation Diagram
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 (under consideration)
STP	Cable with either foil shielded balanced cable elements and/or an overall braided or foil shield (ISO/IEC 11801, modified)
TCL	Transverse conversion loss
TO	Telecommunication outlet
UTP	Unshielded cable with unshielded balanced cable elements (U/UTP in ISO/IEC 11801)
UV	Ultraviolet
Y/N	Yes/No

3.3 Conventions for installation profiles

Conventions for installation profiles are described in IEC 61784-5 series.

4 Installation planning

4.1 Introduction

4.1.1 Objective

This clause addresses the planning of cabling and associated infrastructures to support communication networks in industrial premises.

4.1.2 Cabling in industrial premises

The cabling may comprise:

- specific communication cabling within or between automation islands in accordance with the configuration profiles of IEC 61784-5 series;
- generic telecommunications cabling for industrial premises as specified in ISO/IEC 24702;
- elements of generic cabling modified to meet the needs of specific communication cabling within an automation island in accordance with the configuration profiles of IEC 61784-5 series.

The design of generic cabling for industrial premises, specified in ISO/IEC 24702, provides a flexible cabling structure comprising a series of cabling sub-systems of specified transmission performance that are connected together either passively, using cords, or actively using transmission equipment (see Annex A). Figure 3 (from ISO/IEC 24702) shows the structure of generic cabling connected to an automation island where the TO interface allows connection of wide range of networking equipment."

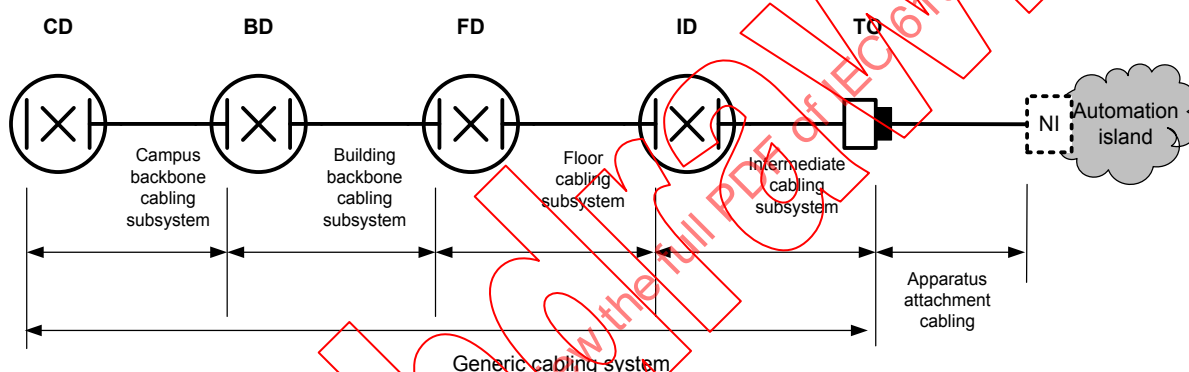


Figure 3 – Structure of generic cabling connected to an automation island

Where a designated connection from generic cabling to specific communication cabling within an automation island is desired, an AO specified within this standard may replace the TO, as shown in Figure 4.

The specific requirements and recommendations for planning of generic cabling in industrial premises detailed in this clause shall be followed. In addition, the general recommendations of ISO/IEC 14763-2 should be considered.

An automation island may contain (see Figure 5)

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

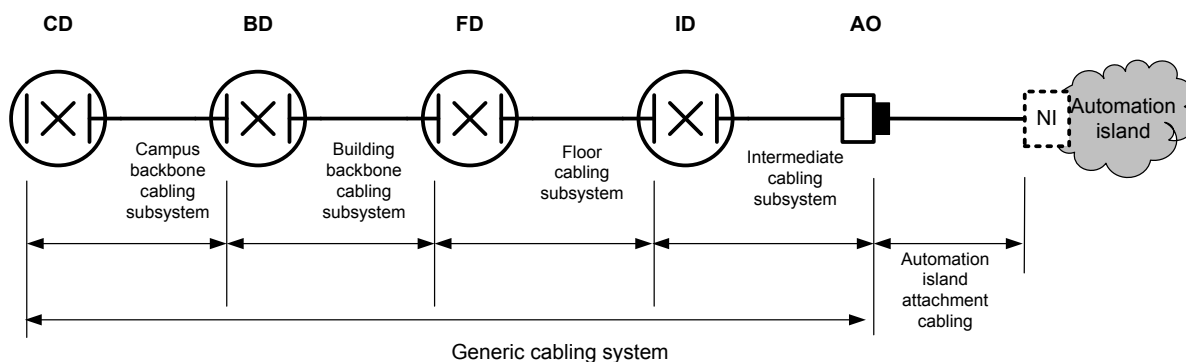


Figure 4 – Automation island cabling attached to elements of generic cabling

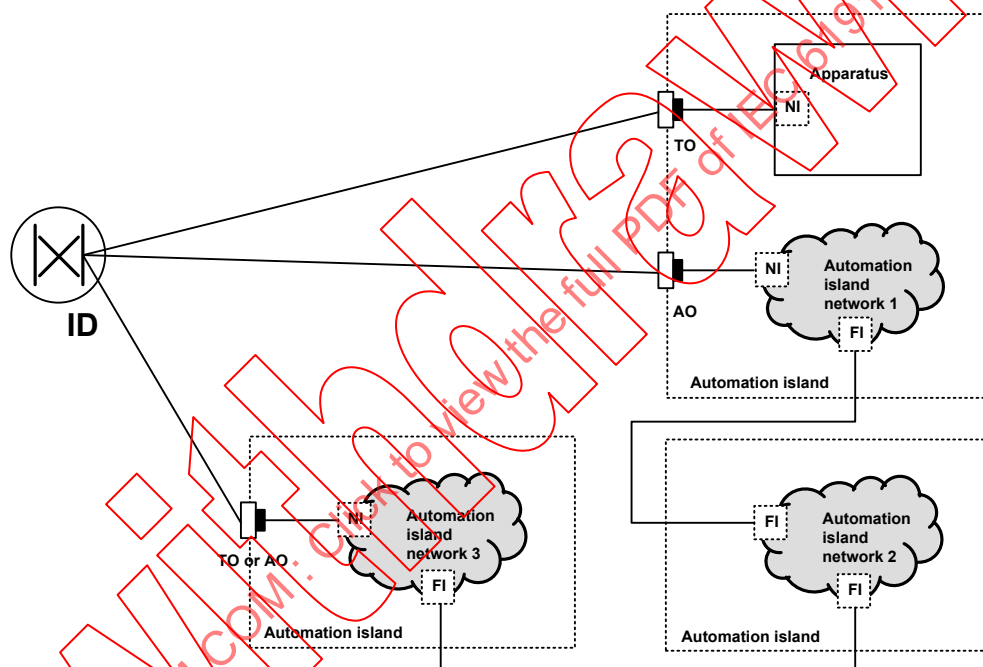


Figure 5 – Automation islands

The interconnections between the automation island network and the generic cabling may be achieved through an appropriate converter/adaptor (see Figure 6). While the connections among automation islands may be achieved through one or more fieldbus to fieldbus connections and appropriate converter/adaptors or through the generic cabling (see Figure 5).

In general, converter/adaptors, 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/adaptor function may not be necessary. If the interconnection between the automation islands is through the ID, 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 standard. In this case the channel performance shall be met from the ID up to the NI (excluding the connector interface at the NI).

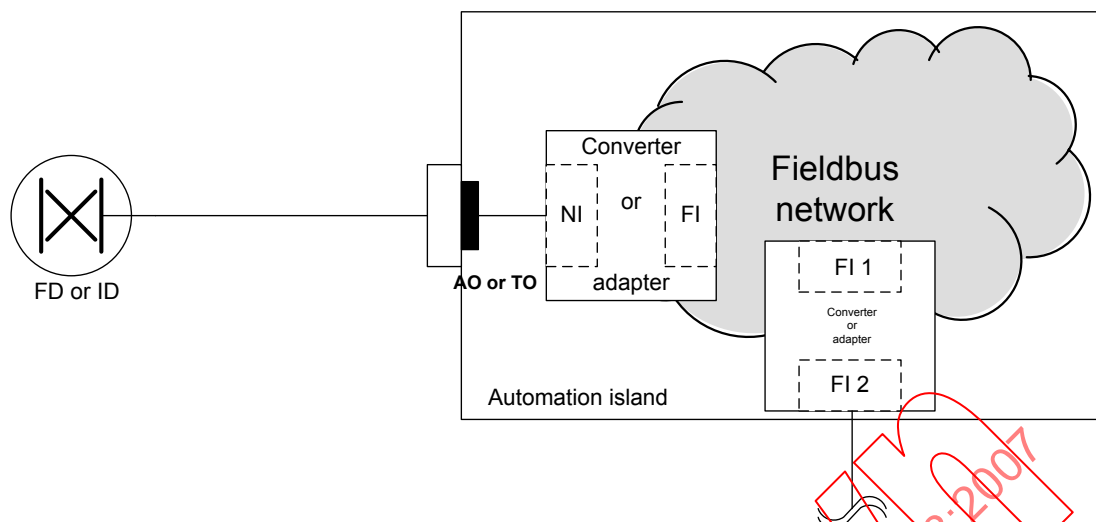


Figure 6 – Automation island network external connections

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 design drawings, functional descriptions for machines or process and instrumentation diagrams (P&ID) for process installations.

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 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;
- 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. TV 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 environmental conditions, safety and security requirements, and EMC requirements, including all necessary documents (e.g. plans and lists) for the installation that result from step 1;
- b) a 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 24702

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 requirements for safety in the cabling planning documentation.

4.2.1.2 Electrical safety

The proper implementation of the requirements of this standard assumes that electrical installations are in accordance with the relevant standards within IEC 60364 series 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.

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 IEC 61784-3 and/or IEC 61784-5 series). 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 requirement of IEC 60825-2 or local regulations.

4.2.2 Security

Where communication networks in accordance with the future IEC 61784-4 and the future IEC 62443 are planned, a risk assessment shall be performed to determine any additional requirements for security. The planner shall apply all such requirements.

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 automation islands. The prevention of accidental disruption to any of these services requires careful consideration.

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 24702 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 24702 is not a component test specification.

NOTE 2 The MICE classification system of ISO/IEC 24702 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.

- a) 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).
- b) Define the components that make up the communications system including their environmental specifications.
- c) 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 7).

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.

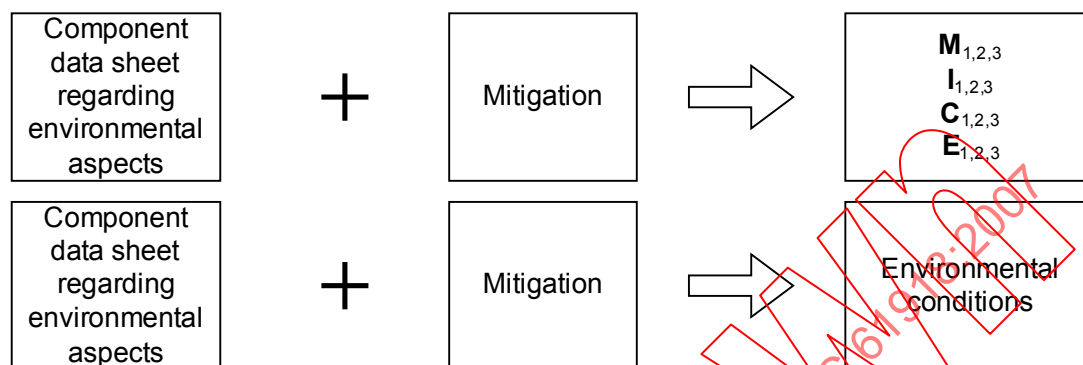


Figure 7 – How to meet environmental conditions

Figure 8 shows how the three methods (isolation, separation and enhancement) work together to provide a cost effective, technically feasible solution for a given application as regards the environment. Examples of use of the MICE concept are provided in Annex B.

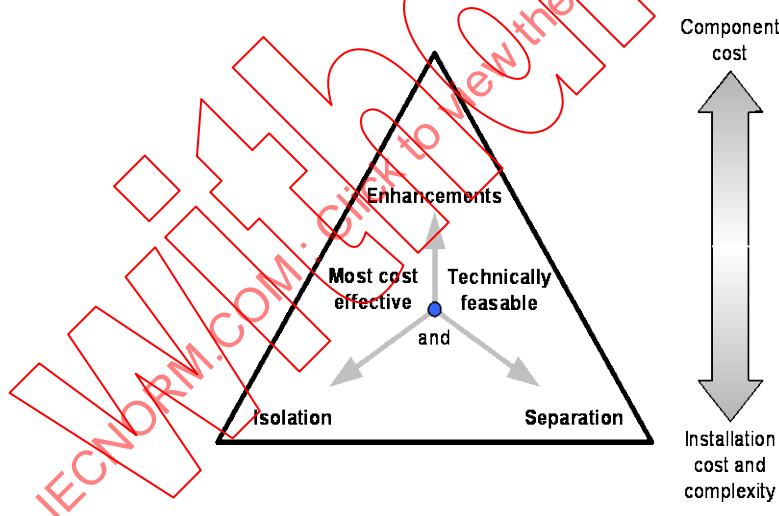


Figure 8 – How enhancement, isolation and separation work together

4.2.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

See ISO/IEC 14763-2.

4.3 Network capabilities

4.3.1 Network topology

4.3.1.1 Common description

For the industrial automation island networks, there are two fundamental themes.

- Physical topology of the communication network, from a physical composition standpoint.

Hereinafter 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 standard.

NOTE 1 As an example of the difference between the physical and the logical topology, a planner may 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 automation island 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 9, are the following.

- Bus
- Star

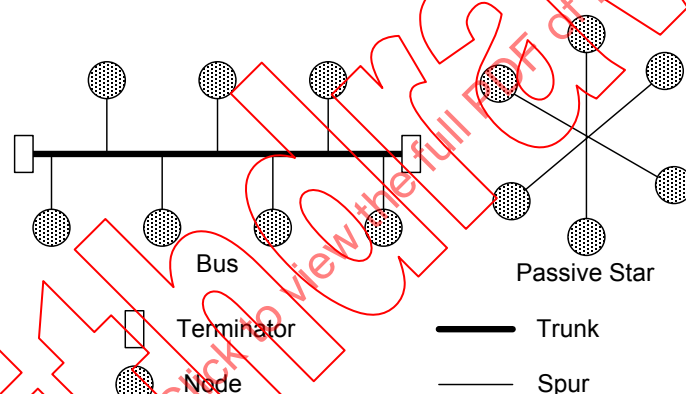


Figure 9 – Basic physical topologies for passive networks

4.3.1.3 Basic physical topologies for active networks

The basic physical topologies for active networks, represented in Figure 10, are the following.

- Star
- Ring
- Linear

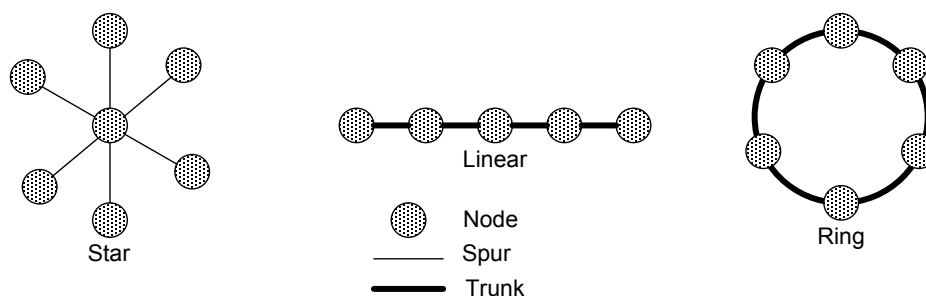


Figure 10 – Basic physical topologies for active networks

4.3.1.4 Combination of basic topologies

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

Figure 11 provides an example of a common configuration of two passive bus segments interconnected by an active bus repeater.

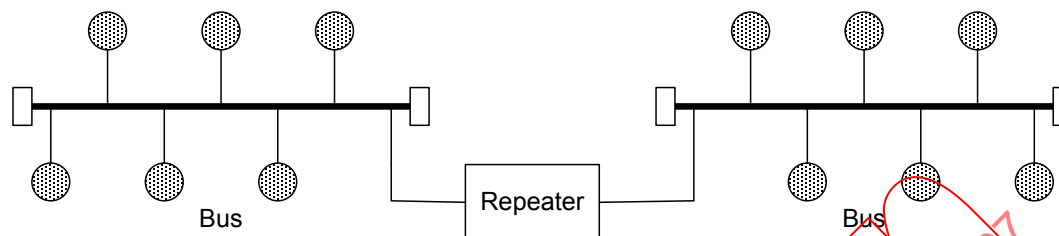


Figure 11 – Example of combination of basic topologies

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 24702

Generic cabling channels in accordance with ISO/IEC 24702 may constitute elements of the networks described in 4.3.1.2 to 4.3.1.5. Specific restrictions are detailed in ISO/IEC 24702.

4.3.2 Network characteristics

4.3.2.1 General

It is common practice to subnet an industrial automation island network when there is 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.
- Maximum number of repeaters (that connect segments).
- Maximum segment length.

NOTE Transfer rates may 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 may also include statements of maximum acceptable values for BER and burst errors (such as in IEC 61784-2, Clause 5).

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
Basic transmission technology	
Length / transmission speed	Segment length 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	
3-6-12 Mbit/s	
5 Mbit/s	
8 Mbit/s	
16 Mbit/s	
Maximum capacity	Max. No.
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 templates given in Table 2 .

Table 2 – Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet

Characteristic	CP x/y
Supported data rates (Mbit/s)	
Supported channel length (m) ^b	
Number of connections in the channel (max.) ^{a b}	
Patch cord length (m) ^a	
Channel class per ISO/IEC 24702 (min.) ^b	
Cable category per ISO/IEC 24702 (min.) ^c	
Connecting HW category per ISO/IEC 24702 (min.)	
Cable types	
^a See 4.4.3.2. ^b For the purpose of this table the channel definitions of ISO/IEC 24702 are applicable. ^c Additional information is available in IEC 61156 series.	

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.

Table 3 – Network characteristics for optical fibre cabling

CP x/y		
Optical fibre type	Description	
Single mode silica	Standard	
	Attenuation coefficient at λ	
	Bandwidth or equivalent at λ	
	Alternative description	
	Mode field diameter (μm)	
	Outer diameter (μm)	
	Minimum length (m)	
	Maximum length (m)	
Multimode silica	Standard	
	Attenuation coefficient at λ	
	Modal bandwidth (MHz x km) at λ	
	Alternative description	
	Core diameter (μm)	
	Outer diameter (μm)	
	NA	
	Minimum length (m)	
	Maximum length (m)	
POF	Standard	
	Attenuation coefficient at λ	
	Modal bandwidth (MHz x km) at λ	
	Alternative description	
	Core diameter (μm)	
	Outer diameter (μm)	
	NA	
	Minimum length (m)	
	Maximum length (m)	
Hard clad silica	Standard	
	Attenuation coefficient at λ	
	Modal bandwidth (MHz x km) at λ	
	Alternative description	
	Core diameter (μm)	
	Outer diameter (μm)	
	NA	
	Minimum length (m)	
	Maximum length (m)	

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 24702

Certain generic cabling channels in accordance with ISO/IEC 24702 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 24702 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 may provide connectivity for festooning, “C” track (drag chains) or robotic flexing applications.

In these cases, the cabling shall be selected 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 automation island networks. In this case it is the planner's responsibility to make sure that the cabling system meets the requirements for the application.

NOTE Generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702 may not be suitable for some CPs.

The planner shall select suitable burial cable if he shall satisfy requirements regarding:

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

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.

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);
- high 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 in the same channel, 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 24702 contain 4 pairs and provide channel length of 100 m maximum.

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, LSOH)	
Agency ratings	
Other characteristics ^a	
^a Insert here the name of the other needed characteristics (one or more, as needed).	

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, LSOH)	
Agency ratings	
Other characteristics ^a	
^a Insert here the name of the other needed characteristics (one or more, as needed).	

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

None.

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 series).

The planner shall ensure that the design and transmission performance of the optical fibre cable provides all the required channel lengths for the CP to be supported, taking into account the presence of connections and splices.

NOTE The CP may include both maximum and minimum channel lengths and/or insertion loss limits.

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.

NOTE Some additional information that shall be considered by the installer and maintenance personnel are given in the relevant clauses of this standard.

Table 6 – Information relevant to optical fibre cables

Characteristic	9..10/125 µm single mode silica	50/125 µm multimode silica	62,5/125 µm multimode silica	980/1 000 µm step index POF	200/230 µm step index hard cladded silica
Attenuation per km (650 nm)					
Attenuation per km (820 nm)					
Attenuation per km (1 310 nm)					
Number of optical fibres					
Connector type (e.g. duplex or simplex)					
Jacket colour requirements					
Jacket material					
Resistance to harsh environment (e.g. UV, oil resist, LS0H)					
Breakout (Y/N)					
Other characteristics ^a					
^a Insert here the name of the needed other characteristics (one or more, as needed).					

4.4.1.5 Special purpose copper 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.

Special purpose balanced 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 and twisting;
- specified cable bend radius shall be maintained;
- cables should be installed with connectors at each end for maintenance purposes.

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 shall be used for a network, the requirements are specified in the relevant installation profile.

4.4.1.7 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

ISO/IEC 24702 requires the components to be selected and used in order that the desired channel performance is provided within the specified environment.

ISO/IEC 24702 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). This standard uses the colour code conventions for wires as defined in Annex D . 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 standard recognizes sealed connector housings variants 1 and 6 of IEC 61076-3-106 and sealed connector housing variant 14 described in IEC/PAS 61076-3-117 for the encapsulation of RJ45 connector compliant with IEC 60603-7. In the case of applications requiring the non-sealed connectivity, RJ45 specified in IEC 60603-7 shall be used. The installation of the variant 1, 6 or 14 at the AO is dependant on the selected CP. In addition the M12-4 D-coding connector described in IEC 61076-2-101 for industrial Ethernet may be used at the AO.

NOTE The above connector variants (1, 6 and 14) are reverse compatible with cords as defined by ISO/IEC 24702 and ensure a reverse compatibility to IEC 60603-7. Therefore the standard test equipment may 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-x ^a		IEC 61076-3-106 ^b		IEC/PAS 61076-3-117 ^b	IEC 61076-2-101
	(shielded)	(unshielded)	Variant 1	Variant 6	Variant 14	M12-4 with D-coding
CP x/y						
^a For IEC 60603-7-x, the connector selection is based on the desired channel performance.						
^b Housings to protect connectors.						

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.

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

	IEC 60807-2 or IEC 60807-3	IEC 60947-5-2 or IEC 61076-2-101			EN 122120	ANSI/NFPA T3.5.29 R1-2003		Others		
	Sub-D	M12-5 with A-coding	M12-5 with B-coding	M12-n with X-coding	Coaxial (BNC)	M 18	7/8-16 UN-2B THD	Open style	Terminal block	Others
CP 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 (see IEC 60874-10, IEC 60874-14, etc.) of an industrial network the planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the template given in Table 9.

Table 9 – Optical fibre connecting hardware

	IEC 61754-2	IEC 61754-4	EN 50377-6-1	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 IEC 60874 series.						

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 24702

See 4.4.1.7.

4.4.3 Connections within a channel/permanent link

4.4.3.1 Common description

For the purposes of this subclause the terms channel and permanent link as defined in ISO/IEC 24702 are modified as in 3.1.18 and 3.1.48 in order to allow them be used for CPs in accordance with IEC 61784-5 series.

The maximum channel lengths for cabling media to support a specific CP shall not be exceeded. However, the quality of service depends on the length of the channel and the number of connections and splices within it.

The number of connections and splices in the channel increases the channel insertion loss and, for balanced cabling, increases the level of noise within the channel.

For balanced cabling the planner shall request that unused pairs in an active channel are 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 this subclause. With regards to the number of connections in a channel, the reference implementations as described in ISO/IEC 24702 are limited to 4. If the planning requires more than 4 connections, 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 a system is in place to maintained channel performance during the operational life of the cabling.

4.4.3.2 Balanced cabling connections 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 24702 (with specified structure, components and performance).
- The transmission performance shall be in accordance with the relevant class requirements as defined in ISO/IEC 24702. 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 may be supported for CPs and fully described in the CP installation profiles.

a) Basic reference implementation

Figure 12 shows the model used to correlate cabling dimensions specified in this clause with the channel specifications in ISO/IEC 24702. The cabling channel shown contains two connections at each end and two cords at each end of the channel. For the purposes of this subclause, jumpers are treated as cords.

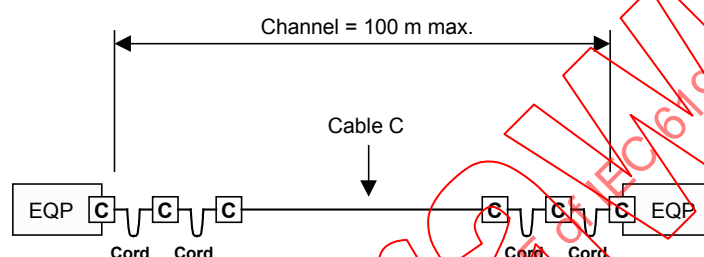


Figure 12 – Basic reference implementation model

The basic reference implementation approach of Table 10 allows the length of the cable C to be adjusted to compensate for variable cord lengths and channel operating temperature.

Table 10 – Basic reference implementation equations

Component Category	Class		
	D	E	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 equations provided in this table and based upon a statistical approach of performance modelling.

^a Where

C is the length of the fixed cable (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 C (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 10 it is assumed that

- the maximum channel length is 100 m;

- the cable C may have a different insertion loss specification than the relevant category of cable specified in IEC 61156 series;
- 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.

The length of the cable C shall be determined by the equations defined in Table 10.

When four connections are used in a channel, the physical length of the cable C should be at least 15 m. The maximum length of the cable C 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) Enhanced reference implementation

Figure 13 shows the model used to correlate cabling dimensions specified in this clause with the channel specifications in ISO/IEC 24702. The cabling channel shown contains four connections. For the purposes of this subclause, jumpers are equivalent to cords.

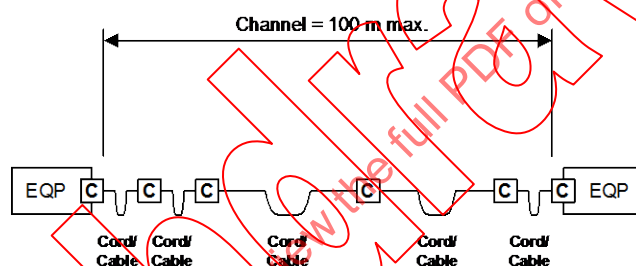


Figure 13 – Enhanced reference implementation model

The channel includes cords or cables in a flexible order.

In Table 11 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 series;
- 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 equations defined in Table 11.

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 is defined in Table 11.

The planner shall require that, during the operation of the installed cabling, the maintenance organisation ensures that the cords used to create the channel conform to the design rules of the channel.

Table 11 – Enhanced reference implementation equations

Component Category	Class		
	D	E	F
5	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j)} \leq 113 - 2 \times N^a$	-	-
6	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j)} \leq 115 - N$	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j)} \leq 106 - N$	
7	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j)} \leq 119 - N$	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j)} \leq 109 - N$	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j)} \leq 106 - N$
NOTE The required channel performance is provided using the equations provided in this table and based upon a statistical approach of performance modelling.			
^a Where <i>i</i> is the cable section from 1 to <i>j</i> (subject to a minimum of 1 and a maximum of 5); <i>N</i> is the number of connections (subject to maximum of 4, otherwise NEXT, Return Loss and ELFEXT performance should be verified); <i>F_i</i> is the length of the cable (m); <i>Y_i</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); <i>Z_i</i> is the derating of insertion loss of the cords (dB/m) for operating temperatures above 20 °C, defined in Table 12.			

Table 12 – Correction factor Z for operating temperature above 20°C

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

As regards the channel measurements, the planner shall request that, in the case of end connections different from those specified for the standard channel, the test equipment shall be calibrated with the used patch cords or adapters.

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 repair and shall only be considered if the required channel performance is maintained.

4.4.3.2.4 Balanced cabling bulkhead connections

A bulkhead connection shall be counted as two connections, if it is not proved that it meets the transmission performance of a single connection.

NOTE Additional information on bulkheads is provided in Annex J. The content of Annex J differs from that of ISO/IEC 24702.

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 adaptors

A J-J adaptor connection shall be counted as two connections, if it is not proved that it meets the transmission performance of a single connection.

J-J adaptors are suitable to connect fixed cabling and flexible cabling, for example, for rolling c-track within a machine. J-J adaptors 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.

4.4.3.3 Copper cabling connections 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 adaptors

See 4.4.3.2.5.

4.4.3.4 Optical fibre cabling connections 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) defines the possible configurations of the cabling at the specified wavelength as follows:

$$L = 1\,000 \times (A - iM - jS)/C$$

where

L is the channel length (m);

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

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

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

i is the number of connections in the channel;

j is the number of splices in the channel;

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

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

Where cabling in accordance with the reference implementations of ISO/IEC 24702 is to be used to support a specific CP, the planner shall apply the component specifications of that standard.

Further details of bulkhead connections are given in 4.4.3.4.2.

4.4.3.4.2 Optical fibre bulkhead connections

Optical fibre bulkhead connections typically comprise one connection.

4.4.3.4.3 Optical fibre J-J adaptors (Optical fibre couplers)

Optical fibre J-J adaptors typically comprise one connection.

4.4.3.5 Optical fibre cabling connections for CPs not based on Ethernet

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 24702

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 24702

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 to maintenance and troubleshooting consistent with the required channel performance. In addition 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 24702

No additional requirements.

4.4.6 Coding and labelling

4.4.6.1 Common description

Coding or labelling shall 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 24702

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 standard and the relevant CPs. If this requirement cannot be met, then alternate media, such as UTP, 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 get confirmation that the facility conforms to the applicable standards.

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 shall be available formed by all metallic constructional components.
- 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 standard and the relevant installation profile. IEC/TR 61000-5-2 gives additional guidance.

There are two proven earthing methods: mesh (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 UTP, 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 two 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 planner shall document the chosen earthing system (equipotential 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 pathway

4.4.7.2.1 Equalisation and earthing conductor sizing and length

The wire gauge of the earthing conductors (Table 13) should be no less than 8,36 mm² (see Annex F for the corresponding AWG). The length of earth straps should be no less than 25 mm (1 in). Local regulations may require additional earthing conductor requirements.

NOTE Table 13 is based on earthing conductor resistance maximum value of 1 Ω .

Table 13 – Equalisation and earthing conductor sizing and length

Minimum wire cross-section mm ²	Maximum length m
8,36	291
10,55	367
13,3	463
16,77	584
21,15	736

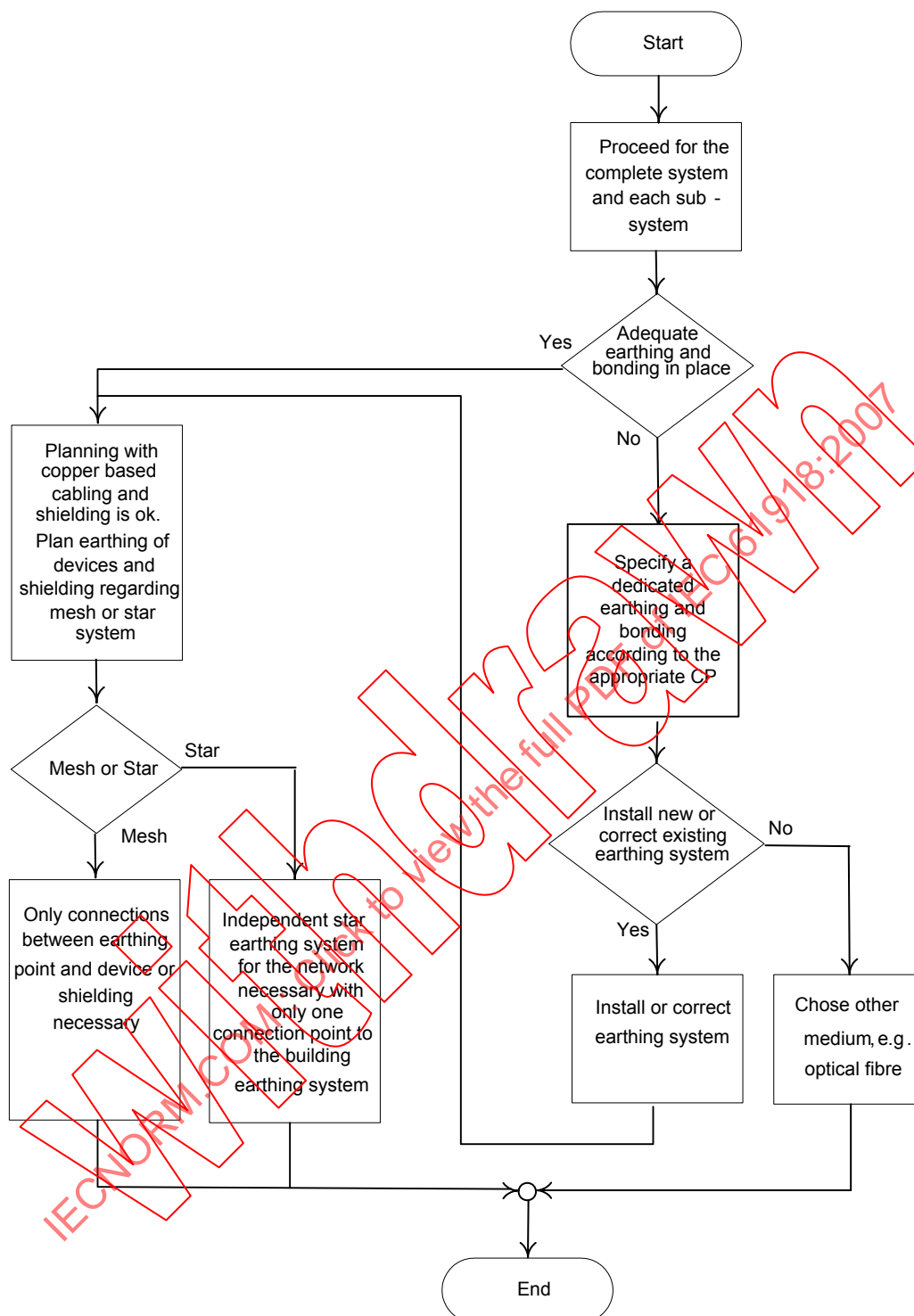


Figure 14 – Selection of the earthing and bonding systems

4.4.7.2.2 Bonding straps and sizing

Bonding straps shall be constructed of copper, aluminium, or zinc plated steel (see Table 14).

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 14 – Bonding straps cross-section

Material	Minimum cross-section mm ²
Copper	6
Aluminium	16
Zinc plated steel	50

Table 15 (from IEC 60354-5-54) provides requirements for bonding plates surface protection.

Table 15 – Bonding plates surface protection

Material	Surface protection	Thickness µm
Steel, strip	Hot-dip galvanised	63 – 70
Aluminium	Not defined	-
Copper	Bare	None
	Tin-coated	1 – 5
	Zinc-coated	20 – 40

4.4.7.2.3 Surface preparation and methods

The cabling planning documentation shall require that all connections to metallic surfaces be done using good constructional work practices. The cabling planning documentation shall include requirements that painted surfaces be prepared to provide a low resistance connection and protect against corrosion. Clause 5 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.

- 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 29).
- Where two metallic pathways are mechanically connected using solid metal straps, a separate flexible bonding strap may be used.
- Expansion joints and joint connections shall be bridged by flexible bonding straps (see Figure 29).
- 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.
- 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.
- The individual segments of the cable pathways shall be connected at low impedance with each other.

4.4.7.3 Earthing methods

4.4.7.3.1 Mesh, equipotential

Figure 15 shows an example of wiring for bonding enclosures, pathways and wiring of the earths in a mesh earth 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.

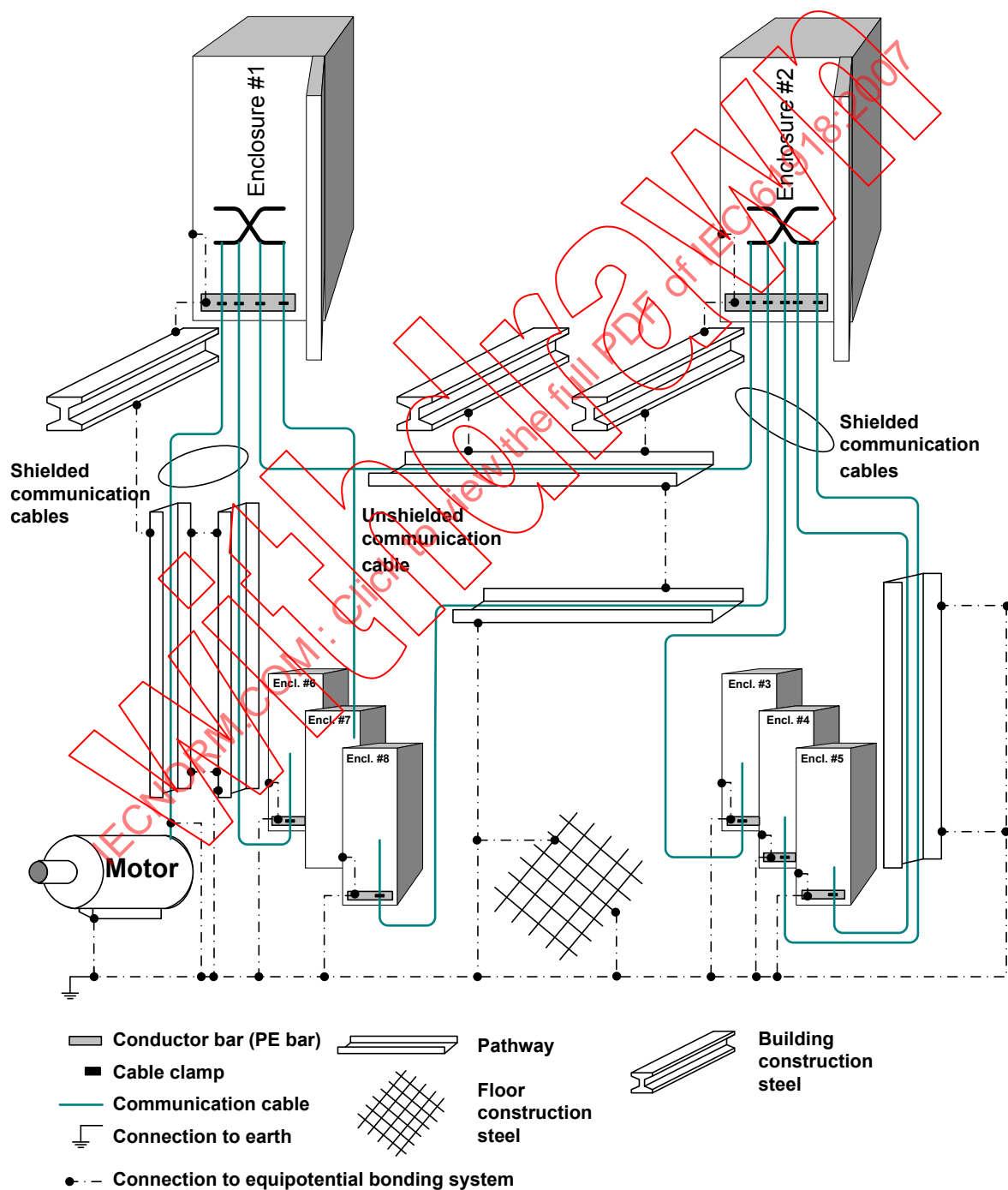


Figure 15 – Wiring for bonding and earthing in a mesh equipotential configuration

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. The star earths of the two systems shall converge to one point within the building, as shown in Figure 16. The planner shall request that daisy chaining of earths from one cabinet to another is not applied. When the devices are required to be connected to a functional earth system that is isolated from the protective earth system, 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 30).

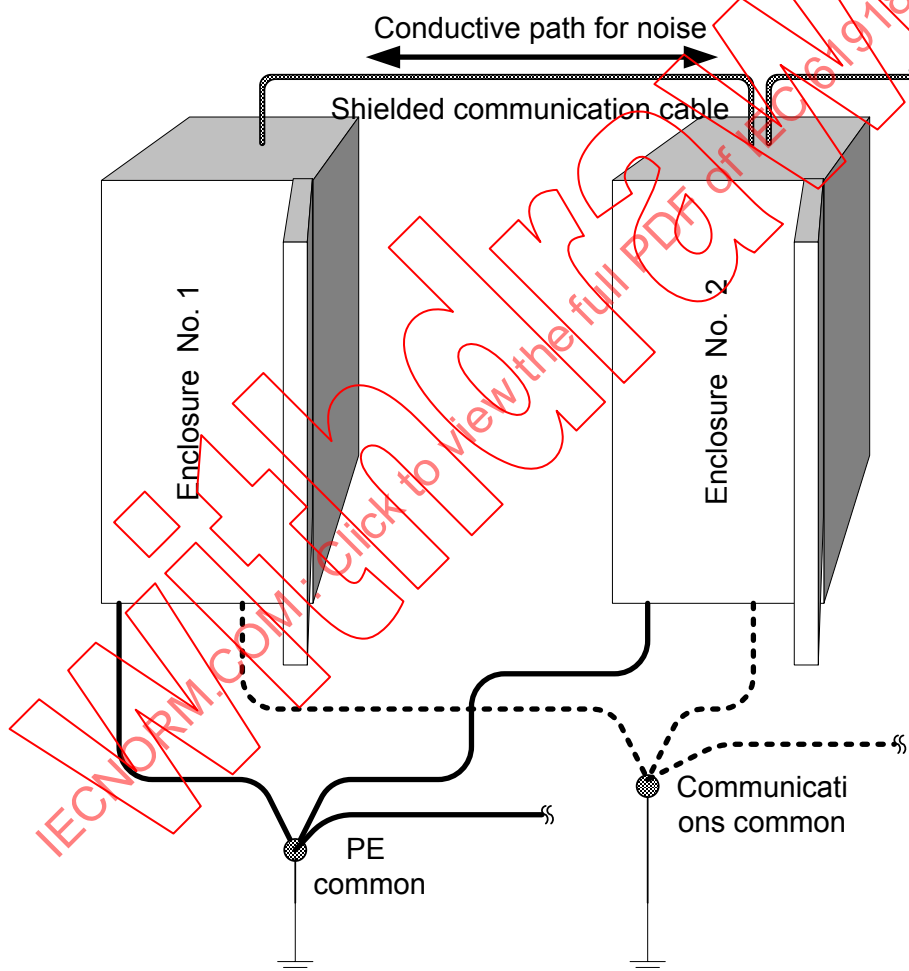


Figure 16 – Wiring of the earths in a star earth configuration

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 17). 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 18. 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.

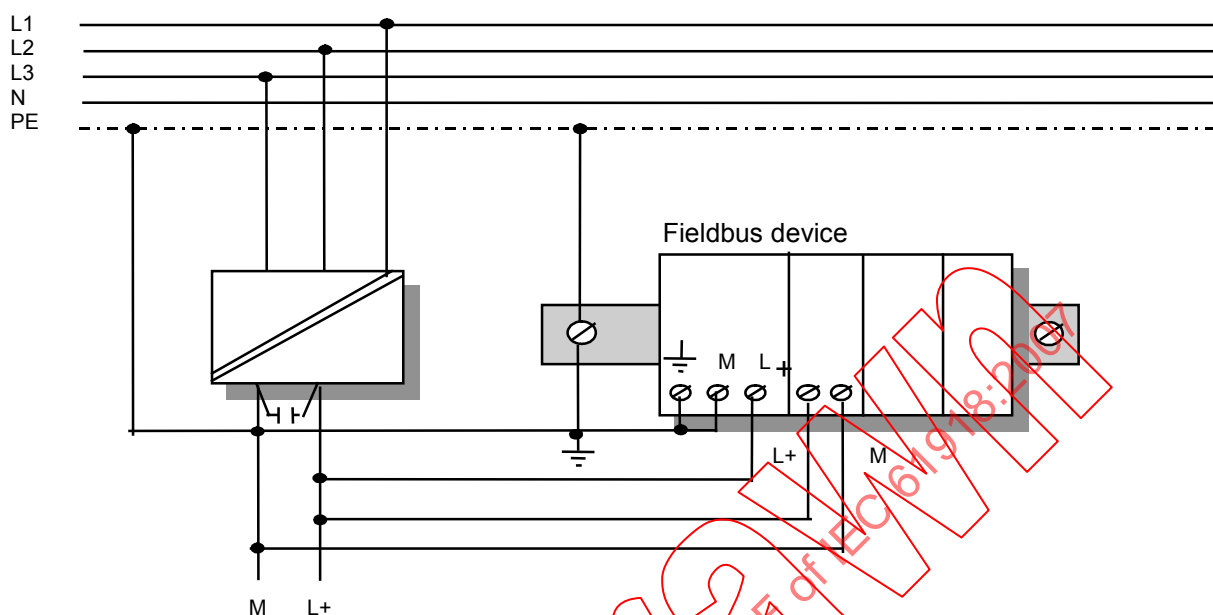


Figure 17 – Schematic diagram of a field device with direct earthing

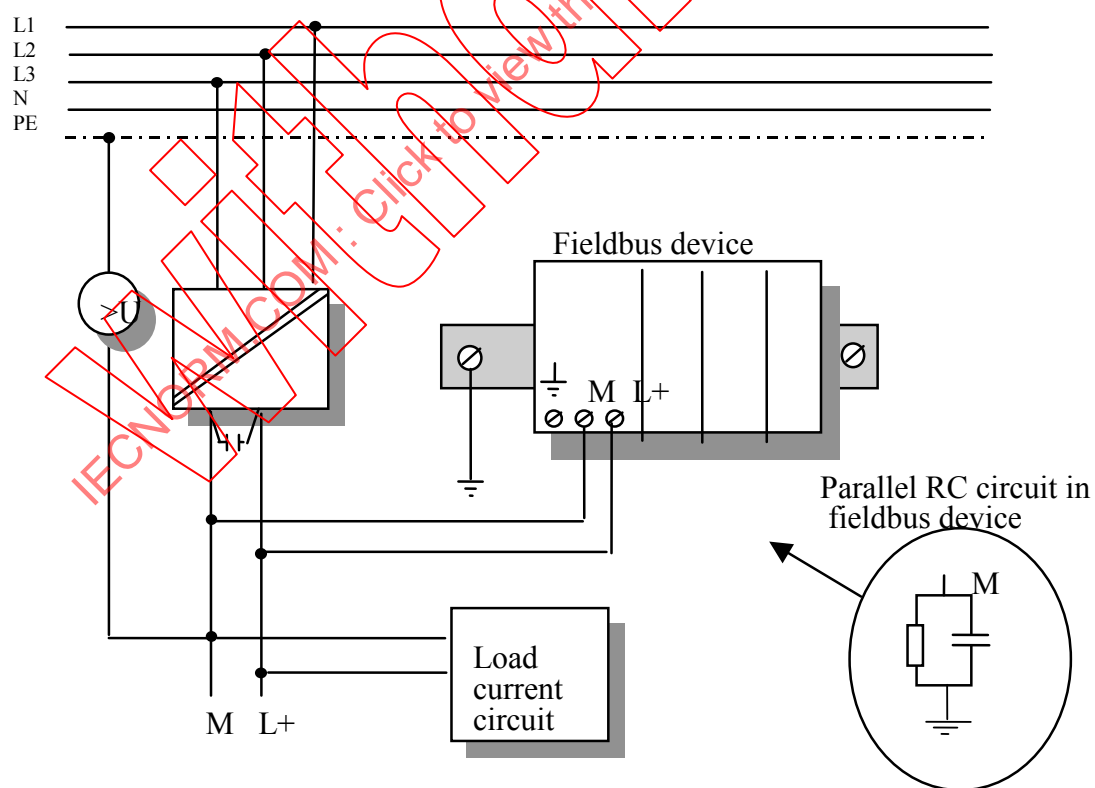


Figure 18 – Schematic diagram of a field device with parallel RC circuit earthing

4.4.7.3.4 Installing copper bus bar

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

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

The cabling planning documentation shall provide instructions for bus bar earthing and/or isolation from the building steel.

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 the non-earthed shield termination or shield termination earthed with a parallel RC circuit (see Figure 32).

When the communication shields are required to be earthed, then the bonding method shown in Figure 15 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.

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 24702

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 24702

See ISO/IEC 14763-2.

4.4.9 Routing of cables

4.4.9.1 Common description

This subclause describes the requirements for CPs cable routing inside buildings and enclosures and outside buildings.

NOTE 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.
- Cables (optical fibre and balanced) shall be routed in such a way that they are protected from damage.

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 18010. 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.

In addition to that, the planner shall request that the pathway systems used for EMC purposes are installed in accordance with the following rules (see Figure 29).

- 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.

NOTE The reason why a single braided strap between two parts of the pathway system is not recommended is because it would result in a high local impedance and therefore would degrade its electromagnetic performance. 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 bend 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 assure that premanufactured 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 Detailed 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 16;
- 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 16.
- b) When installed in metallic pathways, the pathways shall be earthed and bonded in accordance with 4.4.7.3.
- 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) Communication cables and low-voltage power cables or the individual cable circuit types shall be isolated from each other by a metallic partition if only one metallic pathway is available for the several cable circuit types. The partition shall be directly connected to the pathway.

4.4.9.5 Cable routing outside buildings

In general, the same rules applied for installing cabling inside buildings applies for cables installed outside buildings. Cables installed between buildings should be installed in plastic pipe.

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

NOTE The use of optical fibre cables is recommended 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 should be used as a means of distinguishing between redundant cables. The planner may require additional measures in accordance with IEC 62439.

4.4.10 Separation of circuits

Table 16 defines the minimum distances between circuit types.

Requirements in Table 16 apply to all cabling.

Table 16 – 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 High-power digital a.c. I/O High-power digital d.c. I/O Power connections (conductors) from motion drives to motors	Motors Motor drives Secondary spark welders, power mains	0,6 m (24 in)	0,3 m (12 in)
Analog I/O lines and analog circuits Low-power digital a.c./d.c. I/O lines Communication cables for control AC power lines of 20 A or more, but only up to 100 kVA	Switched I/O Solenoid Contactors	0,3 m (12 in)	0,15 m (6 in)
Low-voltage d.c. power lines Communication's cables to connect between system components within the same enclosure Process signals (≤ 25 V) Unscreened d.c. voltages (≤ 60 V) Unscreened a.c. voltages (≤ 25 V) Conductors of less than 20 A	DC power supplies Low-voltage d.c. I/O	0,15 m (6 in)	0,08 m (3 in)
Electric light and power	Minimum distance: 8 cm (3 in): 0 V – 100 V: 8 cm (3 in) 101 V – 200 V: 11 cm (4 in) 201 V – 300 V: 13 cm (5 in) 301 V – 400 V: 16 cm (6 in)		

4.4.11 Mechanical protection of cabling components

4.4.11.1 Common description

Connectors and bulkhead connectors should be located to minimise damage from nearby equipment.

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.

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 24702

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 24702

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.

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.
- Length of cable section.
- Pathways type (cable tray, conduit, duct, metallic rack, etc.).
- Cable type (shielded, unshielded, fibre, etc.).
- Additional cable requirements to meet the specified environment (flex, liquid or dust ingress rating, temp, etc.).
- Placement instructions for the cables (routing).
- Labelling instructions for AO and cables.
- Type of connector, including sealing requirements, for the specified environment.
- Location of connection for device.
- Required mitigation.
- Required channel/ permanent link performance.
- Life cycle of cabling.
- Earthing and shielding requirements.
- 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.

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 24702

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 undertaking any deviations from the installation specification and any agreed deviations shall be recorded in the cabling planning documentation.

5.1.2 Installation of CPs

For cabling in support of CPs specified in IEC 61784 series, the installation personnel (termed “the installer” in this standard) shall be familiar with the appropriate installation profile of the IEC 61784-5 series.

5.1.3 Installation of generic cabling in industrial premises

For generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702, the general requirements and recommendations for installation shall be in accordance with ISO/IEC 14763-2. The specific requirements and recommendations for the installation of generic cabling in industrial premises are detailed in this clause.

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.

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 17, Table 18, Table 19, and Table 20. 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 bend radius, tensile strength, crush resistance and temperature range are complied with during installation.

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

Table 17 – Parameters for balanced cables

Characteristic		Value
Mechanical force	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 18 – Parameters for silica optical fibre cables

Characteristic		Value
Mechanical force	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 POF optical fibre cables

Characteristic		Value
Mechanical force	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 hard cladded silica optical fibre cables

Characteristic		Value
Mechanical force	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 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 19. Where is needed, pathways shall provide protection from water or other contaminant liquids.

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

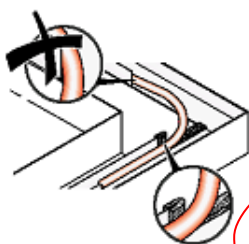


Figure 19 – Insert edge protector

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, a suitable cable spool management method shall be used to prevent damage caused by torsion and looping (see Figure 20).

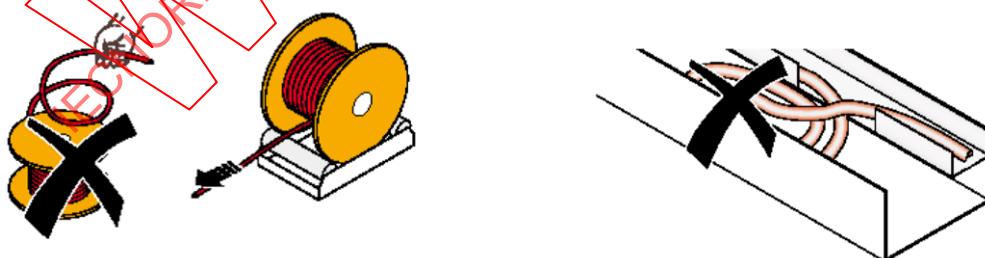


Figure 20 – Use an uncoiling device and avoid forming loop

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 21, unless they are specially designed cables for torsional strain (for example in robotic applications).

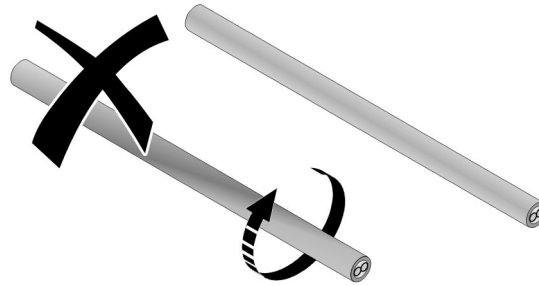


Figure 21 – Avoid torsion

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 depending on 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 22.

NOTE 3 Do not over-tighten the clamps. Clamps could crush the cable.



Figure 22 – 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 23.

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 23 – 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 24).

NOTE 1 Cable clamps attached to shielding sheaths are not sufficient as strain relief.

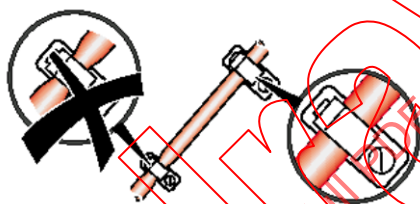


Figure 24 – Use cable clamps with a large (wide) surface

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 Do not over-tighten the clamps. A clamp 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 bend radius of the cable (see Figure 25).

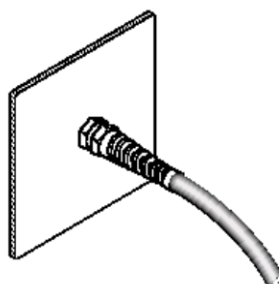


Figure 25 – Cable gland with bending protection

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 bend radius being compromised (see Figure 26).

5.2.1.11 Cable crush

Cables shall be protected from being crushed. Proper placement of cables or mechanical protection shall be used.

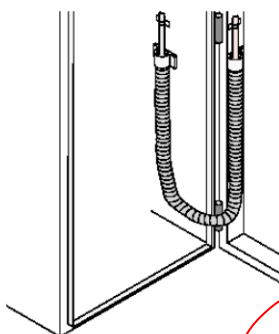


Figure 26 – Spiral tube

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 yarn for pulling

Cable pulling tool shall only be used if

- specified in the cables suppliers instructions;
- the tool are 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.

Installers and maintenance personnel should never look directly into optical fibre ends with either non-protected eye or microscope.

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 Direct burial

When installing fibre optical cables underground, the fibre optical cables shall be suitable for direct burial and meet the following criteria:

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

Metal cladding on optical fibre cables provides additional mechanical protection. It is recommended that metal clad optical fibre cables be used for direct burial applications and other areas where mechanical protection is necessary.

5.2.1.13.8 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 high temperature areas, the cables installed shall be suitable for high temperature 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.

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.

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 27 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.

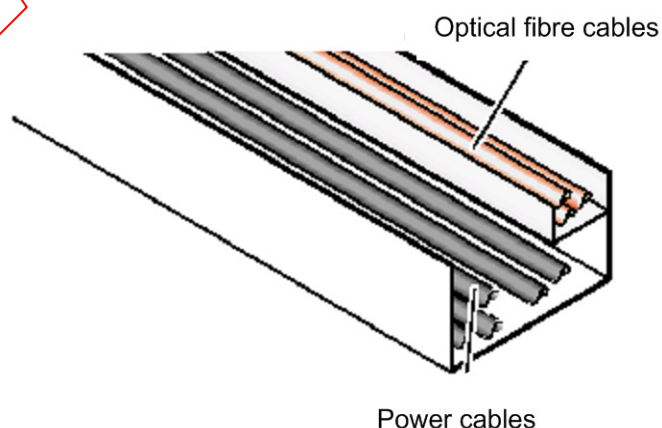


Figure 27 – Separate cable pathways

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 24702

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 shall cut off the end of the cable and start over;
- b) failure to put the connector shell or boot on in 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 UTP and STP 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 totally surround 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 shielding connection shall be of a low impedance design;
- 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.

For terminating shielded cables, the detailed guidance given in Annex I should be applied.

5.3.3 Unshielded connectors

Install connectors according to planner's recommendations and manufacturer's information.

For terminating unshielded cables, the detailed guidance given in Annex I should be applied.

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 24702

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 may degrade transmission performance, increase emissions and reduce immunity. (From ISO/IEC 11801:2002, 10.1.6.)

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.

Labels shall be applied in accordance with 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 this subclause, 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 1Ω . 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 less than $0,005 \Omega$.

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

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 no longer than necessary to complete the connection.

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 conductors 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 4.4.7.2.2.

5.7.2.3 Surface preparation and methods

Figure 28 shows examples of proper mechanical implementation of earthing.

The installer shall perform the following, when installing earthing hardware:

- clean any paint from earth surface before affixing the earth wire;
- use star washers between the bolt and the earth lug and between earth lug and the earth plate (see Figure 28).

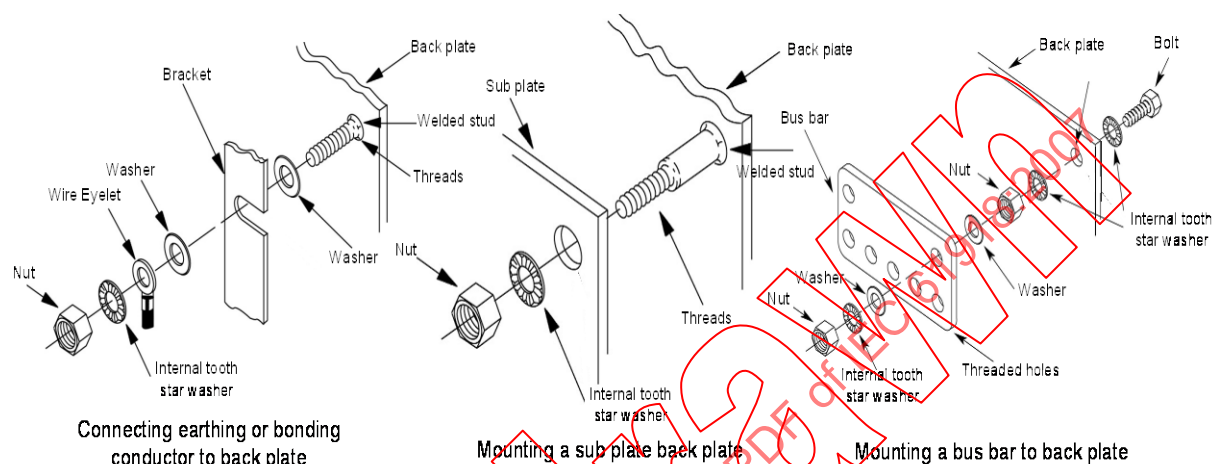


Figure 28 – Surface preparation for electromechanical earth and bonding connections

The connections to earth shall be protected against corrosion to ensure long-term stability.

5.7.2.4 Bonding and earthing of enclosures and pathways

Figure 29 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.

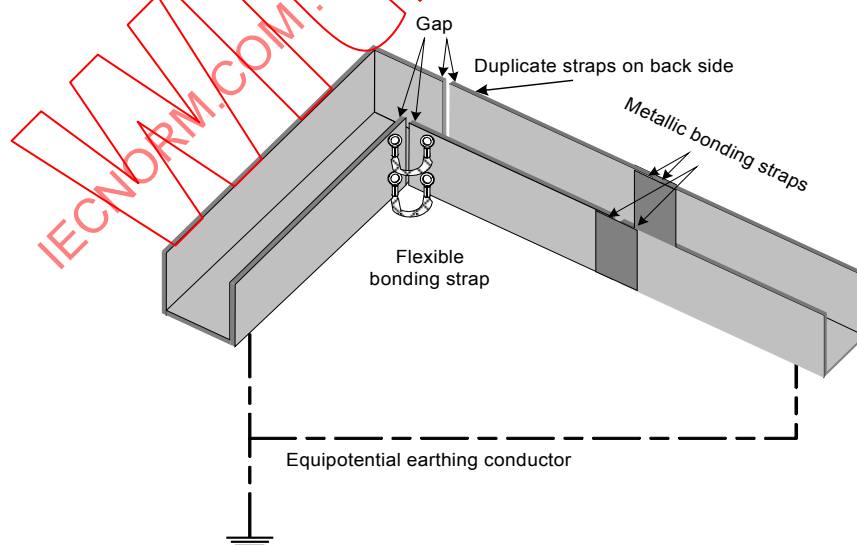


Figure 29 – Use of flexible bonding straps at movable metallic pathways

5.7.3 Earthing methods

5.7.3.1 Equipotential mesh

When installing enclosures and communication devices, in addition to what is defined by the planner, the installer shall ensure the following and what is specified in 5.7.2.4.

- a) The potential equalization rail is earthed in each industrial enclosure/control cabinet and connected to the potential equalization rails of the other control cabinets.
- b) 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.

- a) Figure 30 shows an example of the connection points provided by isolated bus bars. Bus bars provide a convenient star earthing point for star earthing systems.

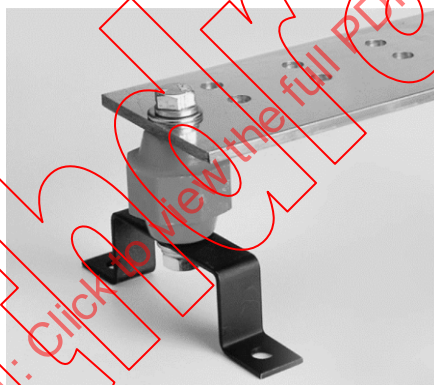


Figure 30 – Example of isolated bus bar

- b) If the communication components are DIN rail mounted, then insulators for the DIN rails shall be used (see the example in Figure 31).



Figure 31 – Example of isolator for mounting DIN rails

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 the star 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 insure that the device is properly isolated. The isolated standoff shown in Figure 30 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.

5.7.4 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.

The following subclauses provide a description of earthing techniques that have been proved to help reduce communication faults due to earth offsets where shields might be terminated.

5.7.4.2 Parallel RC

Parallel RC earthing of a shield is as represented in Figure 32.

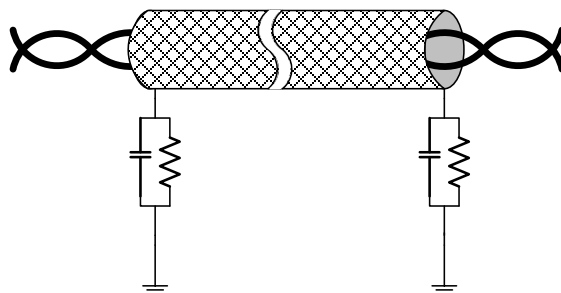


Figure 32 – Parallel RC shield earthing

5.7.4.3 Direct

Direct earthing of shield is as represented in Figure 33.

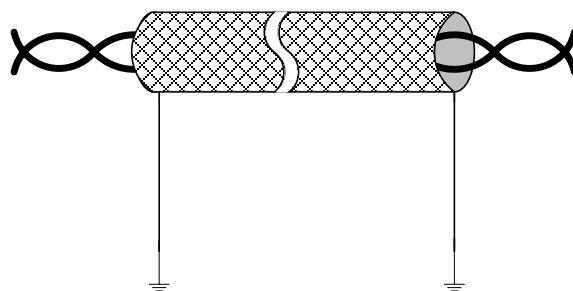


Figure 33 – Direct shield earthing

In addition, the installer shall observe the following points.

- Fasten braided shielding with metallic cable clips (see Figure 34).
- 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.
- Do not damage the cable shielding foils and braids while stripping the outer sheath of the cable.
- 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.
- 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.

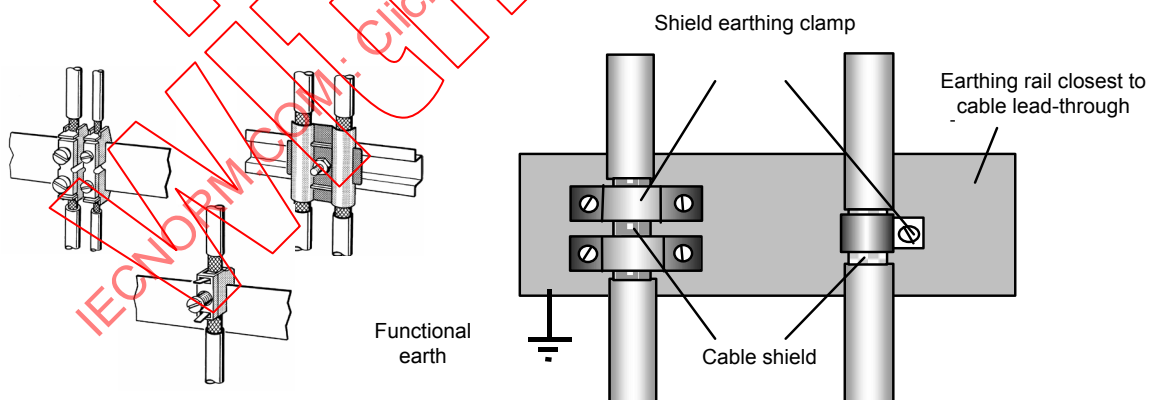


Figure 34 – Examples for shielding application

5.7.4.4 Derivatives of direct and parallel RC

Examples of derivatives of direct and parallel RC earthing of shield are provided in Figure 35 and Figure 36.

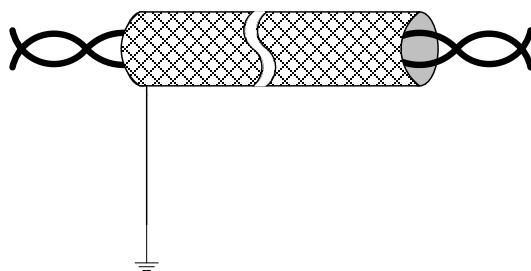


Figure 35 – First example of derivatives of shield earthing

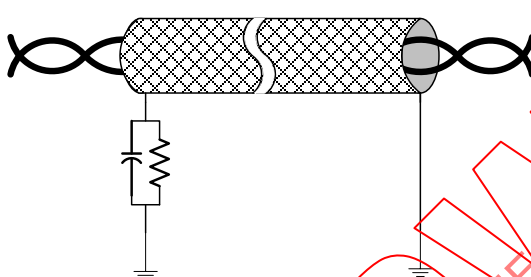


Figure 36 – Second example of derivatives of shield earthing

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 24702

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.

- a) Inventory of installed components.
- b) Cable routing.
- c) Used labelling.
- d) Location for the devices to connect to the network.

6 Installation verification and installation acceptance test

6.1 Introduction

This clause 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, with recorded deviations and additions;
- b) the appropriate installation profile of the IEC 61784-5 series or ISO/IEC 24702 (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 the IEC 61784 series, the personnel performing the testing shall be familiar with the appropriate CP installation profile or ISO/IEC 24702 (in the case of generic cabling).

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 following subclauses.

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 37 is provided to guide the installation verification process.

Commercially available test tools should be selected on the basis of the CPs.

6.2.2 Verification according to cabling planning documentation

Each installed cabling should be verified, against the requirements provided in the following subclauses and the checklist 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.

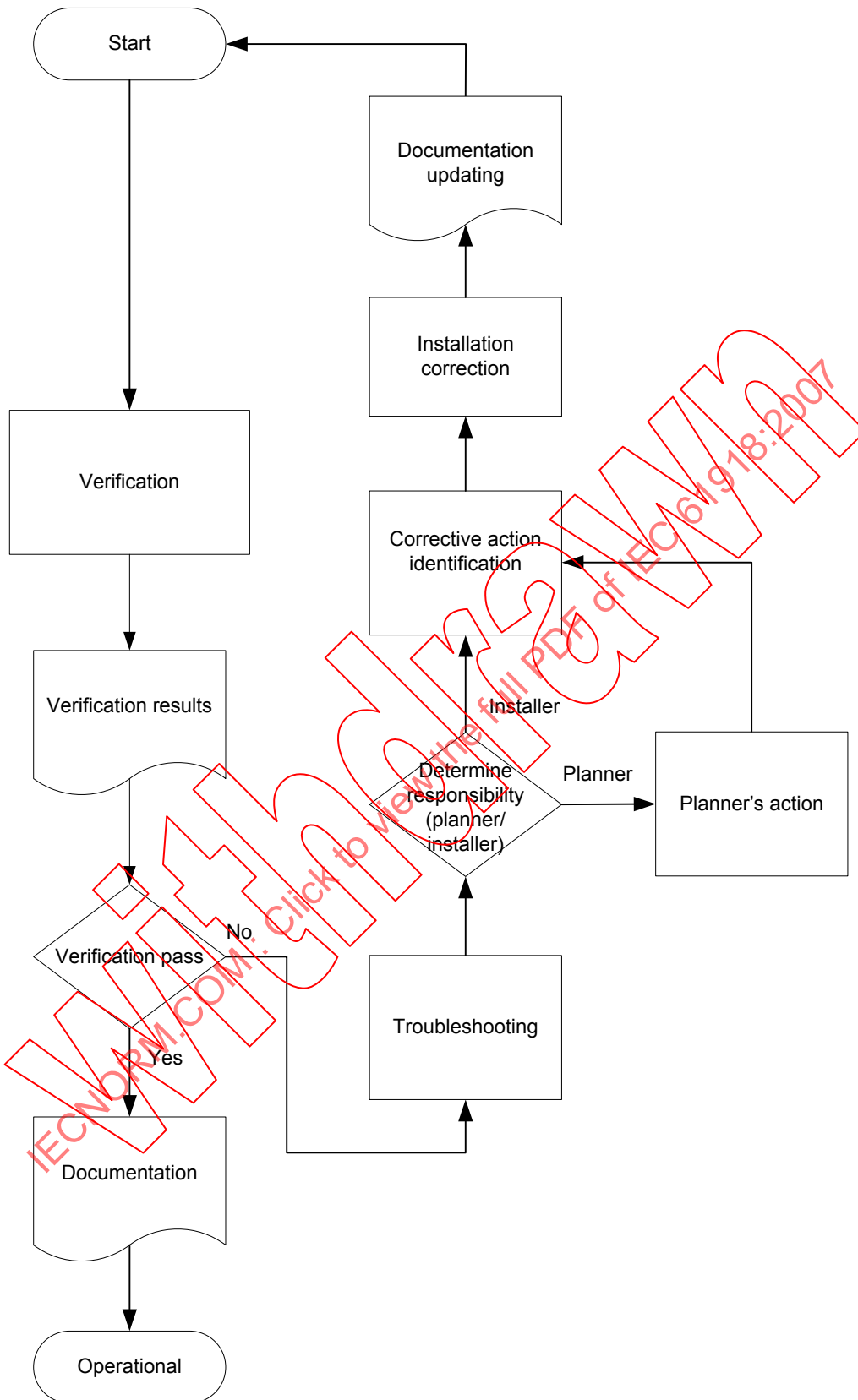


Figure 37 – Installation verification process

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 this subclause.

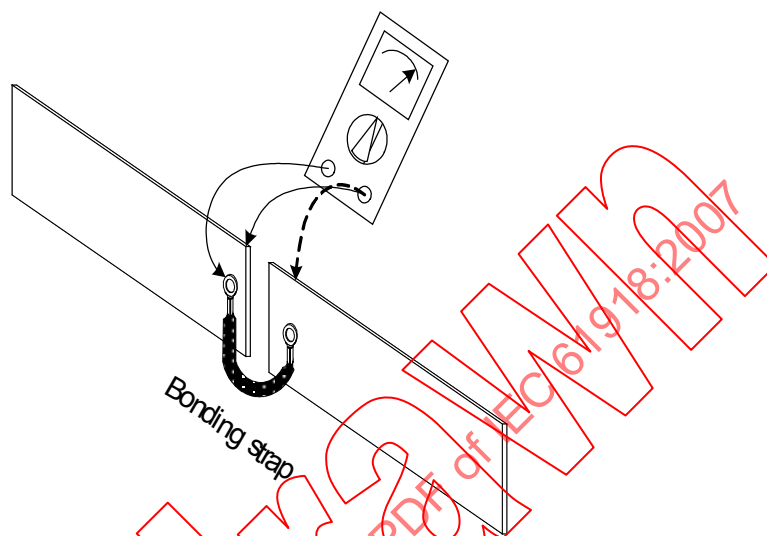


Figure 38 – Test of earthing connections

Test (see Figure 38), 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 less than 0,6 Ω 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 Ω . 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 (UTP, optical fibre cables, or wireless).

NOTE Long and/or small gauge earthing conductors may increase earth impedance rendering the earthing ineffective in lightning events.

This clause applies 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 less than 0,005 Ω between the bus bar and the building steel.

As requested by the planner (see 4.4.7.3.4), a suitable conductor connecting the bus bars together shall be used in accordance with local regulations and this specification. Verify proper conductor size and that bonding resistance is not greater than 0,005 Ω between wire and bus bar.

Verify correct implementation of the star configuration or mesh, if equal potential.

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

This subclause 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 should define 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 standard and the local regulations (see 4.4.10).

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 as described in the following subclauses.

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 IEC 61935-1, 5.3.2.2.

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 miswiring.

Figure 39 and Figure 40 provide examples of pin and pair grouping assignments. Incorrect pairings are represented in Figure 41.

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 may be needed to support the M12 connector. In addition, this hardware will need to support 2 pair cables with the correct wiring configuration.

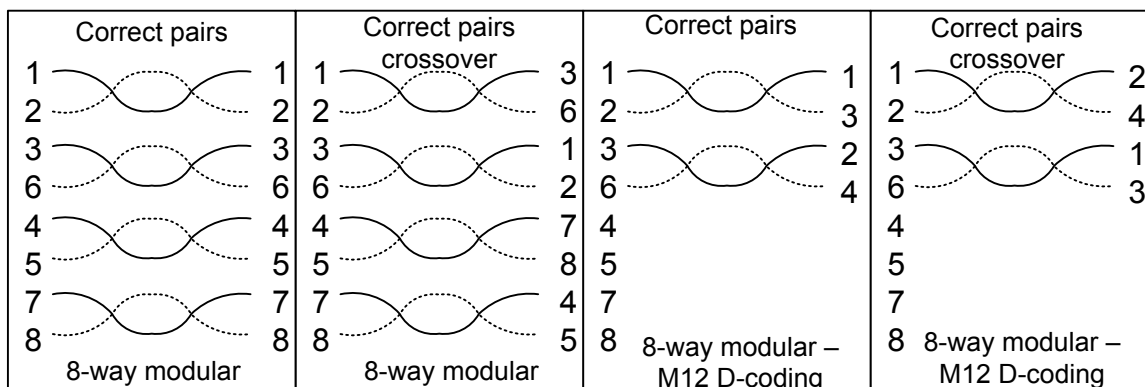


Figure 39 – Pin and pair grouping assignments for two eight position IEC 60603-7 subparts and four position IEC 60603 series to IEC 61076-2-101 connectors

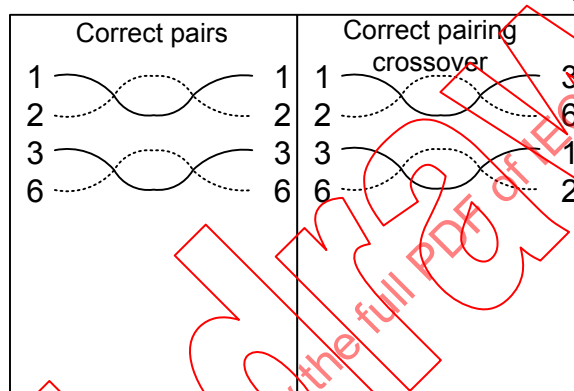


Figure 40 – Two pair 8-way modular connector

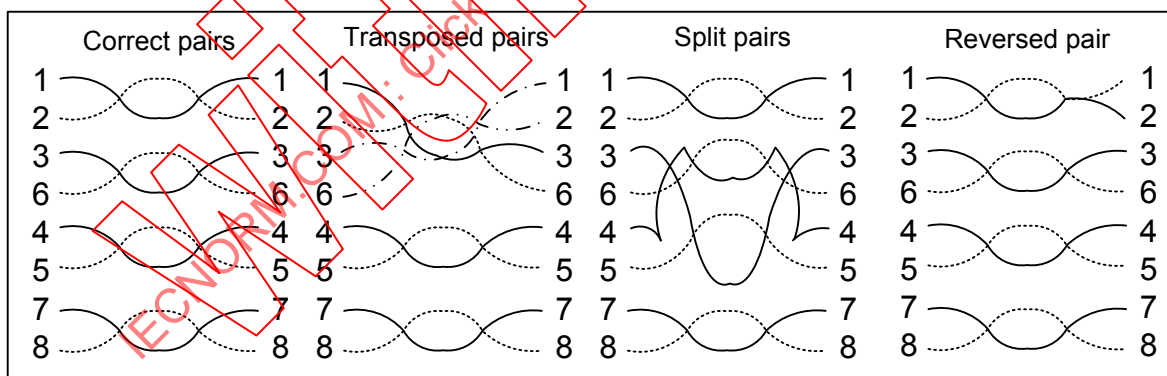


Figure 41 – Transposed pairs, split pairs and reversed pair

6.2.9 Terminators 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 standard has the specific meaning described in 3.1.70.

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 42 is provided to guide the validation process.

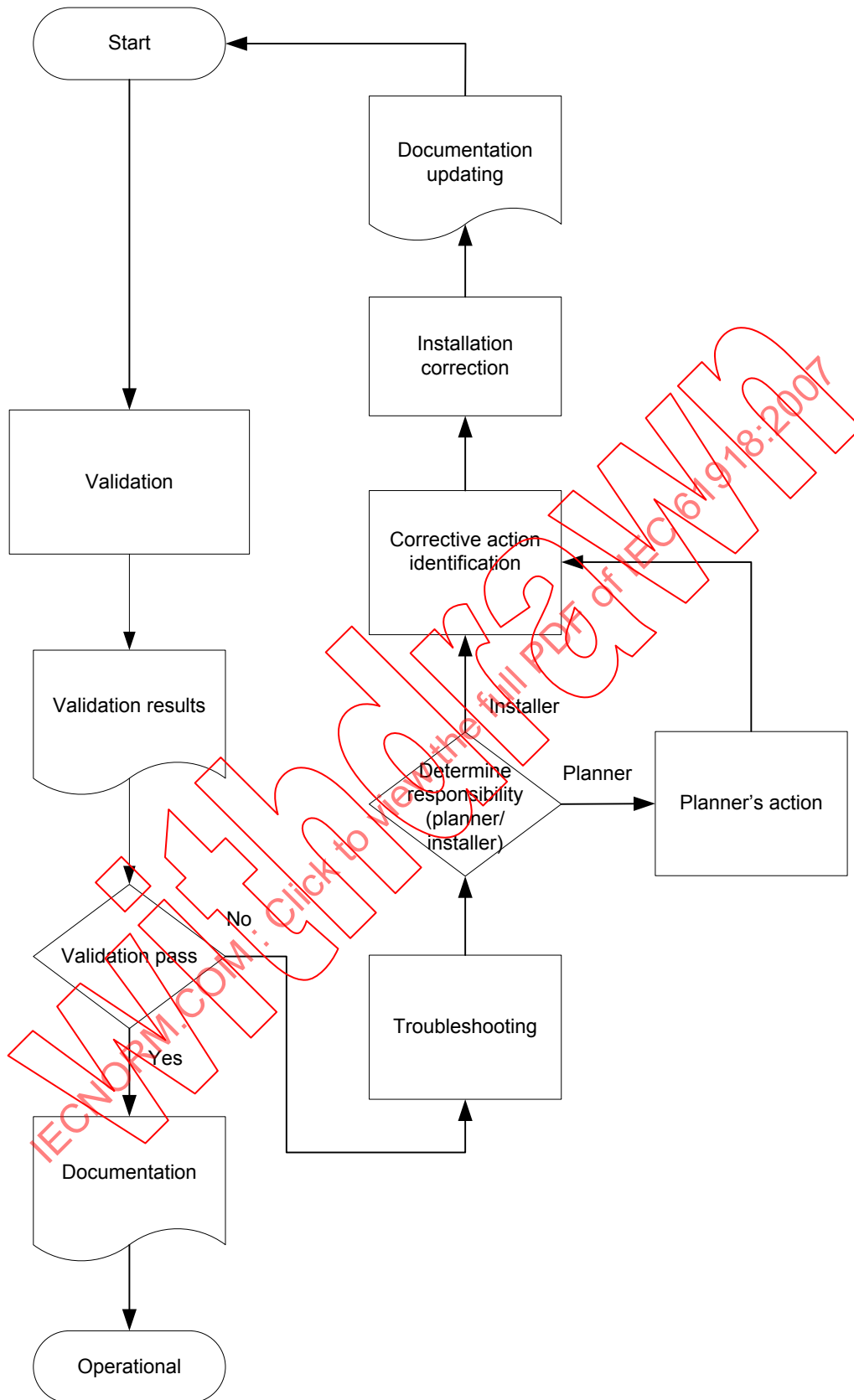


Figure 42 – Validation process

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 43) 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 44) 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 24702 the test methods of ISO/IEC 24702 may be applied to the channel.

A permanent link test, against the applicable requirements of the appropriate transmission Class of ISO/IEC 24702, 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 24702.

Test equipment to undertake testing in accordance with ISO/IEC 24702 is specified in IEC 61935-1. 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.

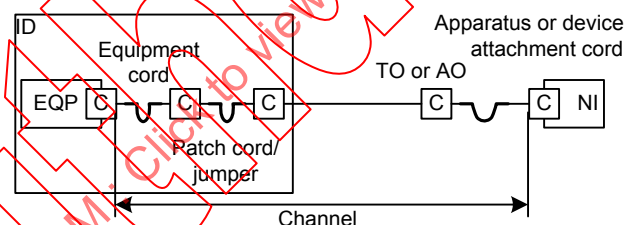


Figure 43 – Schematic representation of the channel

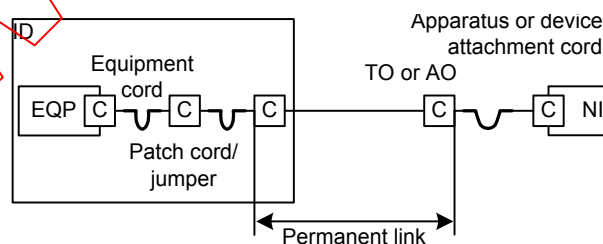


Figure 44 – Schematic representation of the permanent link

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, a permanent link test, 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.

Other channel or permanent link performance requirements shall be applied as detailed in the relevant CP installation profile.

6.3.2.1.2 Transmission performance test parameters

The parameters for which field tests are specified in ISO/IEC 24702 and for which support exists in IEC 61935-1:2005 are as follows:

- a) return loss;
- b) insertion loss;
- c) near-end crosstalk loss (NEXT);
- d) power sum near-end crosstalk loss (PSNEXT);
- e) attenuation crosstalk ratio (ACR);
- f) power sum attenuation crosstalk ratio (PSACR);
- g) equal-level far-end crosstalk loss (ELFEXT);
- h) power sum equal-level far-end crosstalk loss (PSELFEXT);
- i) d.c. loop resistance;
- j) propagation delay;
- k) delay skew.

NOTE 1 This list assumes that wiremap 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 may 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 24702

The installed generic cabling for industrial premises shall be tested in accordance with the methods specified in ISO/IEC 24702 against requirements of the relevant transmission performance class of ISO/IEC 24702.

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 following measurements for the cabling validation shall be performed as required by the relevant CP.

- 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).

With regards to a) and b) one or the other is usually performed.

The validation results can be determined by the method described in Annex N.

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 24702

The installed generic cabling for industrial premises shall be tested in accordance with the methods specified in ISO/IEC 24702 against requirements of the relevant transmission performance class of ISO/IEC 24702.

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 copy of 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.

This clause does not recommend specific rules for the administration of the network. This clause 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 14763-1.
- 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 this clause 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 is 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;
- a 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.

- a) 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.
- b) Connection points.
 - Each connection point should be labelled. For example a terminal block should be clearly identified in the documentation and at the terminal block.
- c) Earthing and potential equalization.
 - Each connection of the earthing and potential equalization should have a label.
- d) Active elements of a network.
 - Every element should have a label.
- e) Cable pathways.
 - Every cable pathways should have a label.

7.7 Documentation

The documentation of the cabling usually includes the following elements.

- 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 equipments.
- 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 this clause and represented in Figure 45.

This clause is also applicable for high availability networks as specified in IEC 62439. The maintenance procedures shall include a strategy defined in accordance with recovery of the high-resilience items used in these networks and the restoration of these items.

A proper maintenance procedure applied to fieldbus networks allows maximising MTBF. A proper troubleshooting procedure allows minimising MTTR.

For further advice on network administration see Clause 7. Clause 7 describes procedures for updating the documentation that supports the maintenance and troubleshooting work.

For all communication networks diagnostic tools are helpful to maintain and troubleshoot a communication network. Some components of the network may contain diagnostic tools. The owner of the network shall decide to which extend it is convenient for him to invest in the training of his maintenance and troubleshooting personnel to use these tools and to invest in additional diagnostic tools.

The requirements and the recommendations of this clause may be applied for the generic cabling in addition to those of ISO/IEC 24702.

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, irrespectively of the actual condition of the component. This results in some waist of time and money, because in many cases the component results to be working correctly.

Scheduled maintenance of the network will help in maximizing the MTBF. Investment in suitable diagnostic tools and training of the maintenance personnel will help to minimise the MTTR.

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:

- 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 transmissions 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.

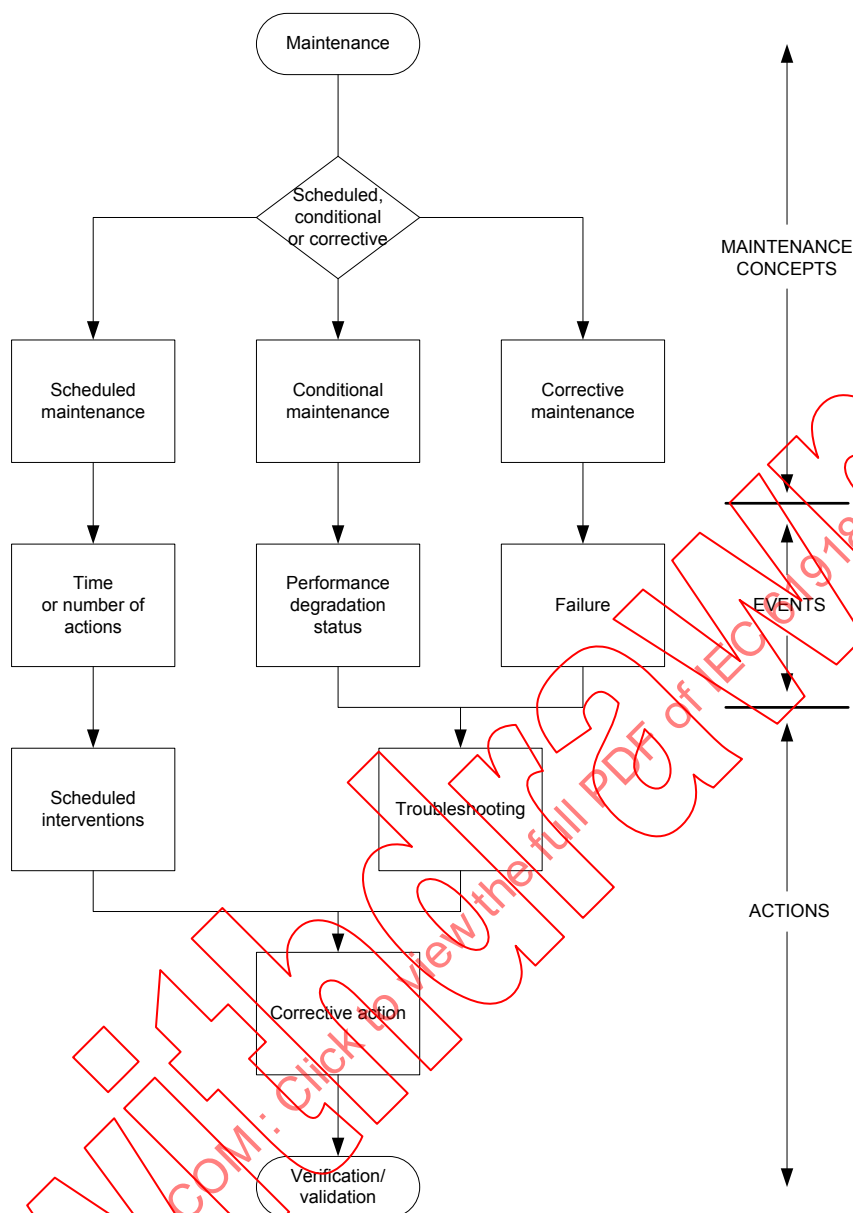


Figure 45 – Communication network maintenance

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 interventions are performed in a component only if 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 limits. Compared with the scheduled maintenance, the condition based maintenance usually requires much less time and money for the 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 Ω);

b) the BER between two components exceeds a defined value (for example 1×10^{-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. Investment in proper repair methods, tools and personnel training can result in minimising MTTR.

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 45).

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 make effective the troubleshooting of the network.

- Is the complete network documentation available?
- Were there any changes at the network infrastructure in recent time?
- 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?
- Were there already attempts to correct the problem?

8.3.3 Typical problems

Problems usually encountered by the maintenance personnel are described in Table 21 and Table 22.

Table 21 – 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 Ω for Ethernet systems	Use the proper components

Problem	Most probable cause	Corrective action
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 22 – Typical problems in a network with fibre optic 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
	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

Problem	Most probable cause	Corrective action
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 labelling and documentation for the correct wiring scheme and correct if necessary
	The optical fibres are swapped at one end of the link	Refer 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 46 is an example of a generic troubleshooting procedure that could be adapted to most common networks. The troubleshooting procedure shown in Figure 46 applies if a procedure is not available.

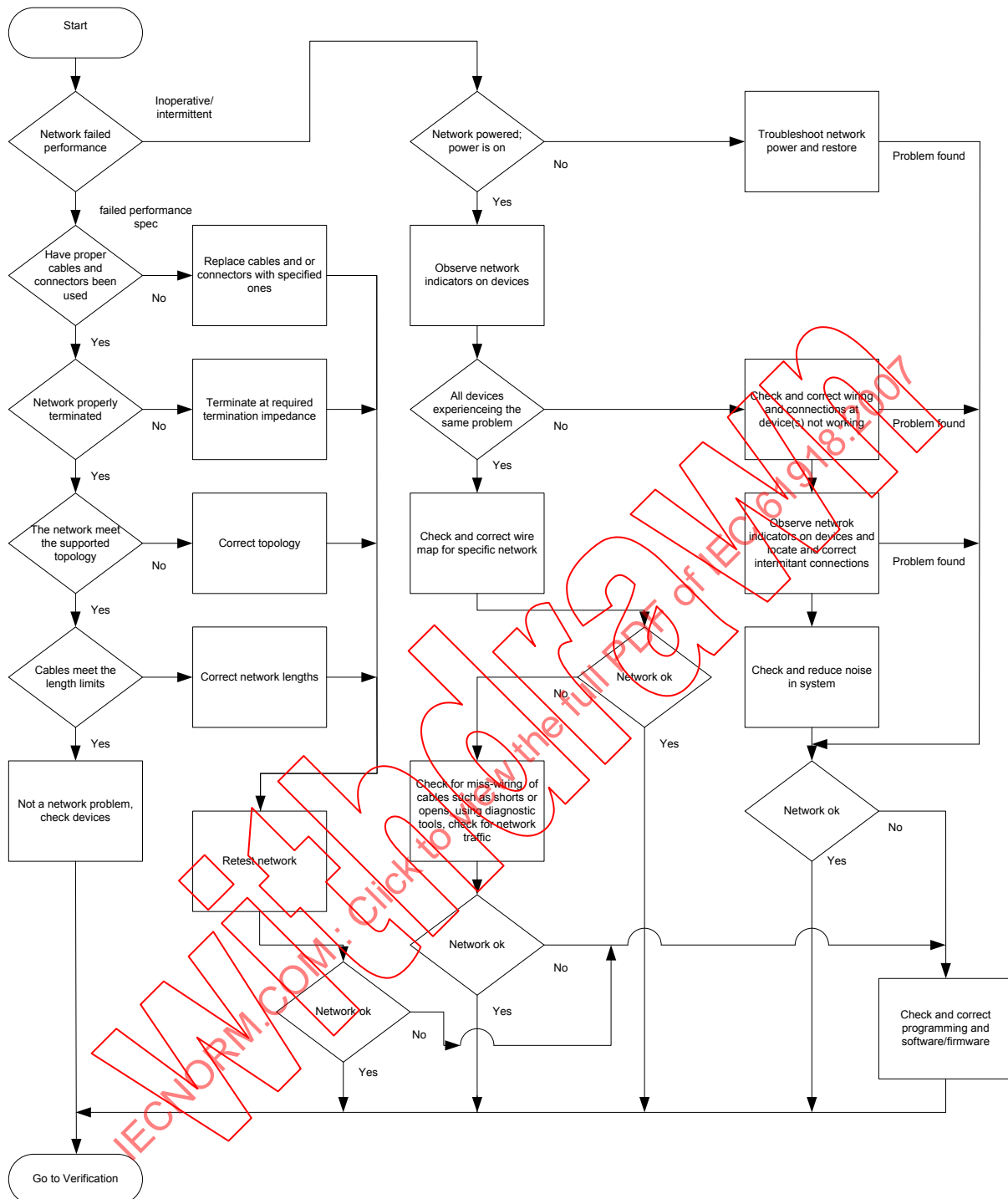


Figure 46 – Troubleshooting procedure

8.3.5 Simplified troubleshooting procedure

The procedure in Figure 47 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.

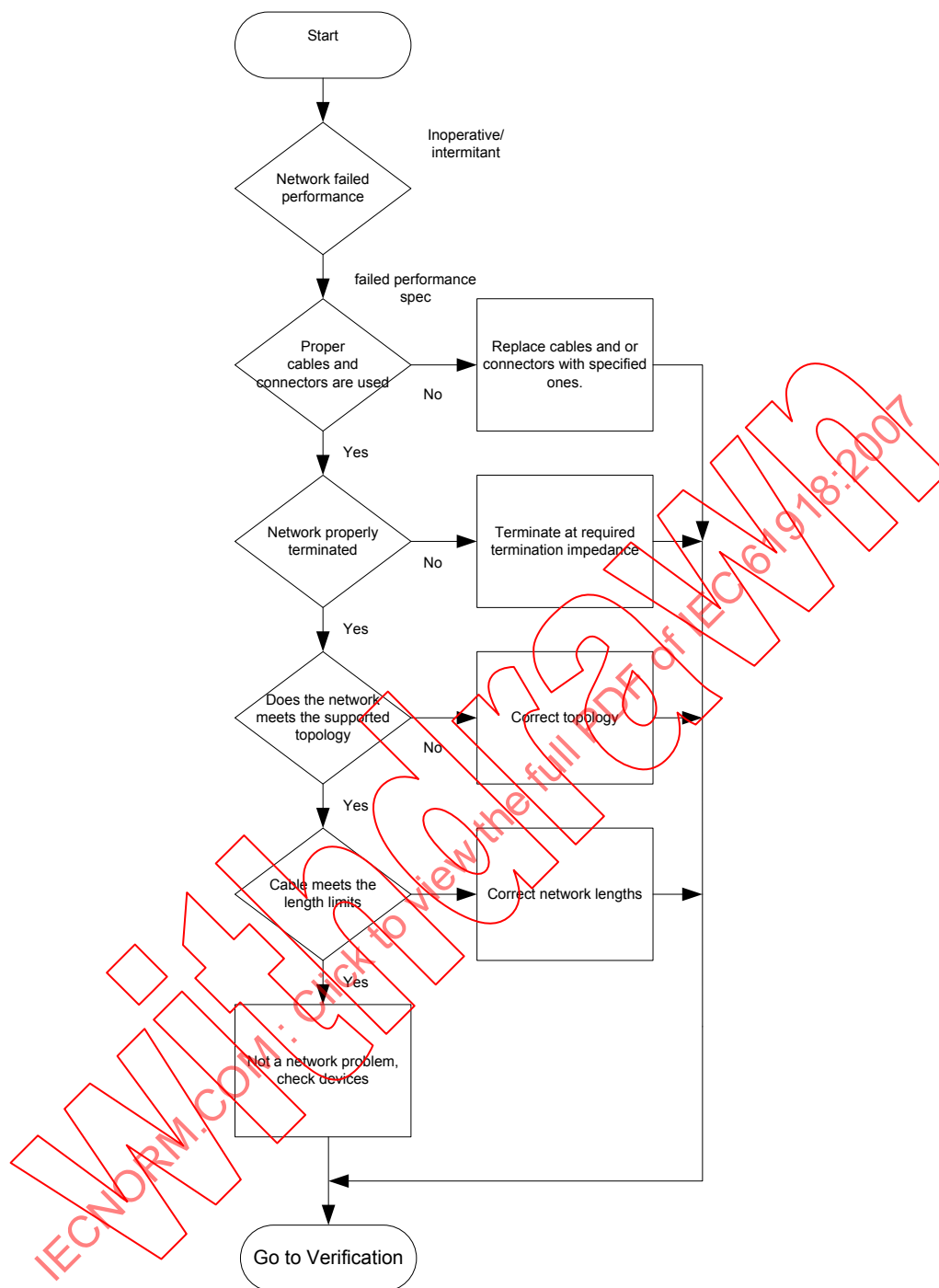


Figure 47 – Fault detection without special tools

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)

Introduction to 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, process control and monitoring applications. The design of this cabling is specified in ISO/IEC 24702.

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 24702 and include telephony and local area networks. Where the TO is installed in locations associated with automation islands, the type of applications detailed in this standard may also be supported.

As generic cabling is intended to support a wide range of applications, the specification of the TO in ISO/IEC 24702 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.

Cabling designed to meet the requirements of a specific CPF may not meet the complete set of requirements of ISO/IEC 24702 even though the cabling may contain some of the cabling subsystems and transmission performance requirements of ISO/IEC 24702. In such cases, the TO is termed the AO and is as defined for that CPF in this standard and the cabling is considered non-generic.

NOTE ISO/IEC 24702 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 24702.

The background to the development of the approach will be given in the future ISO/IEC TR 29106.

A recommendation for the wider application of this approach by the installation planner and installer is given in Clause 4. This Annex contains additional information for the benefit of the planner and the installer.

B.2 Introduction to MICE

The MICE concept is a relatively new concept in which an environment within an installation can be classified in terms of environmental and EMI levels. Table B.5 defines 3 levels called classifications for 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 ($M_3I_3C_3E_3$).

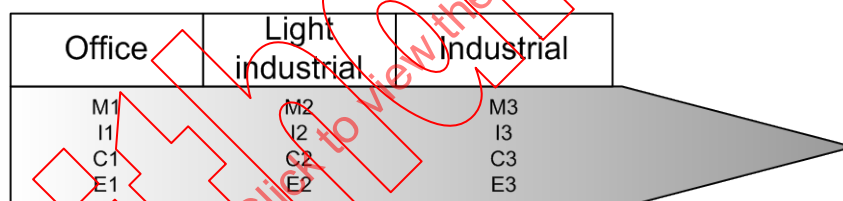


Figure B.1 – MICE classifications

All three areas may exist on the factory floor, as shown in Figure B.2 .

Figure B.2 is an example of a typical industrial area containing one or more automation islands. Further, the automation island 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 the automation island 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 temperatures where the cables and equipment is routed/installed may be 65 degrees C in which the Climatic classification as defined by the MICE table is the automation island will then be C2. The machinery in the automation island may consist of welding robots, in which the EMI is most likely in the E3 classification. The MICE environment can then be summarized as M_3, I_2, C_2 and E3.

NOTE The terms used in Figure B.2 are specific to this annex.

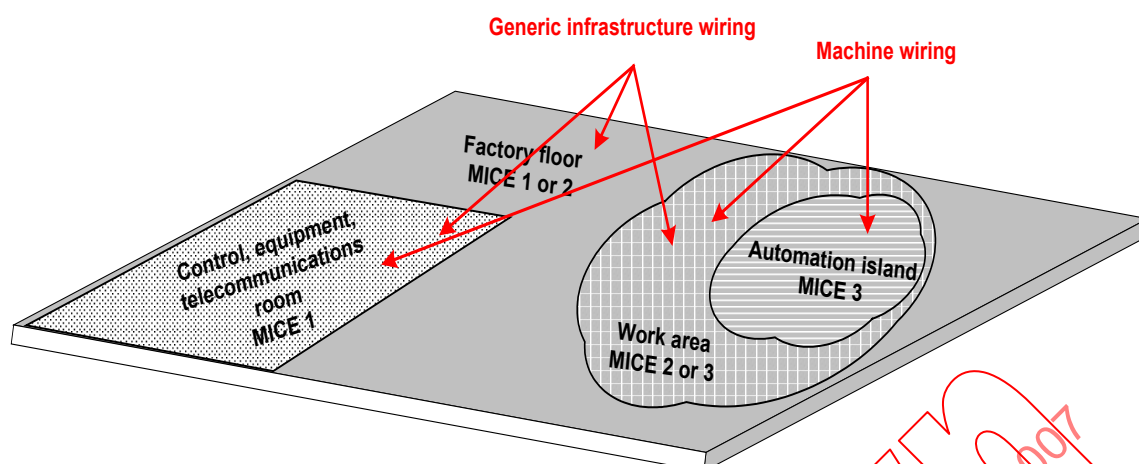


Figure B.2 – Example MICE areas within a facility

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 there by 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.

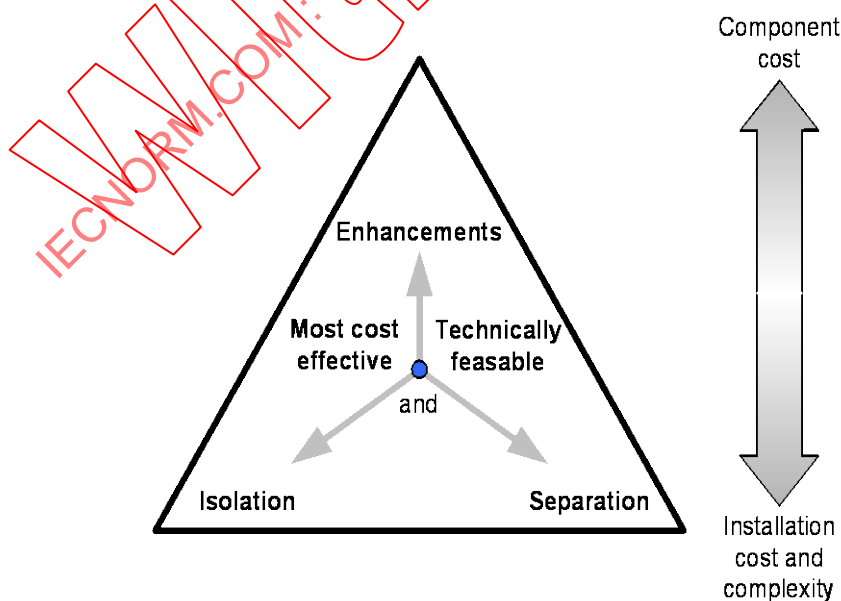


Figure B.3 – Enhancement, isolation and separation

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 to action.

Table B.1 – Example 1 of targeted MICE area

Component	Environment
M1	M3
I3	I1
C3	C2
E2	E3

Since the component does not map directly in to the environment, the environment should be mitigated. The harsh M3 environment can be converted to an M1 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 M3 and E3 problems are solved.

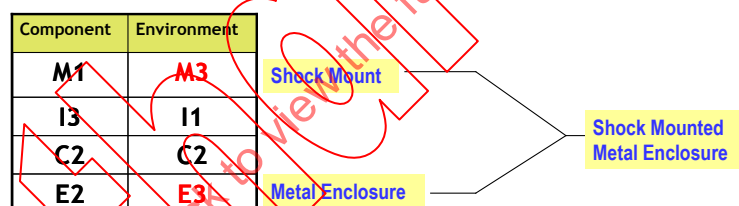


Figure B.4 – Example 1 of mitigation

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
M1	M1
I3	I1
C2	C2
E2	E3

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.

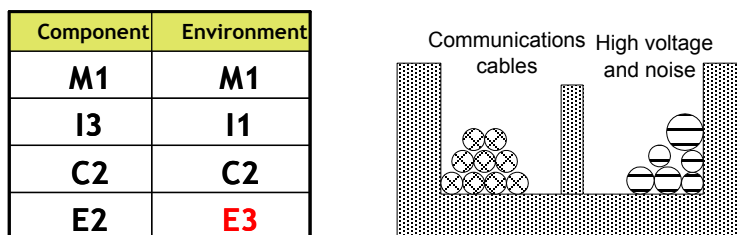


Figure B.5 – Example 2 of mitigation

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 to 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 automation island. Device not only generates 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.

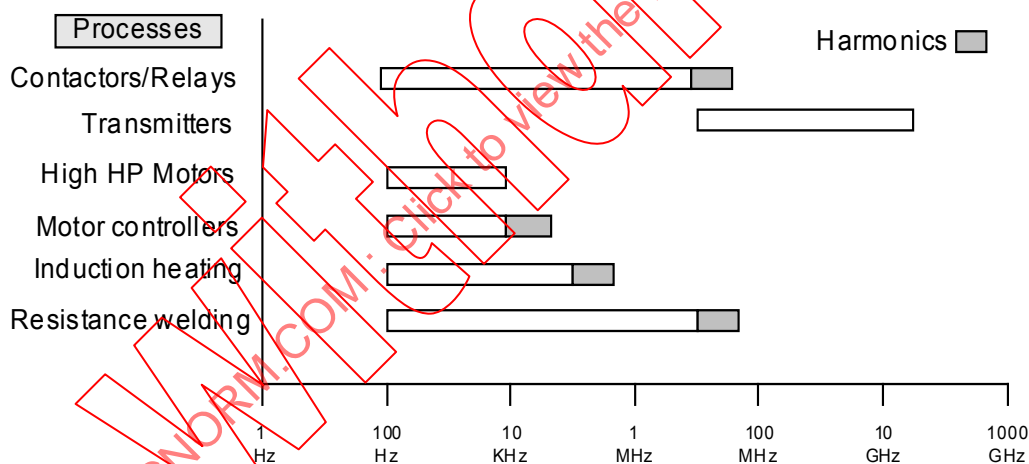


Figure B.6 – Frequency range of electromagnetic disturbance from common industrial devices

Table B.3 provides general guidance as to the electromagnetic level (E1, E2, E3) 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 (E1, E2, E3) 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 ₂
	> 0,5 m	E ₁
Transmitters (< 1 W)	< 0,5 m	E ₃
	> 0,5 m	E ₁ or E ₂
Transmitters (1 W to 3 W)	< 1,0 m	E ₃
	≥ 1,0 m	E ₁ or E ₂
Transmitters (TV, radio, mobile, base station)	< 1 km	E ₃
	≥ 0,3 km	E ₁ or E ₂
High HP motors	< 3 m	E ₃
	> 3 m	E ₁
Motor controllers	< 0,5 m	E ₃
	0,5 m to 3 m	E ₂
	> 3 m	E ₁
Induction heating < 8 MW	< 0,5 m	E ₃
	0,5 m to 3 m	E ₂
	> 3 m	E ₁
Resistance heating	< 0,5 m	E ₂
	> 0,5 m	E ₁
Fluorescent lights	< 0,15 m	E ₃
	> 0,15 m	E ₁ or E ₂
Thermostatic switches 110 V to 230 V	< 0,5 m	E ₂ to E ₃
	> 0,5 m	E ₁

Table B.4 provides information regarding the coupling mechanism for each of the 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 dV/dt. To correct this situation, additional separation may be provided to reduce the magnitude of coupling.

Table B.4 – Coupling mechanism for each of the 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.

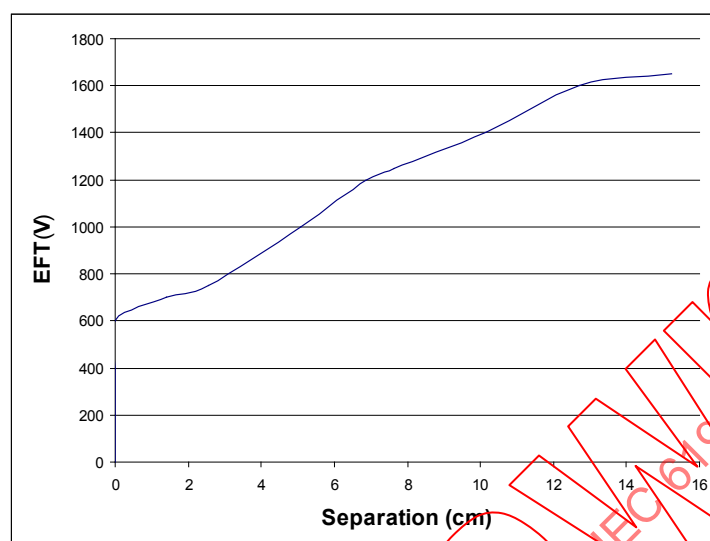


Figure B.7 – Example of a general guidance for separation versus EFT value

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 24702 also contains information in support of non-generic cabling structures that may support the implementations of specific CPF.

B.5 The MICE table

Table B.5 is an excerpt from ISO/IEC 24702 which details the boundaries of the MICE classification, which classifies each of the environment aspects (M, I, C, E) of an industrial area into 3 environmental classifications (1, 2, 3). $M_3I_3C_3E_3$ is the harshest, while $M_1I_1C_1E_1$ is equivalent to most commercial building environments. The values in Table B.5 can be used to determine the classifications for each environmental area within the customer premises.

Table B.5 – MICE definition

Mechanical	M ₁	M ₂	M ₃
Shock/bump (see a))			
Peak acceleration	40 ms ⁻²	100 ms ⁻²	250 ms ⁻²
Vibration			
Displacement amplitude (2 Hz to 9 Hz)	1,5 mm	7,0 mm	15,0 mm
Acceleration amplitude (9 Hz to 500 Hz)	5 ms ⁻²	20 ms ⁻²	50 ms ⁻²
Tensile force	See b)	See b)	See b)
Crush	45 N over 25 mm (linear) min.	1 100 N over 150 mm (linear) min.	2 200 N over 150 mm (linear) min.
Impact	1 J	10 J	30 J
Bending, flexing and torsion	See b)	See b)	See b)
Ingress	I ₁	I ₂	I ₃
Particulate ingress (diameter max.)	12,5 mm	50 µm	50 µm
Immersion	None	Intermittent liquid jet ≤ 12,5 l/min ≥ 6,3 mm jet > 2,5 m distance	Intermittent liquid jet ≤ 12,5 l/min ≥ 6,3 mm jet > 2,5 m distance and immersion (≤ 1 m for ≤ 30 min)
Climatic and chemical	C ₁	C ₂	C ₃
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 % (non-condensing)	5 % to 95 % (condensing)	5 % to 95 % (condensing)
Solar radiation	700 Wm ⁻²	1 120 Wm ⁻²	1 120 Wm ⁻²
Liquid pollution (see c))	Concentration x 10 ⁻⁶	Concentration x 10 ⁻⁶	Concentration x 10 ⁻⁶
Contaminants			
Sodium chloride (salt/sea water)	0	<0,3	<0,3
Oil (dry-air concentration) (for oil types, see b))	0	<0,005	<0,5
Sodium stearate (soap)	None	>5 x 10 ⁴ aqueous non-gelling	>5 x 10 ⁴ aqueous gelling
Detergent	None	ffs	ffs
Conductive materials	None	Temporary	Present
Gaseous pollution (see c))	Mean/Peak (Concentration x 10 ⁻⁶)	Mean/Peak (Concentration x 10 ⁻⁶)	Mean/Peak (Concentration x 10 ⁻⁶)
Contaminants			
Hydrogen sulphide	<0,003/<0,01	<0,05/<0,5	<10/<50
Sulphur dioxide	<0,01/<0,03	<0,1/<0,3	<5/<15
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

Electromagnetic	E ₁	E ₂	E ₃
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) 3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz) 1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz)	3 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz) 3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz) 1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz)	10 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz) 3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz) 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	1 000 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 ⁻¹	3 Am ⁻¹	30 Am ⁻¹
Magnetic field (60 Hz to 20 000 Hz)	ffs	ffs	ffs
a) Bump: the repetitive nature of the shock experienced by the channel shall be taken into account. b) This aspect of environmental classification is installation-specific and should be considered in association with IEC 61918 and the appropriate component specification. c) A single dimensional characteristic, i.e. Concentration x 10⁻⁶, was chosen to unify limits from different standards.			

NOTE In ISO/IEC 24702 a), b), c) are footnotes edited as here shown and repeated at the bottom of each page on which the table is printed.

Annex C (informative)

Network topologies

C.1 Common description

Each network topology provides a different set of features and benefits. The following notes cover 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 may not be able to recover from a second fault.

NOTE 2 Some network topologies and design approaches may 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 may be required to replace a multi-port switch with several good ports and one faulty port.

NOTE 4 During and after repair, the network may operate in its backup mode of operation.

c) Reinstatement of the network to its original operational state.

NOTE 5 As part of the reconfiguration and backup process the active 'network manager' and active 'source of network time' may be transferred to other nodes on the network, however for normal operation these entities may need to be re-instated to their original design location such as a protected node in the main control room. Any operational impact of the re-instatement process should be evaluated.

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 table

The connector table provided in this annex is 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 table. 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.2 provides the pin and wire code assignment for a number of connectors as defined by some consortia for their CPs. The trade names of the CPs are reported after the table.

Additional conventions are:

- a) for connectors that do not have some pins, those pins are identified with “na”;
- b) not used pins are identified with symbol “ - “;
- c) drain wire or shield is represented as “Drain”.

The CPs treated in Table D.2 are listed hereafter, complete with their trade names (see Annex M for the complete list as recorded in IEC 61158–1, Annex A).

- **CPF 1** (FOUNDATION Fieldbus); CP 1/1 (FOUNDATION Fieldbus).
- **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 6** (INTERBUS): one common installation profile for CPF 6 Type 8 networks (CP 6/1 etc.), and CP 6/2 over Ethernet.
- **CPF 10** (Vnet/IP): CP 10/1.
- **CPF 11**(TCnet): CP 11/1.

Table D.2 – Connector table

Connector	Pin	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	CP									
8way RJ45	CP 1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	na
	CP 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	na
	CP 2/2	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	GN	WH/BN	BN	na
	CP 2/3	-	-	-	-	-	-	-	-	na
	CP 3/1	-	-	-	-	-	-	-	-	na
	CP 3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	na
	CP 3/3	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	na
	CP 3/4	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	na
	CP 3/5	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	na
	CP 3/6	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	na
	CP 6/1, 6/3	-	-	-	-	-	-	-	-	na
	CP 6/2	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	GN	WH/BN	BN	na
	CP 10	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	GN	WH/BN	BN	na
	CP 11	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	GN	WH/BN	BN	na
M12-4 A-coding	CP 1/1	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 2/1	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 2/2	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 2/3	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 3/1	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 3/2	GN	-	RD	-	na	na	na	na	na
	CP 3/3	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 3/4	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 3/5	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 3/6	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 6/1, 6/3	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 6/2	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CPF 10	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CPF 11	-	-	-	-	na	na	na	na	na

Connector	Pin CP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
M12-5 A-coding	CP 1/1	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CP 2/1	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CP 2/2	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CP 2/3	Drain	RD	BK	WH	BU	na	na	na	na
	CP 3/1	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CP 3/2	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CP 3/3	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CP 3/4	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CP 3/5	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CP 3/6	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CP 6/1, 6/3	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CP 6/2	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CPF 10	-	-	-	-	-	na	na	na	na
	CPF 11	-	-	-	-	-	na	na	na	na
M12-4 D-coding	CP 1/1	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 2/1	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 2/2	WH/OG	OG	WH/GN	GN	na	na	na	na	na
	CP 2/3	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 3/1	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 3/2	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 3/3	YE	WH	OG	BU	na	na	na	na	na
	CP 3/4	YE	WH	OG	BU	na	na	na	na	na
	CP 3/5	YE	WH	OG	BU	na	na	na	na	na
	CP 3/6	YE	WH	OG	BU	na	na	na	na	na
	CP 6/1, 6/3	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CP 6/2	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CPF 10	-	-	-	-	na	na	na	na	na
	CPF 11	-	-	-	-	na	na	na	na	na

[illegible]

Connector	Pin	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	CP									
Open style	CP 1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CP 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CP 2/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CP 2/3	BK	BU	Drain	WH	RD	-	-	-	-
	CP 3/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CP 3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CP 3/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CP 6/1, 6/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CP 6/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CPF 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CPF 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BNC	CP 1/1	Centre	Drain	na	na	na	na	na	na	na
	CP 2/1	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 2/2	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 2/3	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 3/1	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 3/2	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 3/3	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 6/1, 6/3	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 6/2	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CPF 10	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CPF 11	-	-	na	na	na	na	na	na	na
TNC	CP 1/1	Centre	Drain	na	na	na	na	na	na	na
	CP 2/1	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 2/2	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 2/3	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 3/1	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 3/2	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 3/3	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 6/1 6/3	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CP 6/2	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CPF 10	-	-	na	na	na	na	na	na	na
	CPF 11	-	-	na	na	na	na	na	na	na

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 subracks. 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).

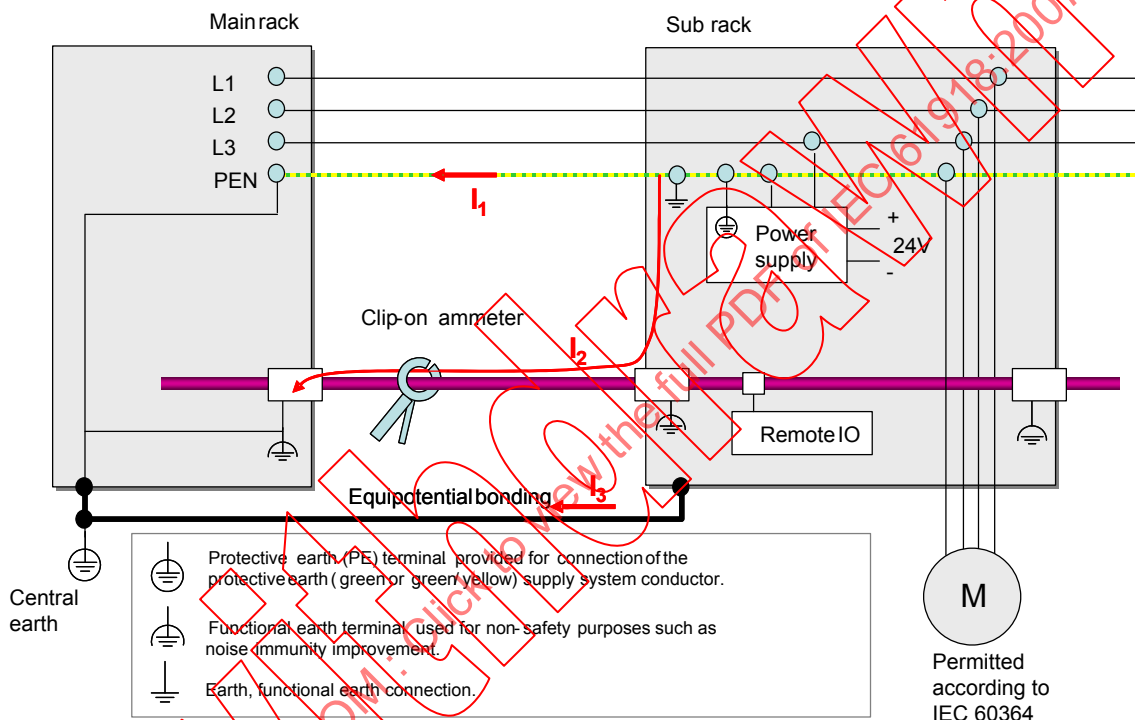


Figure E.1 – Four-wire power network (TN-C)

The functional earth terminals and the functional earth connections are 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 highfrequency 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 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 IEC 60364-1, 312.2.1 TN Systems.

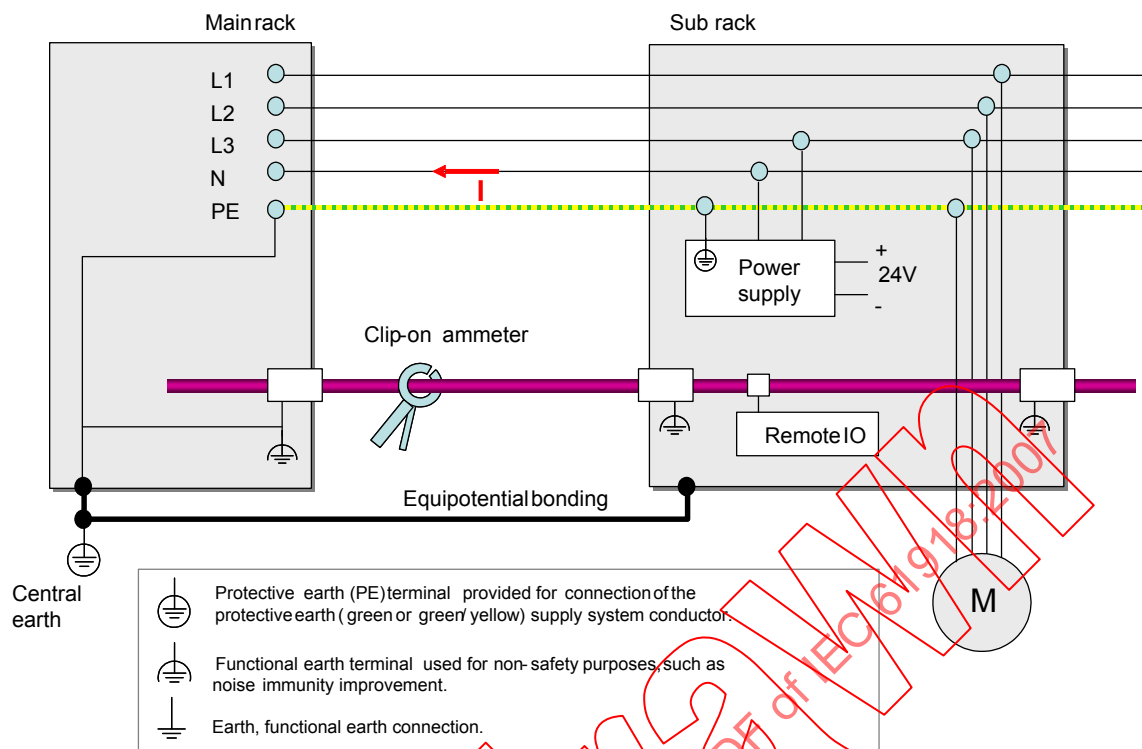


Figure E.2 – Five wire power network (TN-S)

Also in this case, the functional earth terminals and the functional earth connections is bonded as described above.

Annex F (informative)

Conversion table mm² to AWG

Table F.1 provides an approximate conversion table from mm² to AWG for commonly used wire gauges.

If the required wire size is not available then the next larger size should be selected.

Table F.1 – Approximate conversion table for commonly used wire gauge

mm ²	AWG/mcm	mm ²	AWG/mcm
0,05	30	55	1/0
0,08	28	70	2/0
0,14	26	95	3/0
0,20	24	120	4/0
0,28	23	150	300 mcm
0,34	22	185	350 mcm
0,38	21	240	500 mcm
0,5	20	300	600 mcm
0,75	18	400	750 mcm
1	17	500	1 000 mcm
1,5	16		
2,5	14		
4	12		
6	10		
10	8		
16	6		
25	4		
35	2		
50	1		

Annex G (informative)

Installed cabling verification checklists

G.1 Introduction

This annex 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 with recorded deviations and additions and the appropriate installation profile of the IEC 61784-5 series.

G.2 Copper cabling verification checklist

Table G.1 provides the copper cabling verification checklist.

Table G.1 – Copper cabling verification checklist

System		Segment name		
		Transmission speed		
Assembly acceptance performed by				
Comments				
Installed copper cabling visual inspection, verification				
OK	Not OK	AI No.	Action item	Notes
General checks for all CPs				
		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	Bend 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/socket is reserved for programming/maintenance device connection	
		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 ^a		mΩ	0,005	Ω
		2	Resistance offset ^b		Ω	0,6	Ω
		3	Voltage offset ^c		V	1	V
^a Measured between connections and surfaces bonded to earth and dedicated earthing points. ^b Measured between any newly installed earthing and bonding connection and one pre-existing earthing and bonding point. ^c 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-based CPs.

Table G.4 – Checklist for special checks for non-Ethernet-based CPs

Special checks for non-Ethernet-based CPs				
OK	Not OK	AI No.	Action item	Notes
		29	Transmission speed and fieldbus dependant device-address	
		30	Correct number of terminators present, with correct values in the correct positions	
		31	Guaranteed power supply for terminating resistors (even in case of emergency stop)	
		32	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				
Optical fibre cabling visual inspection, verification				
OK	Not OK	AI 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	Bend radii specification observed	
		9	Min./Max. length of segment/branch lines not exceeded	
		10	Proper cable lead-in into cabinets and or buildings	
		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	
		17	Physical topology	
		18	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 (informative)

Connector/cable pinning

H.1 Introduction

This annex provides the connector/cable pinning for Ethernet based networks.

H.2 Constructing cord sets

This section details the pin/pair assignments for plug to plug cord sets. Cord sets can either be factory assembled or field assembled. The following tables and schematics are provided to help in the construction and verification of cord sets. All cord sets should conform to the channel de-rating based on the cable type and environmental conditions. All cord sets should 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.

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 connection methods. Among the most popular there are the IDC types that require no tools to assemble. Others may provide cage cramps, screw terminals or solder cups for wire attachment. If field assembled it is important to select the correct connector to meet the relevant international protection (IP) Code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufactures assembly instructions should be followed. Wire the cord set as shown in Figure H.1 and Table H.1. It is highly recommended that twisted pair cables be used as these provide better noise immunity than star quad cable designs.

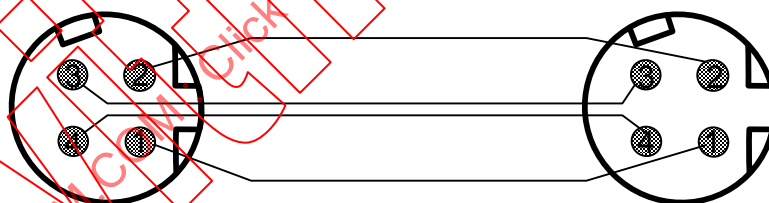


Figure H.1 – Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors

Table H.1 – M12-4 D-coding pin/pair assignment

Pin	Wire colour	Name	Signal
1	WH/OG	Transmit data +	TXD+
2	WH/GN	Receive data +	RXD+
3	GN	Transmit data -	TXD-
4	OG	Receive data -	RXD-

H.2.2 Crossover cord sets with M12-4 D-coding connectors

Crossover M12-D-coding cord sets can be factory supplied or field constructed. If field assembled it is important to select the correct connector to meet the relevant IP Code for the environment. Wire the cord set as shown in Figure H.2 and Table H.2.

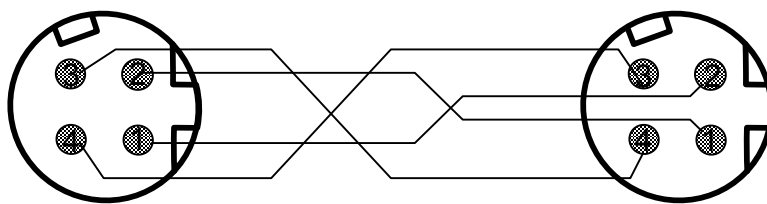


Figure H.2 – Crossover cord sets with M12-4 D-coding connectors

Table H.2 – M12 to M12 crossover pin/pair assignment

M12 Pin	M12 Pin	Wire colour	Name	Signal
2	1	WH/OG	Transmit data +	TXD+
1	2	WH/GN	Receive data +	RXD+
4	3	OG	Transmit data -	TXD-
3	4	GN	Receive data -	RXD-

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 it is important to select the correct connector to meet the relevant IP Code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufactures assembly instructions should be followed. Wire the cord set as shown in Figure H.3 and Table H.3.



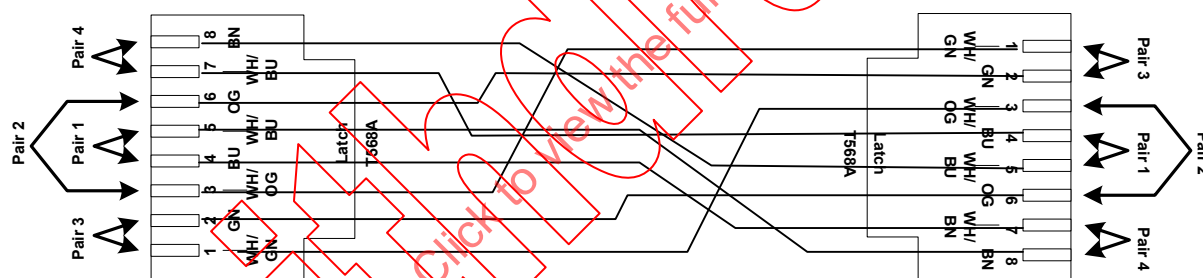
Figure H.3 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors

Table H.3 – 8-way modular connector pin/pair assignment

PIN	Signal name	Wire Colour T568A	Pair assignment	Wire Colour T568B	Pair assignment
1	TXD+	WH GN	Pair 3	WH OG	Pair 2
2	TXD-	GN		OG	
3	RXD+	WH OG	Pair 2	WH GN	Pair 3
4	–	BU	Pair 1	BU	Pair 1
5	–	WH BU		WH BU	
6	RXD-	OG	Pair 2	GN	Pair 3
7	–	WH BN	Pair 4	WH BN	Pair 4
8	–	BN		BN	
NOTE Pairs 1 and 4 are not used for 10 Mbit/s and 100 Mbit/s networks.					

H.2.4 Crossover cord sets with 8-way modular connector

8-Way Modular crossover cord sets can be factory supplied or field constructed. If field assembled it is important to select the correct connector to meet the relevant IP Code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufactures assembly instructions should be followed. Wire the cord set as shown in Figure H.4 and Table H.4.

**Figure H.4 – Crossover cord sets with 8-way modular connector****Table H.4 – 8-way modular crossover pin/pair assignment**

PIN	Signal name	Wire colour	Pair assignment	Route to PIN
1	TXD+	WH GN	Pair 3	3
2	TXD-	GN		6
3	RXD+	WH OG	Pair 2	1
4	–	BU	Pair 1	7
5	–	WH BU		8
6	RXD-	OG	Pair 2	2
7	–	WH BN	Pair 4	4
8	–	BN		5

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

manufactures assembly instructions should be followed. Wire the cord set as shown in Figure H.5 and Table H.5.

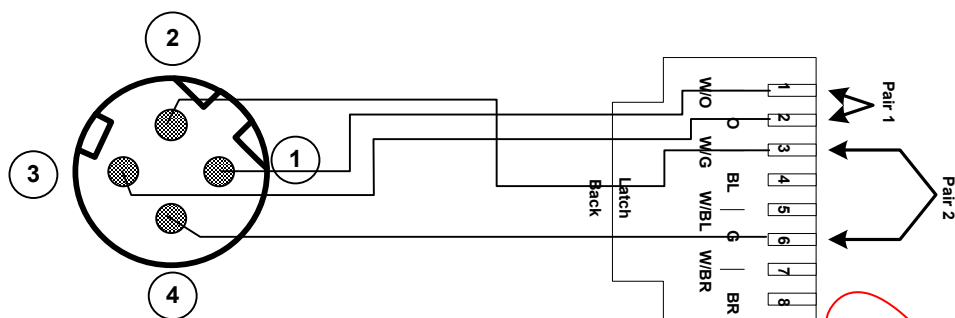


Figure H.5 – Conversion from M12-4 to 8-way modular connector

Table H.5 – Connectivity pin assignment

8-Way modular connector	M12 Pin	Wire colour	Name	Signal
1	1	WH OG	Transmit data +	TXD+
3	2	WH GN	Receive data +	RXD+
2	3	OG	Transmit data -	TXD-
6	4	GN	Receive data -	RXD-

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 manufactures assembly instructions should be followed. Wire the cord set as shown in Figure H.6 and Table H.6.

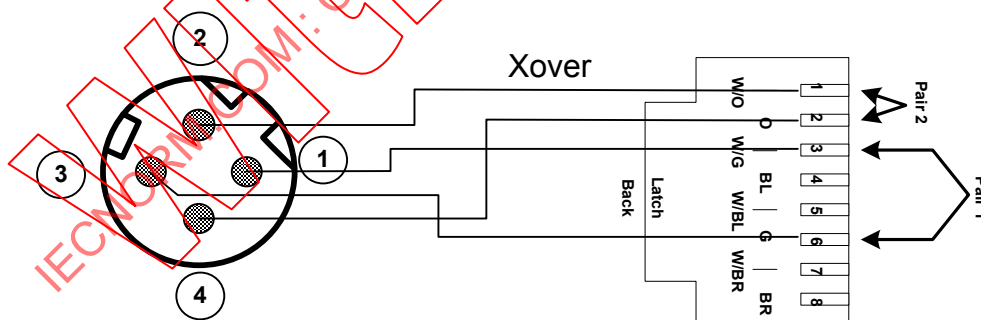


Figure H.6 – M12-4 to 8-way modular connector crossover cable

Table H.6 – M12 to 8-way modular crossover pin pair assignment

8-way modular connector	M12 Pin	Wire colour	Name	Signal
3	1	WH OG	Transmit data +	TXD+
1	2	WH GN	Receive data +	RXD+
6	3	OG	Transmit data -	TXD-
2	4	GN	Receive data -	RXD-

Annex I (informative)

Guidance for terminating cable ends

I.1 Introduction

As examples of good practice for terminating cable ends, the following guidance is given here in addition to the general 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. Careful should be taken to not 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.2 (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.

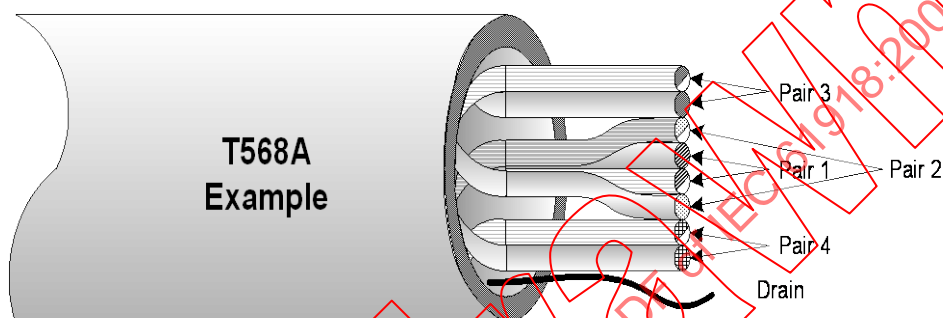


Figure I.2 – Example of wire preparation for type A cables

- 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.

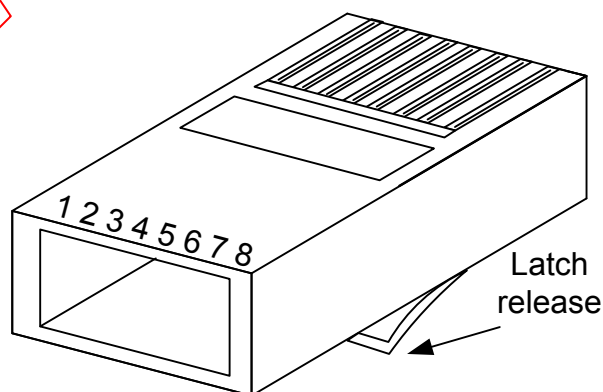


Figure I.3 – 8-way modular plug

- 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.

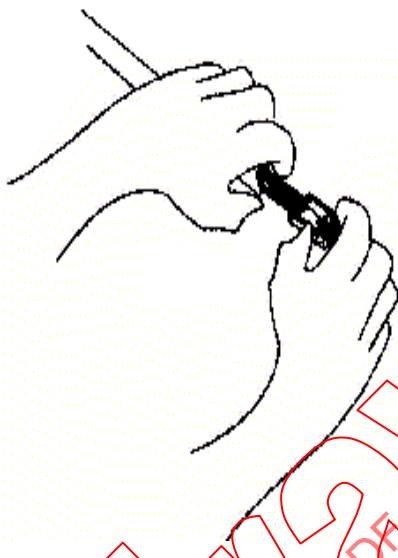


Figure I.4 – Inserting the cable into the connector body

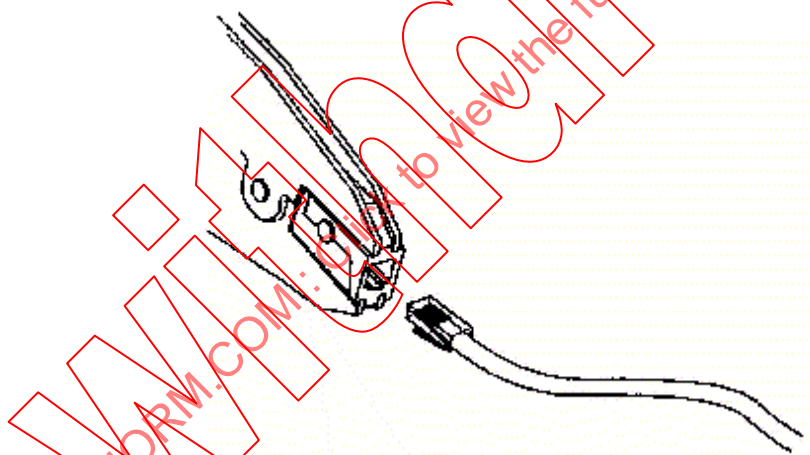


Figure I.5 – Crimping the connector

- 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 modular 8-way 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.2. 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).

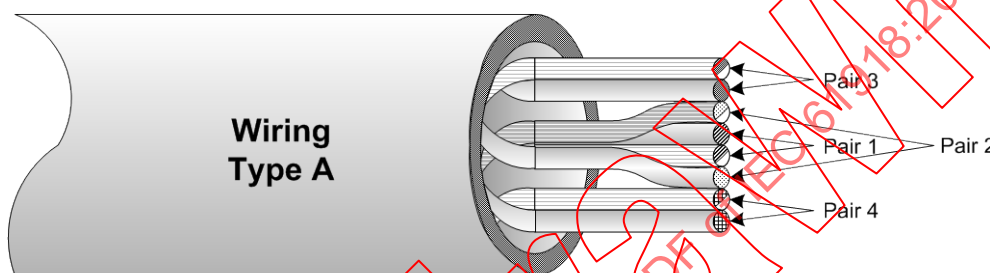


Figure I.6 – Example of a cable preparation for type A wiring

- 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 UTP or STP cable. 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).

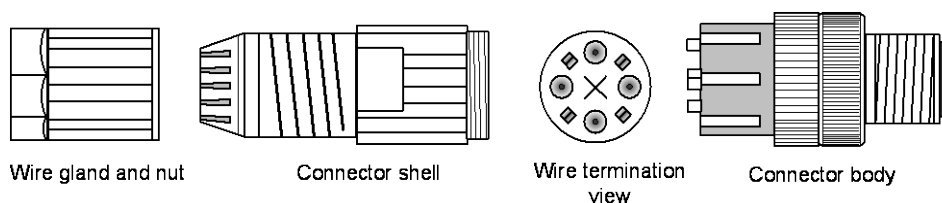


Figure I.7 – Connector components

- b) Cut approximately 50 mm off the end of the cable and discard the cut off (see Figure I.8).

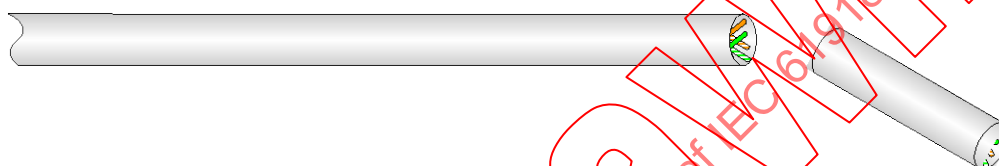


Figure I.8 – Cable preparation

- c) Slide the wire gland, nut and connector shell on the cable (see Figure I.9).

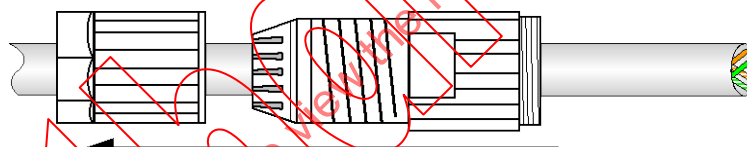


Figure I.9 – Connector wire gland, nut and shell on the cable

- 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).

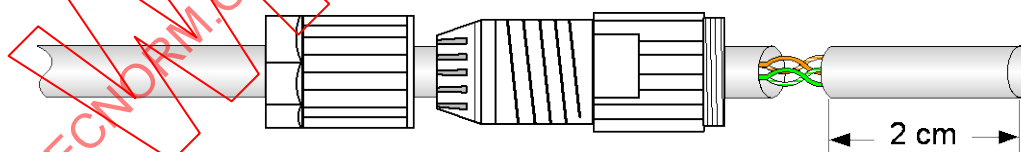


Figure I.10 – Conductors preparation

- e) Remove and discard the jacket (see Figure I.11).

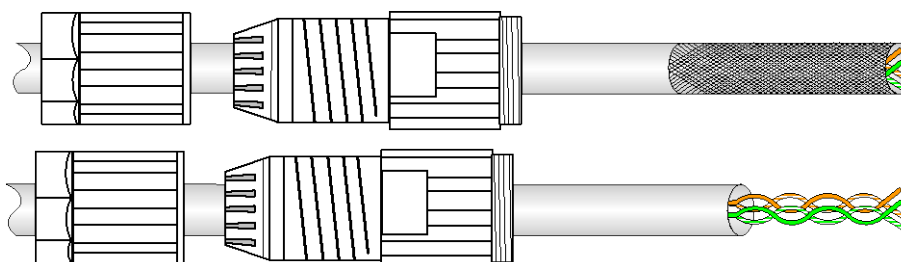


Figure I.11 – Jacket removal

- 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).

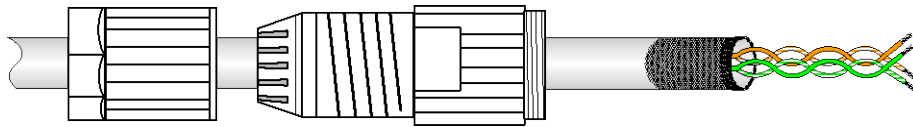


Figure I.12 – Shield preparation

- 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.

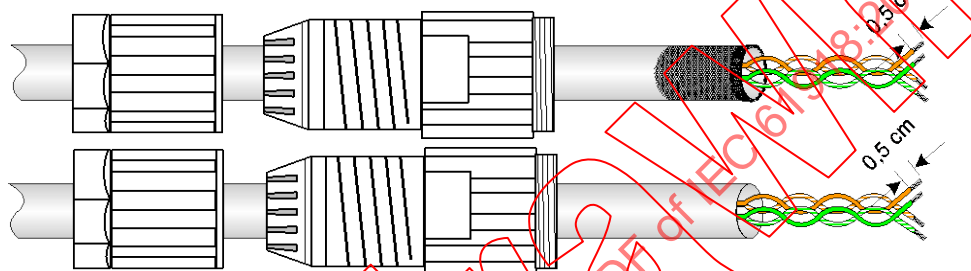


Figure I.13 – Conductors preparation

- h) Prepare the conductors according to the wire map specified in the cabling planning documentation.
- i) Insert the wires in to the back end 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.

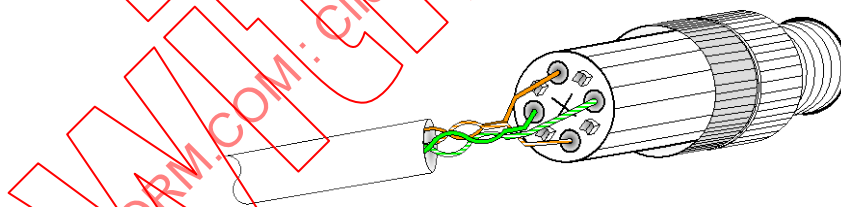


Figure I.14 – Installing conductors in connector

- j) Check that the conductors are securely fastened to the connector contacts by gently pulling on 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).

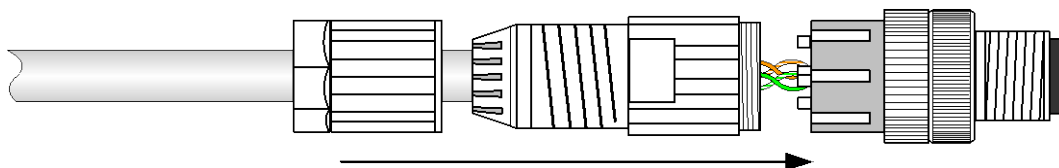


Figure I.15 – Assembling the body of the connector

- l) Slide the wire gland over the connector shell and tighten using hand tools (see Figure I.16). Care should be taken to not over tighten the wire gland causing damage to the connector.

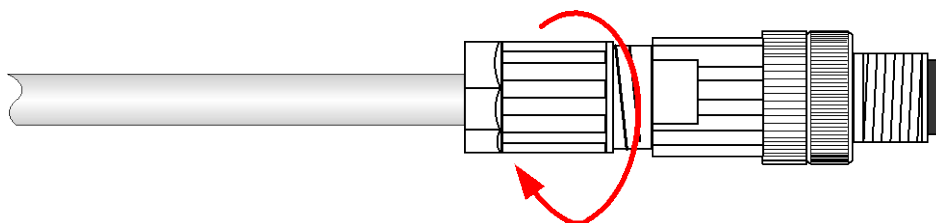


Figure I.16 – Final assembling

- 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 channel

J.1 Introduction

The following recommendation should be considered when using bulkhead connections with back-to-back connectors and when more than 4 connections are needed.

WARNING At the current time the effects on the channel performance when back-to-back connections are used are under study.

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, provided that each plug/jack interface exceeds the return loss given by Equation (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) 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 are 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(TBD) - 20 log (f)	94(TBD) – 20 log (f)	CAT 5
E	5 or 6	70(TBD) - 20 log (f)	100(TBD) - 20 log (f)	CAT 6
NOTE Class E channel requiring five or six connections may 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 de-stabilised 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 may report the interference as part of the test results, or the tester person may infer the presence of interference because tests take an abnormally long time.

K.4.2 Generic cable 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 24702.

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 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 for 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 analyze 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.

Annex L (informative)

Communication network installation work responsibility

L.1 Introduction

This standard 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

In general, one body (person or organisation) should be responsible for each phase of the installation lifecycle as defined in this International Standard.

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.

Also 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 standard.

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 here in Table M.1.

Table M.1 – Trade names of CPFs and CPs

Family CPF Nos.	Technology name
1	Foundation Fieldbus ²
2	CIP™ ³
CP 2/1	ControlNet™ ⁴
CP 2/2	EtherNet/IP™ ⁵
CP 2/3	DeviceNet™ ⁶
3	PROFIBUS & PROFINET ⁷
4	P-NET® ⁸
5	WorldFIP® ⁹

- ² FOUNDATION Fieldbus™ is the trade name of the non-profit consortium "Fieldbus Foundation". This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ³ CIP™ is a trade name of Open DeviceNet Vendor Association, Inc. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ⁴ ControlNet™ is a trade name of ControlNet International, Ltd. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ⁵ EtherNet/IP™ is a trade name of ControlNet International, Ltd. and Open DeviceNet Vendor Association, Inc. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ⁶ DeviceNet™ is a trade name of Open DeviceNet Vendor Association, Inc. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ⁷ 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 International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trade names holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the registered trade name. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.
- ⁸ 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 International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ⁹ WorldFIP is the trade name of the WorldFIP organization. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

Family CPF Nos.	Technology name
6	INTERBUS® ¹⁰
8	CC-Link ¹¹
9	HART ¹²
10	VNET/IP ¹³
11	TCnet ¹⁴
12	EtherCAT ¹⁵
13	Ethernet Powerlink ¹⁶
14	EPA ¹⁷
15	MODBUS-RTPS ¹⁸
16	SERCOS ¹⁹

- ¹⁰ 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 International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹¹ CC-Link and CC-Link/LT 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 International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹² HART is a trade name of the HART Communications Foundation. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹³ VNET/IP is a trade name of Yokogawa Electric Corporation. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁴ In Japan, TCnet is a trade name of TOSHIBA corporation. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁵ EtherCAT™ is a trade name of Beckhoff, Verl. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁶ 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 International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁷ EPA™ is a trade name of SUPCON Group Co. Ltd. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁸ MODBUS and MODBUS-RTPS are trade names of modbus.org. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁹ SERCOS is a trade name of Interests Group SERCOS interface e.V. This information is given for the convenience of users of this International Standard 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. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

Annex N (informative)

Validation measurements

N.1 General

This annex 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 installed physical length of the 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 d.c. 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.

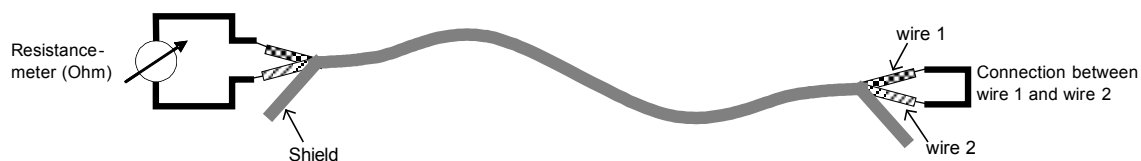


Figure N.1 – Loop resistance measurement wire to wire

- 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.



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.



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.



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.



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 may 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) $\text{DCR}_{(\text{shield})} = 0,5 \times (\text{DCR}_{(\text{shield}_1)} + \text{DCR}_{(\text{shield}_2)})$

$$\text{b) } \text{DC}_{\text{unbal}} = |\text{DCR}_{(\text{step2})} - \text{DCR}_{(\text{step 3})}|$$

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.

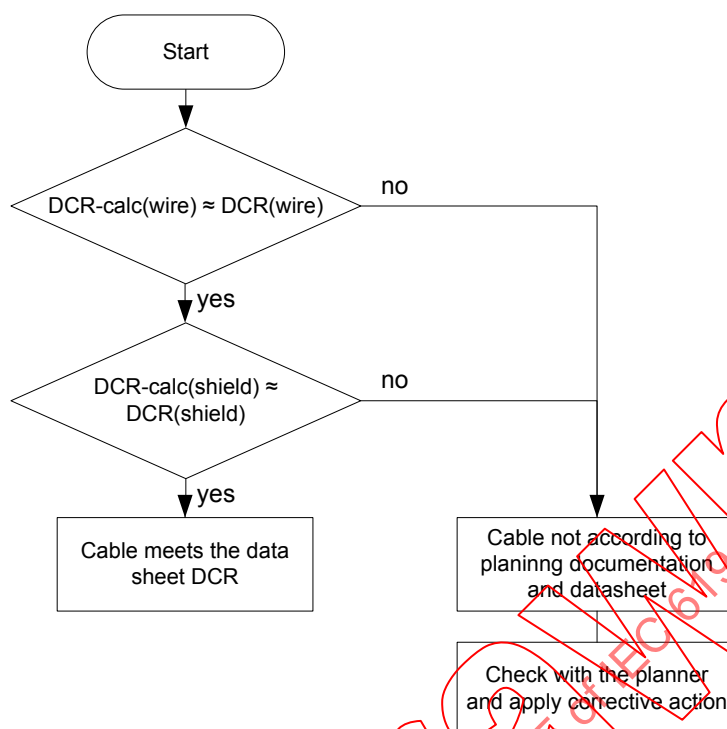


Figure N.6 – Validation of the cable DCR

N.2.5.2 Conclusions for cable open or shorts

Comparing the $DCR_{(calc)}$ 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.

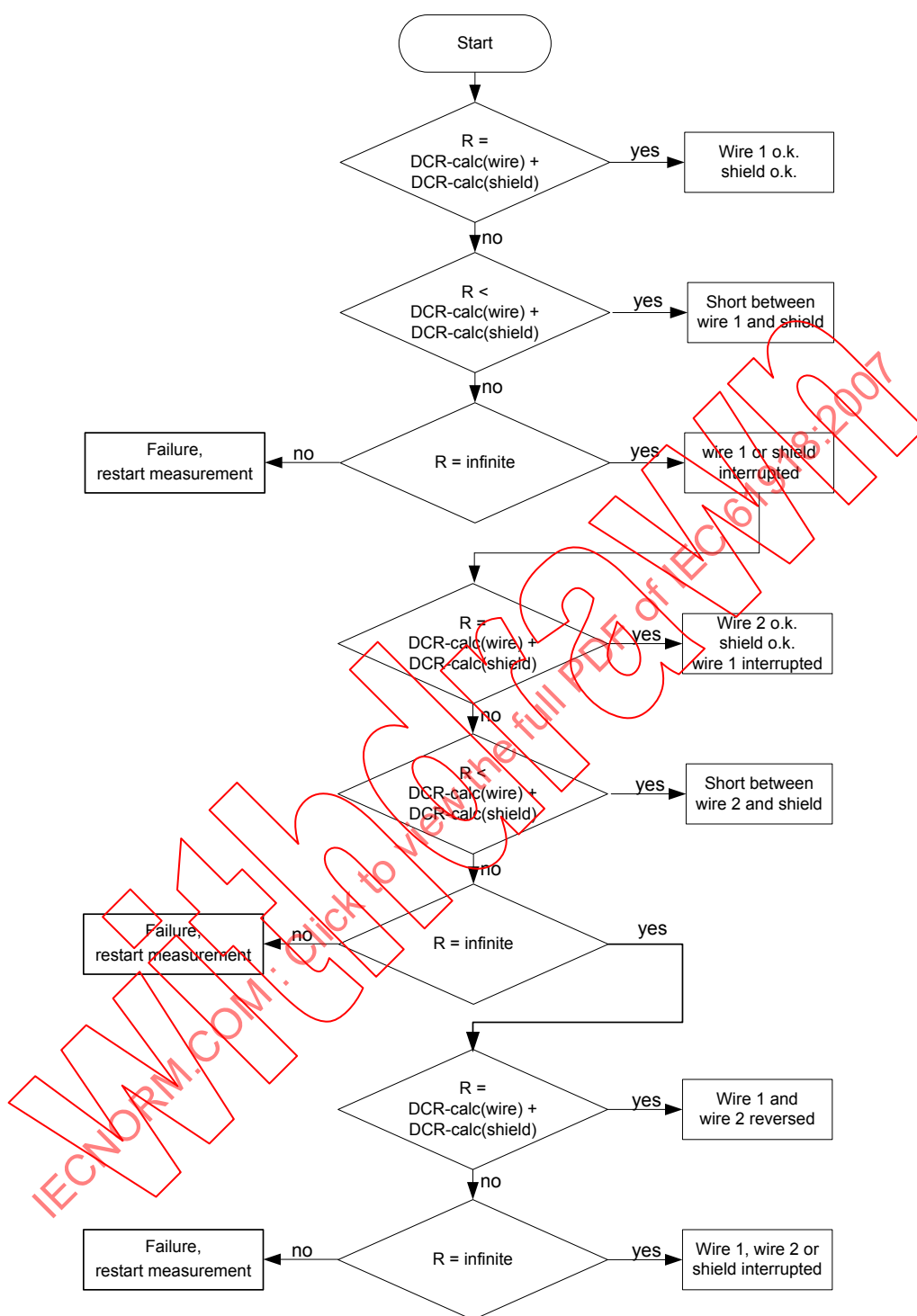
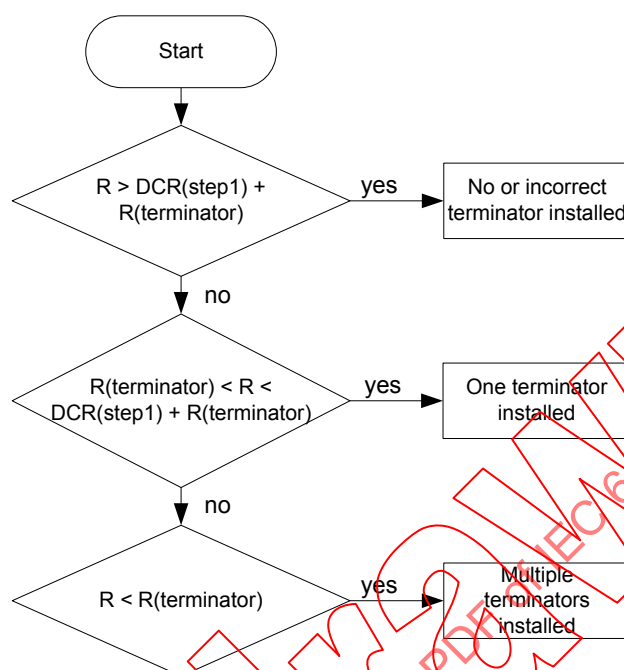


Figure N.7 – Conclusions for cable open or shorts

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

$R(\text{terminator})$ = terminator in accordance with the relevant installation profile

Figure N.8 – Determination of proper cable terminator value

Bibliography

- [1] IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*²⁰
- [2] IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*
- [3] IEC 60079-11:2006, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"*
- [4] IEC 60079-27:2005, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) and Fieldbus non-incendive concept (FNICO)*
- [5] IEC 60332-1 (all subparts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions*
- [6] IEC 60364-4-42:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*
- [7] IEC 60512-4 (all subparts), *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 4: Voltage stress tests*
- [8] IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*
- [9] IEC 60670-1:2002, *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations – Part 1: General requirements*
- [10] IEC 60950-21:2002, *Information technology equipment - Safety – Part 21: Remote power feeding*
- [11] IEC 61000-4 (all subparts), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques*
- [12] IEC/TR 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*
- [13] IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*
- [14] IEC 61000-6-4:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*
- [15] IEC 61010-1:2001, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*
- [16] IEC 61131-2:2003, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*
- [17] IEC 61156-2 (all subparts), *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 2: Horizontal floor wiring*

²⁰ Available on the IEC website.

- [18] IEC 61156-3 (all subparts), *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 3: Work area wiring*
- [19] IEC/TR 61158-1, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*
- [20] IEC 61326:2002, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements*
- [21] IEC 61326-1:2005, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements*
- [22] IEC 61326-3 (all subparts), *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 3: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety related functions (functional safety)*
- [23] IEC 61754-24, *Fibre optic connector interfaces – Part 24: Type SC-RJ connector family (under consideration)*
- [24] IEC 61984:2001, *Connectors – Safety requirements and tests*
- [25] IEC Guide 104:1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*
- [26] ISO/IEC 9314-3:1990, *Information processing systems – Fibre distributed Data Interface (FDDI) – Part 3: Physical Layer Medium Dependent (PMD)*
- [27] ISO/IEC 9314-4:1999, *Information technology – Fibre distributed data interface (FDDI) – Part 4: Single-mode fibre physical layer medium dependent (SMF-PMD)*
- [28] ISO/IEC TR 29106, *Information technology – Generic cabling – Introduction to the MICE environmental classification for comment*²¹
- [29] EN 50310:2006, *Application of equipotential bonding and earthing in buildings with information technology equipment*
- [30] EIA/TIA 568, *Commercial building telecommunications cabling standard*

²¹ In preparation.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	160
INTRODUCTION.....	162
1 Domaine d'application	166
2 Références normatives.....	166
3 Termes, définitions et abréviations	169
3.1 Termes et définitions	169
3.2 Abréviations	176
3.3 Conventions relatives aux profils d'installation	178
4 Projet d'installation	178
4.1 Introduction	178
4.1.1 Objectif.....	178
4.1.2 Câblage dans les locaux industriels.....	178
4.1.3 Processus de planification.....	181
4.1.4 Exigences spécifiques pour les profils de communication.....	182
4.1.5 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702.....	182
4.2 Exigences de planification.....	182
4.2.1 Sécurité.....	182
4.2.2 Sécurité.....	183
4.2.3 Considérations environnementales et compatibilité électromagnétique.....	183
4.2.4 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702.....	185
4.3 Fonctionnalités du réseau.....	185
4.3.1 Topologie de réseau.....	185
4.3.2 Caractéristiques du réseau.....	187
4.4 Sélection et utilisation des composants de câblage	191
4.4.1 Sélection du câble.....	191
4.4.2 Sélection du matériel de connexion	195
4.4.3 Connexions dans un canal/une liaison permanente	196
4.4.4 Terminaisons.....	202
4.4.5 Emplacement et connexion de l'appareil.....	202
4.4.6 Codage et étiquetage	202
4.4.7 Mise à la terre et mise au même potentiel du matériel et des appareils et câblage blindé.....	203
4.4.8 Stockage et transport des câbles.....	213
4.4.9 Acheminement des câbles.....	213
4.4.10 Séparation des circuits	215
4.4.11 Protection mécanique des composants de câblage.....	215
4.4.12 Installation dans des zones particulières	216
4.5 Documentation de planification du câblage.....	216
4.5.1 Description commune	216
4.5.2 Documentation de planification du câblage pour les profils de communication	216
4.5.3 Documentation de certification du réseau	217
4.5.4 Documentation de planification du câblage relative au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702	217

4.6	Vérification de la spécification de planification du câblage.....	217
5	Mise en œuvre de l'installation	217
5.1	Exigences générales	217
5.1.1	Description commune	217
5.1.2	Installation des profils de communication.....	217
5.1.3	Installation du câblage générique dans des locaux industriels	217
5.2	Installation des câbles	217
5.2.1	Exigences générales pour tous les types de câblage	217
5.2.2	Installation et acheminement	223
5.2.3	Exigences spécifiques pour les profils de communication	225
5.2.4	Exigences spécifiques pour l'installation sans fil.....	225
5.2.5	Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702.....	225
5.3	Installation de connecteur	225
5.3.1	Description commune	225
5.3.2	Connecteurs blindés	225
5.3.3	Connecteurs non blindés	226
5.3.4	Exigences spécifiques pour les profils de communication	226
5.3.5	Exigences spécifiques pour l'installation sans fil.....	226
5.3.6	Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702.....	226
5.4	Installation des terminaisons	226
5.4.1	Description commune	226
5.4.2	Exigences spécifiques pour les profils de communication	226
5.5	Installation de l'appareil.....	226
5.5.1	Description commune	226
5.5.2	Exigences spécifiques pour les profils de communication	226
5.6	Codage et étiquetage	226
5.6.1	Description commune	226
5.6.2	Exigences spécifiques pour les profils de communication	227
5.7	Mise à la terre et mise au même potentiel du matériel et des appareils et câblage blindé.....	227
5.7.1	Description commune	227
5.7.2	Mise au même potentiel et mise à la terre des enveloppes et des chemins.....	227
5.7.3	Méthodes de mise à la terre	229
5.7.4	Méthodes de mise à la terre du blindage	231
5.7.5	Exigences spécifiques pour les profils de communication	233
5.7.6	Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702.....	233
5.8	Documentation du câblage en l'état.....	233
6	Installation, vérification et essai de réception de l'installation	233
6.1	Introduction	233
6.2	Vérification de l'installation.....	233
6.2.1	Généralités.....	233
6.2.2	Vérification conformément à la documentation de planification du câblage	234
6.2.3	Vérification de la mise à la terre et de la mise au même potentiel.....	236
6.2.4	Vérification de la mise à la terre du blindage	237
6.2.5	Vérification du système de câblage	237

6.2.6	Vérification de la sélection du câble.....	238
6.2.7	Vérification du connecteur.....	238
6.2.8	Vérification de la connexion.....	238
6.2.9	Vérification des terminaisons.....	240
6.2.10	Vérification du codage et de l'étiquetage.....	240
6.2.11	Rapport de vérification.....	240
6.3	Essai de réception de l'installation.....	240
6.3.1	Généralités.....	240
6.3.2	Essai de réception du câblage Ethernet.....	243
6.3.3	Essai de réception du câblage non Ethernet.....	246
6.3.4	Exigences spécifiques pour l'installation sans fil.....	246
6.3.5	Rapport d'essai de réception.....	247
7	Administration de l'installation.....	247
7.1	Généralités.....	247
7.2	Domaines couverts par l'administration.....	247
7.3	Principes de base du système d'administration.....	247
7.4	Procédures de travail.....	248
7.5	Etiquetage de l'emplacement de l'appareil.....	248
7.6	Etiquetage du câblage des composants.....	248
7.7	Documentation.....	249
7.8	Exigences spécifiques pour l'administration.....	250
8	Maintenance et dépannage de l'installation.....	250
8.1	Généralités.....	250
8.2	Entretien.....	251
8.2.1	Entretien systématique.....	251
8.2.2	Maintenance conditionnée par l'état.....	253
8.2.3	Entretien correctif.....	253
8.3	Dépannage.....	253
8.3.1	Présentation générale.....	253
8.3.2	Évaluation du problème.....	254
8.3.3	Problèmes classiques.....	254
8.3.4	Procédure de dépannage.....	257
8.3.5	Procédure de dépannage simplifiée.....	259
8.4	Exigences spécifiques de maintenance et de dépannage.....	261
Annexe A (informative)	Introduction au câblage générique des locaux industriels.....	262
Annexe B (informative)	Méthodologie de description MICE.....	263
B.1	Généralités.....	263
B.2	Présentation de MICE.....	263
B.3	Exemples d'utilisation du concept MICE.....	264
B.3.1	Description commune.....	264
B.3.2	Exemples d'atténuation.....	265
B.4	Détermination de la classification E.....	267
B.5	Table MICE.....	269
Annexe C (informative)	Topologies de réseau.....	272
C.1	Description commune.....	272
C.2	Demande totale de câble.....	272
C.3	Longueur maximale de segment de câble.....	272

C.4 Longueur maximale du réseau.....	272
C.5 Tolérance aux anomalies.....	272
C.5.1 Généralités.....	272
C.5.2 Utilisation de la redondance	272
C.5.3 Analyse des anomalies des réseaux avec redondance	272
C.6 Accès au réseau pour le diagnostic	273
C.7 Maintenabilité et ajouts en ligne	273
Annexe D (informative) Table des connecteurs	274
Annexe E (informative) Réseaux d'alimentation électrique eut égard au brouillage électromagnétique – Approches TN-C et TN-S.....	279
Annexe F (informative) Table de conversion mm ² en AWG.....	282
Annexe G (informative) Listes de contrôle de vérification du câblage installé.....	283
G.1 Introduction	283
G.2 Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre.....	283
G.3 Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques.....	286
Annexe H (informative) Brochage des connecteurs/câbles.....	287
H.1 Introduction	287
H.2 Construction de jeux de cord ons	287
H.2.1 Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D.....	287
H.2.2 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs M12-4 codage D	288
H.2.3 Jeux de cordons droits à connecteurs modulaires 8 voies	288
H.2.4 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteur modulaire 8 voies	289
H.2.5 Conversion directe d'une famille de connecteurs à une autre	290
H.2.6 Conversion de recouvrement d'une famille de connecteurs à une autre	290
Annexe I (informative) Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble.....	292
I.1 Introduction	292
I.2 Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée blindé pour fiches modulaires 8 voies	292
I.3 Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée non blindé pour fiches modulaires 8 voies	295
I.4 Lignes directrices pour l'installation du connecteur M12-4 codage D	296
I.5 Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble à fibres optiques	299
Annexe J (informative) Recommandations relatives aux performances des connexions à cloison et aux performances d'un canal comportant plus de 4 connexions	300
J.1 Introduction	300
J.2 Recommandations	300
Annexe K (informative) Essais de transfert de données de bus de terrain	301
K.1 Contexte.....	301
K.2 Taux d'erreurs admissibles des systèmes de commande	301
K.2.1 Erreurs de bit	301
K.2.2 Salves d'erreurs	301
K.3 Essai des performances du canal	302
K.4 Essai des paramètres du câble.....	302
K.4.1 Généralités.....	302
K.4.2 Essai de câble générique	302
K.4.3 Essai de câble de bus de terrain	303

K.5 Essai des performances de vitesse de transmission de données du bus de terrain	303
K.5.1 Généralités	303
K.5.2 Essai de bus de terrain	303
K.5.3 Planification de l'essai de vitesse de transmission de données du bus de terrain	303
K.5.4 Modèle de génération de rapport d'essai de vitesse de transmission des données du bus de terrain	304
K.5.5 Valeurs de performances acceptables du bus de terrain	304
Annexe L (informative) Responsabilité relative aux travaux d'installation du réseau de communication	305
L.1 Introduction	305
L.2 Responsabilité relative aux travaux d'installation	305
L.3 Tableau des responsabilités relatives aux travaux d'installation	305
Annexe M (informative) Appellations commerciales des profils de communication	306
Annexe N (informative) Mesures de validation	310
N.1 Généralités	310
N.2 Mesures de la résistance en courant continu	310
N.2.1 But de l'essai	310
N.2.2 Hypothèses	310
N.2.3 Mesures	310
N.2.4 Calculs	312
N.2.5 Résultats de mesure	313
Bibliographie	318
Figure 1 – Cycle de vie de l'installation de réseau industriel	164
Figure 2 – Relations entre les normes	165
Figure 3 – Structure du câblage générique connecté à un îlot d'automatisation	179
Figure 4 – Câblage d'îlot d'automatisation fixé à des éléments de câblage générique	180
Figure 5 – Îlots d'automatisation	180
Figure 6 – Connexions externes du réseau d'îlots d'automatisation	181
Figure 7 – Comment satisfaire aux conditions environnementales	184
Figure 8 – Fonctionnement commun de l'amélioration, de l'isolation et de la séparation	185
Figure 9 – Topologies physiques de base des réseaux passifs	186
Figure 10 – Topologies physiques de base des réseaux actifs	187
Figure 11 – Exemple de combinaison de topologies de base	187
Figure 12 – Modèle de mise en œuvre de référence de base	197
Figure 13 – Modèle de mise en œuvre de référence améliorée	199
Figure 14 – Sélection des systèmes de mise à la terre et de mise au même potentiel	206
Figure 15 – Câblage de mise au même potentiel et de mise à la terre dans une configuration en maillage équipotentiel	209
Figure 16 – Câblages des terres dans une configuration de mise à la terre en étoile	210
Figure 17 – Schéma de principe d'un appareil de bus de terrain avec mise à la terre directe	211
Figure 18 – Schéma de principe d'un appareil de bus de terrain avec mise à la terre du circuit RC parallèle	212
Figure 19 – Insertion de protecteur d'arête	219

Figure 20 – Utilisation d'un appareil de déroulage et prévention de formation de boucle	219
Figure 21 – Prévention de la torsion	220
Figure 22 – Maintien du rayon de courbure minimal	220
Figure 23 – Ne pas tirer par les fils individuels	221
Figure 24 – Utilisation de colliers de câble avec une grande (large) surface	221
Figure 25 – Presse-étoupe avec protection de courbure	221
Figure 26 – Tube en spirale	222
Figure 27 – Séparation de câbles dans les chemins	224
Figure 28 – Préparation de surface pour les connexions de mise à la terre et de mise au même potentiel électromagnétiques	228
Figure 29 – Utilisation de tresses de métallisations souples dans les chemins métalliques mobiles	229
Figure 30 – Exemple de barre omnibus isolée	230
Figure 31 – Exemple d'isolateur pour le montage de glissières DIN	230
Figure 32 – Mise à la terre d'un blindage RC parallèle	231
Figure 33 – Mise à la terre directe du blindage	231
Figure 34 – Exemples d'application de blindage	232
Figure 35 – Premier exemple de dérivées de mise à la terre du blindage	232
Figure 36 – Deuxième exemple de dérivées de mise à la terre du blindage	232
Figure 37 – Processus de vérification de l'installation	236
Figure 38 – Essai des connexions de mise à la terre	236
Figure 39 – Attribution de groupe de broches et de paires pour deux connecteurs de sous-parties CEI 60603-7 huit positions et quatre positions série CEI 60603 à CEI 61076-2-101	239
Figure 40 – Connecteur modulaire 8 voies à deux paires	239
Figure 41 – Paires transposées, paires séparées et paires inversées	240
Figure 42 – Processus de validation	243
Figure 43 – Représentation schématique du canal	244
Figure 44 – Représentation schématique de la liaison permanente	244
Figure 45 – Maintenance du réseau de communication	253
Figure 46 – Procédure de dépannage	259
Figure 47 – Détection des défauts sans outil particulier	261
Figure B.1 – Classifications MICE	263
Figure B.2 – Exemple de zones MICE dans une installation	264
Figure B.3 – Amélioration, isolation et séparation	265
Figure B.4 – Exemple 1 d'atténuation	266
Figure B.5 – Exemple 2 d'atténuation	266
Figure B.6 – Gamme de fréquences des perturbations électromagnétiques générées par des appareils industriels communs	267
Figure B.7 – Exemple de lignes directrices générales relatives aux valeurs de séparation/transitoire électrique rapide	269
Figure E.1 – Réseau d'alimentation électrique à quatre fils (TN-C)	280
Figure E.2 – Réseau d'alimentation électrique à cinq fils (TN-S)	281
Figure H.1 – Jeux de cordons droits avec connecteur M12-4 codage D	287
Figure H.2 – Jeux de cordons de recouvrement avec connecteur M12-4 codage D	288

Figure H.3 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies	288
Figure H.4 – Jeux de cordons de recouvrement avec connecteur modulaire 8 voies	289
Figure H.5 – Conversion d'un connecteur M12-4 à un connecteur modulaire 8 voies.....	290
Figure H.6 – Câble de recouvrement de connecteur modulaire M12-4 à 8 voies.....	291
Figure I.1 – Dénudage du câble	292
Figure I.2 – Exemple de préparation de fil pour les câbles de type A	293
Figure I.3 – Fiche modulaire 8 voies	294
Figure I.4 – Insertion du câble dans le corps du connecteur.....	294
Figure I.5 – Sertissage du connecteur.....	295
Figure I.6 – Exemple de préparation de câble pour un câblage de type A	296
Figure I.7 – Composants de connecteur.....	297
Figure I.8 – Préparation du câble	297
Figure I.9 – Presse-étoupe, écrou et boîtier du connecteur sur le câble.....	297
Figure I.10 – Préparation des conducteurs.....	297
Figure I.11 – Retrait de la gaine.....	297
Figure I.12 – Préparation du blindage	297
Figure I.13 – Préparation des conducteurs.....	298
Figure I.14 – Installation des conducteurs dans le connecteur	298
Figure I.15 – Assemblage du corps du connecteur.....	298
Figure I.16 – Assemblage final.....	298
Figure N.1 – Mesure de la résistance de boucle fil à fil	311
Figure N.2 – Mesure de la résistance de boucle fil 1/blindage.....	311
Figure N.3 – Mesure de la résistance de boucle fil 2/blindage.....	311
Figure N.4 – Mesure de la résistance pour la détection des courts-circuits de fil	312
Figure N.5 – Mesure de la résistance entre le fil 1 et le fil 2.....	312
Figure N.6 – Validation de la résistance en courant continu du câble	314
Figure N.7 – Conclusions pour ouverture ou courts-circuits de câble	316
Figure N.8 – Détermination de la valeur de terminaison de câble correcte value	317
Tableau 1 – Caractéristiques du réseau de base pour le câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet.....	188
Tableau 2 – Caractéristiques du réseau pour le câblage symétrique reposant sur Ethernet.....	189
Tableau 3 – Caractéristiques du réseau pour le câblage à fibres optiques	190
Tableau 4 – Informations relatives au câble en cuivre: câbles fixes	192
Tableau 5 – Informations relatives au câble en cuivre: cordons	192
Tableau 6 – Informations relatives aux câbles à fibres optiques	193
Tableau 7 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage symétrique reposant sur Ethernet	195
Tableau 8 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage en cuivre ne reposant pas sur Ethernet.....	195
Tableau 9 – Matériel de connexion à fibres optiques.....	196
Tableau 10 – Equations de mise en œuvre de référence de base	198
Tableau 11 – Equations de mise en œuvre de référence améliorée	200

Tableau 12 – Facteur de correction Z pour une température de fonctionnement supérieure à 20 °C	200
Tableau 13 – Dimension et longueur des conducteurs d'égalisation et de mise à la terre.....	204
Tableau 14 – Section des tresses de métallisation	206
Tableau 15 – Protection de surface des plaquettes de métallisation.....	206
Tableau 16 – Types de circuit de câble et distances minimales.....	215
Tableau 17 – Paramètres des câbles symétriques	218
Tableau 18 – Paramètres des câbles à fibres optiques en silice.....	218
Tableau 19 – Paramètres des câbles à fibres optiques plastique	218
Tableau 20 – Paramètres des câbles HCS	218
Tableau 21 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage symétrique.....	254
Tableau 22 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage à fibres optiques.....	256
Tableau B.1 – Exemple 1 de zone MICE ciblée.....	265
Tableau B.2 – Exemple 2 de zone MICE ciblée.....	266
Tableau B.3 – Relation entre les appareils générateurs de perturbations électromagnétiques et la classification E	268
Tableau B.4 – Mécanisme de couplage de chacun des appareils brouilleurs.....	268
Tableau B.5 – Définition MICE.....	270
Tableau D.1 – Conventions en matière de code couleur utilisées dans la table des connecteurs.....	274
Tableau D.2 – Tableau des connecteurs.....	275
Tableau F.1 – Table de conversion approximative pour les calibres de fils couramment utilisés	282
Tableau G.1 – Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre	283
Tableau G.2 – Liste de contrôle des mesures de mise à la terre et de mise au même potentiel.....	284
Tableau G.3 – Signatures pour les listes de contrôle du Tableau G.1 et du Tableau G.2.....	285
Tableau G.4 – Liste de contrôle des vérifications particulières des profils de communication non Ethernet.....	285
Tableau G.5 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.4	285
Tableau G.6 – Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques.....	286
Tableau G.7 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.6	286
Tableau H.1 – Attribution paire de fils /broche de connecteur M12-4 codage D	287
Tableau H.2 – Attribution paire de fils /broche de connecteur de recouvrement M12 à M12	288
Tableau H.3 – Attribution paire de fils /broche de connecteur modulaire 8 voies	289
Tableau H.4 – Attribution paire de fils /broche de connecteur de recouvrement modulaire 8 voies	289
Tableau H.5 – Attribution de broche de connectivité	290
Tableau H.6 – Attribution paire de fils /broche de connecteur de recouvrement modulaire M12 à 8 voies.....	291
Tableau J.1 – Exigences de transmission pour plus de 4 connexions dans un canal	300
Tableau M.1 – Appellations commerciales des familles de profils de communication et des profils de communication.....	306

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –

Installation des réseaux de communication dans les locaux industriels

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – entre autres activités – publie des normes internationales, des spécifications techniques, des rapports techniques et des guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Il convient que toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes soient indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Il convient qu'aucune responsabilité ne soit imputée à la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Il convient que la CEI ne soit pas tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61918 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

La présente norme doit être utilisée conjointement avec la série CEI 61784-5 relative à l'installation des profils de communication (CP). La présente norme doit être utilisée conjointement avec l'ISO/CEI 14763-2 relative à l'installation de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702.

NOTE Pour des informations complémentaires, voir l'introduction.

La présente norme a été développée avec l'aide de l'ISO/CEI JTC1/SC25, chargé de l'ISO/CEI 24702.

La présente version bilingue (2014-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2007-12.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 65C/467/FDIS et 65C/478/RVD.

Le rapport de vote 65C/478/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<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.

Le contenu du corrigendum de février 2009 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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. Par conséquent, l'intégration de données générées sur le terrain avec des systèmes de gestion de haut niveau peut réduire les coûts de production tout en maintenant ou en augmentant la quantité et la qualité de production. Il est important d'installer correctement le réseau pour assurer la disponibilité et les performances des communications. Ceci exige de considérer correctement les aspects importants des sites d'automatisation industrielle comme les topologies, les conditions climatiques, les vibrations, la pollution chimique, la CEM, la sécurité fonctionnelle.

Les spécifications de ces réseaux de communication sont fournies dans les normes suivantes.

L'ISO/CEI 24702 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 la présente norme. L'ISO/CEI 24702 spécifie uniquement la fonctionnalité 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.

La norme de bus de terrain CEI 61158 et ses normes d'accompagnement CEI 61784 (y compris les parties 1, 2, 3, 4 et sous-parties pertinentes) spécifient plusieurs profils de communication pour les automatismes industriels. Ces profils de communication spécifient une fonctionnalité 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.

La présente norme précise un ensemble cohérent de règles d'installation destinées au câblage générique (des infrastructures de télécommunication) et aux bus de terrain dans les locaux industriels. Elle cherche à remédier à une situation créée lorsque différentes parties d'un important site d'automatisation sont fournies par des fournisseurs qui s'appuient sur des directives d'installation hétérogènes, dont les structures et le contenu sont différents. Il en résulte un risque que le système de communication ne puisse pas fonctionner correctement.

La présente norme a été développée suite à l'harmonisation des approches de plusieurs groupes d'utilisateurs et consortiums industriels.

La présente norme 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. Les articles ci-dessous abordent le cycle de vie d'une installation (voir la carte de la norme 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 s'adressent à un large éventail de techniciens.



Anglais	Français
Planning requirements (planning step 1)	Exigences de planification (étape 1 de la planification)
National requirements	Exigences nationales
Electrical ; safety requirements	Exigences de sécurité électrique
Security requirements	Exigences de sécurité
Environmental considerations and EMC - MICE	Considérations environnementales et compatibilité électromagnétique - MICE
Network capabilities (planning step 2)	Capacités du réseau (étape 2 de la planification)
Physical network topology	Topologie de réseau physique
Transmission characteristics, e.g. segment-length, transfer rates, max number of stations (nodes) including repeaters,max number of repeaters (connecting segments)	Caractéristiques de transmission (longueur de segment, vitesses de transfert des données, nombre max de stations (nœuds) contenant des répéteurs, nombre max de répéteurs (segments de connexion), par exemple)
Component selection (planning step 3)	Sélection du composant (étape 3 de la planification)
Set up bill of material; this depends on fieldbus profile, automation application, environmental conditions (e.g. according to MICE) and the earthing scheme of the facility	Définition de la nomenclature. Dépend du profil du bus de terrain, de l'application d'automatisation, des conditions environnementales (selon le MICE, par exemple) et du schéma de mise à la terre de l'installation
4.4.5 Device location and 4.4.9 Cable routing	4.4.5 Emplacement du dispositif et 4.4.9 Câble
no	non
Cabling planning documentation (planning output)	Documentation de planification du câblage (résultat de la planification)
Different requirements for cabling routing inside enclosures, inside buildings, outside buildings; separation of different cable circuits; mechanical protection; coding and labelling	Différentes exigences d'acheminement des câbles à l'intérieur des enceintes, à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments. Séparation des différents circuits de câble. Protection mécanique. Codage et étiquetage
Compliance with the electrical safety, environmental conditions, and EMC requirements; Planner signed checklist; all plans and lists; chosen topology; bill of material; table of network performance values	Conformité aux exigences de sécurité électrique, de conditions environnementales et de compatibilité électromagnétique. Liste de contrôle signée par le planificateur. Tous les plans et toutes les listes. Topologie choisie. Nomenclature. Table des valeurs de performances du réseau.
Installation implementation	Mise en œuvre de l'installation
As-implemented cabling documentation	Documentation du câblage en l'état
Installation verification and acceptance test report	Vérification de l'installation et rapport d'essai de réception
Verification and acceptance test report	Vérification et essai de réception
Network commissioning	Mise en service du réseau
Installation maintenance and installation troubleshooting	Maintenance et dépannage de l'installation
Network operation	Fonctionnement du réseau
Installation administration	Administration de l'installation
Documentation	Documentation
This standard	La présente norme
Not in this standard	Pas la présente norme
Clause 4 (planning)	Article 4 (planification)
Clause 5	Article 5
Clause 6	Article 6
Clause 8	Article 8
Clause 7	Article 7
Network correctly installed and working	Réseau correctement installé et fonctionnant

Figure 1 – Cycle de vie de l'installation de réseau industriel

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –

Installation des réseaux de communication dans les locaux industriels

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences de base pour l'installation d'un support de réseaux de communication dans des locaux industriels et à l'intérieur et entre des îlots d'automatisation de sites industriels. La présente norme 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 la série CEI 61784-5.

Il s'agit d'une norme d'accompagnement aux réseaux de communication des îlots d'automatisation industrielle et, particulièrement, les réseaux de communication spécifiés dans la série CEI 61158 et la série CEI 61784. De plus, la présente norme couvre:

- l'installation de câblage de télécommunication générique pour les locaux industriels (voir ISO/CEI 24702);
- la connexion entre le câblage de télécommunication générique spécifié dans l'ISO/CEI 24702 et le câblage de communication spécifique d'un îlot d'automatisation, dans laquelle une prise d'automatisation (AO) remplace la prise de télécommunication (TO) de l'ISO/CEI 24702.

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/CEI 24702, le câblage n'est plus conforme à l'ISO/CEI 24702, même si certaines caractéristiques (notamment les performances) du câblage générique peuvent être conservées.

La présente norme donne les lignes directrices relatives aux aspects critiques de l'automatisation industrielle (les topologies, les conditions climatiques, les vibrations, la pollution chimique, la CEM, la sécurité fonctionnelle, la sécurité, etc.).

La présente norme aborde les rôles des planificateurs, des installateurs, des vérificateurs et du personnel réalisant les essais d'acceptation, du personnel d'administration et de maintenance, et précise les responsabilités de chacun et/ou donne des lignes directrices.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60079-14, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 14: Installations électriques dans les emplacements dangereux (autres que les mines)*

CEI 60364-1:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

CEI 60364-4-41, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-4-44, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*

CEI 60364-5-54, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Installations de mise à la terre et conducteurs de protection*

CEI 60603-7 (toutes les sous-parties), *Connecteurs pour fréquences inférieures à 3 MHz pour utilisation avec cartes imprimées - Partie 7: Spécification particulière pour connecteurs à 8*

voies, comprenant des embases et des fiches ayant des caractéristiques d'accouplement communes, avec assurance de la qualité

CEI 60757, Code de désignation de couleurs

CEI 60793 (toutes les parties), Fibres optiques

CEI 60794 (toutes les parties), Câbles à fibres optiques

CEI 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

CEI 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

CEI 60825-2, Sécurité des appareils à laser – Partie 2: sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques (STFO)

IEC 60874-10 (toutes les sous-parties), Connectors for optical fibres and cables – Part 10: Detail specification for fibre optic connector type BFOC/2,5 terminated to multimode fibre type A1

IEC 60874-14 (toutes les sous-parties), Connectors for optical fibres and cables – Part 14: Detail specification for fibre optic connector type SC/PC standard terminated to multimode fibre type A1a, A1b

CEI 60947-5-2, Appareillage à basse tension – Partie 5-2: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Détecteurs de proximité

CEI 60950-1:2005, Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales

CEI 61076-2-101, Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-101: Connecteurs circulaires – Spécification particulière pour les connecteurs M12 à vis¹

CEI 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 CEI 60603-7

CEI/PAS 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 60603-7

CEI 61158-2, Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 2: Spécification de couches physique et définition des services

CEI 61754-2, Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 2: Famille de connecteurs de type BFOC/2,5

CEI 61754-4, Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 4: Famille de connecteurs du type SC

CEI 61754-20, Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 20: famille de connecteurs de type LC

¹ À publier.

CEI 61754-22, *Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 22: Famille de connecteurs de type F-SMA*

CEI 61784-1, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 1: Profils de bus de terrain*

CEI 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/CEI 8802-3*

CEI 61784-3, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 3: Bus de terrain de sécurité fonctionnelle – Règles générales et définitions de profils*

IEC 61784-4, *Industrial communication networks – Profiles – Part 4: Profiles for secure communications in industrial networks* (en cours de préparation)

CEI 61784-5, *Réseaux de communication industriels – Profils –*

Partie 5-2: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 2

Partie 5-3: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 3

Parties 5-6: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 6

Parties 5-10: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 10

Parties 5-11: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 11

CEI 61935-1:2005, *Spécification pour les essais de câblage de télécommunications équilibrées selon l'ISO/CEI 11801 – Partie 1: Câblages installés*

CEI 62439, *Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation*¹

IEC 62443, *Security for industrial process measurement and control – Network and system security* (en cours de préparation)

ISO/CEI 8802-3, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Prescriptions spécifiques – Partie 3: Accès multiple par surveillance du signal et détection de collision (CSMA/CD) et spécifications pour la couche physique*

ISO/CEI 11801:2002, *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs*

ISO/CEI 14763-1, *Technologies de l'information – Implémentation et fonctionnement du câblage dans les réseaux d'utilisateurs – Partie 1: Administration*

ISO/CEI 14763-2, *Technologies de l'information – Implémentation et fonctionnement du câblage dans les réseaux d'utilisateurs – Partie 2: Planification et installation*

ISO/CEI 14763-3, *Technologies de l'information – Implémentation et fonctionnement du câblage dans les réseaux d'utilisateurs – Partie 3: Contrôle du câblage de fibre optique*

ISO/CEI 18010, *Technologies de l'information – Cheminements et espaces pour câblages des locaux des clients*

ISO/CEI 24702:2006, *Technologies de l'information – Câblage générique – Locaux industriels*

EN 50377-6-1, *Jeux de connecteurs et composants d'inter-connexion à utiliser dans les systèmes de communication par fibres optiques - Spécifications de produit, Partie 6-1: SC-RJ raccordé à une fibre multimode pour la catégorie A1a et A1b conformément à la CEI 60793-2*

EN 122120, *Sectional specification: Radio frequency coaxial connectors series TNC*

ANSI/NFPA T3.5.29 R1-2003, *Fluid power systems and components – Electrically-controlled industrial valves – Interface dimensions for electrical connectors*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la série CEI 61158, de la série CEI 61784, de l'ISO/CEI 8802-3, de l'ISO/CEI 11801 et de l'ISO/CEI 24702, dont certains ont été repris ici pour des raisons pratiques, et les termes et définitions ci-dessous s'appliquent.

NOTE Certains termes et définitions de l'ISO/CEI 11801 ont été modifiés dans l'ISO/CEI 24702. Si c'est le cas, la dernière publication l'emporte.

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 En général, le propriétaire du réseau ou un tiers effectue cette action.

[VEI 151-16-23, modifiée]

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 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 appareils qui ne sont pas immédiatement connectés dépend des éléments actifs des appareils intercalés formant le chemin de connexion

NOTE 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

[ISO/CEI 11801, 3.1.1]

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

[ISO/CEI 24702, 3.1.1]

NOTE Cette définition s'applique uniquement aux équipements informatiques. Elle ne s'applique pas aux appareils d'automatisation.

3.1.6

îlot d'automatisation

AI

combinaison de tous les systèmes de contrôle, de surveillance et de protection du processus d'une usine

NOTE Une usine peut contenir un ou plusieurs îlots d'automatisation. Exemples d'une usine qui a plusieurs îlots d'automatisation: une usine est divisée en différentes zones (géographiques) physiques distinctes, est composée de plusieurs processus différents ou comporte un grand processus divisé en sous-processus distincts.

3.1.7

réseau d'îlots d'automatisation

réseau utilisé pour la communication de tous les systèmes d'un îlot d'automatisation

NOTE Une usine peut contenir un ou plusieurs îlots d'automatisation. Exemples de cas où il y a plusieurs îlots d'automatisation: lorsqu'elle est divisée en différentes zones (géographiques) physiques distinctes ou qu'elle est composée de plusieurs processus distincts.

3.1.8

prise d'automatisation

AO

matériel de connexion fixe dans lequel se termine le réseau d'îlots d'automatisation, offrant l'interface à laquelle un appareil de communication industriel est connecté au câblage installé

NOTE 1 Pour le câblage générique conforme à l'ISO/CEI 24702, la prise d'automatisation remplace la prise de télécommunication et représente le point de démarcation entre le câblage générique de communication et le câblage spécifique d'automatisation.

NOTE 2 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/CEI 24702, le câblage générique n'est plus conforme à l'ISO/CEI 24702.

3.1.9

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 Pour des raisons de sécurité, une mise au même potentiel implique généralement (mais pas nécessairement) une connexion à l'installation de mise à la terre la plus proche

[CEI 61000-5-2, 3.1]

3.1.10

pont

appareil fonctionnant au niveau de la couche de liaison de données du modèle OSI et utilisé pour connecter deux réseaux

3.1.11

cloison

paroi ou barrière maintenant l'admission et la classification environnementale climatique applicable des deux côtés

[ISO/CEI 24702, 3.1.4]

3.1.12

connexion de cloison (cuivre)

assemblage de deux connexions dos à dos séparées par une cloison

NOTE Cette définition est conforme à la définition de la connexion de l'ISO/CEI 11801.

3.1.13

connexion de cloison (fibre optique)

adaptateur à fibres optiques qui est monté dans une cloison

3.1.14

presse-étoupe de cloison

matériel installé au niveau d'une cloison d'enveloppe et permettant le passage des câbles d'alimentation ou d'interconnexion

NOTE Ce matériel ne dispose d'aucune connexion électrique.

3.1.15

bus

réseau passif doté d'une grande jonction et d'un certain nombre de socles utilisés pour connecter un appareil à la ligne

NOTE Dans un bus, tous les appareils de communication partagent un support commun pour transférer les données.

3.1.16

presse-étoupe

matériel conçu pour permettre l'entrée d'un câble dans une enveloppe et qui assure l'étanchéité et la retenue

[CEI 60670-1, 3.10, modifiée]

3.1.17

câblage

système de câbles de communication, de cordons et de matériels de connexion pouvant assurer la connexion de l'équipement d'automatisation

[ISO/CEI 11801, 3.1.11, modifiée]

3.1.18

canal

chemin de transmission de bout en bout connectant les deux éléments d'un équipement spécifique à l'application

NOTE 1 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 Il s'agit d'une modification apportée à la définition de l'ISO/CEI 24702 afin d'être utilisée pour les profils de communication conformément à la série CEI 61784-5.

[ISO/CEI 24702, 3.1.5, modifiée]

3.1.19

maintenance conditionnée (conditionnelle)

activité préventive reposant sur la documentation de dégradation de performances d'un élément (suite à un auto diagnostic ou à une mesure de l'usure, par exemple)

NOTE Elle repose sur une visibilité correcte de la dégradation de performances ou des défaillances intermittentes.

3.1.20

connexion (des connecteurs)

contact électrique intentionnel entre deux conducteurs

[VEI 151-12-07, modifiée]

3.1.21

connexion (de fibres optiques)

contact physique intentionnel de fibres optiques afin de laisser passer la lumière

[VEI 151-12-07, modifiée]

3.1.22

connecteur (pour conducteurs)

composant destiné à établir et à rompre une connexion

NOTE 1 Le connecteur est une paire accouplée.

NOTE 2 Un connecteur est muni d'un ou de plusieurs éléments de contact.

[VEI 151-12-19]

3.1.23

connecteur (pour fibres optiques)

composant destiné à établir et à rompre une connexion à fibres optiques

NOTE Il s'agit de la paire accouplée et pas seulement du connecteur mâle ou femelle.

[VEI 151-12-19, modifiée]

3.1.24

maintenance corrective

maintenance réalisée après une détection de panne et destinée à mettre une entité dans un état dans lequel elle peut exécuter une fonction requise

[VEI 191-07-08]

3.1.25

guirlande

bus dans lequel chaque interface réseau passif connecte deux sections de jonction et assure un couplage en courant continu entre ces deux sections

NOTE 1 L'une des sections peut être une terminaison de bus.

NOTE 2 Concernant l'utilisation du terme "guirlande" pour le réseau actif, voir la définition donnée pour la topologie linéaire.

3.1.26

appareil

entité physique connectée au bus de terrain, composée d'un élément de communication et éventuellement d'autres éléments fonctionnels

[CEI 61158-2, 3.1.13, modifiée]

3.1.27

terre, nom

terre (US)

masse conductrice de la terre, dont le potentiel électrique en chaque point est pris, par convention, égal à zéro

[CEI 61131-2, 3.16]

3.1.28

mettre à la terre, verbe

mettre à la terre, verbe (US)

réaliser une liaison électrique entre un point donné d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel et une terre locale

NOTE 1 La liaison à la terre peut être intentionnelle, non intentionnelle ou accidentelle.

NOTE 2 La liaison peut être permanente ou temporaire.

[VEI 195-01-08]

3.1.29

enveloppe

enceinte assurant le type et le degré de protection appropriés pour l'application prévue

[CEI 61131-2, 3.19]

3.1.30

liaison équipotentielle

fourniture de liaisons électriques entre parties conductrices pour réaliser l'équipotentialité

[VEI 195-01-10]

3.1.31

3.1.32

réseau équipotentiel

interconnexion de parties conductrices, permettant d'assurer un potentiel égal entre ces parties

NOTE Si un réseau équipotentiel est mis à la terre, il fait partie d'une installation de mise à la terre.

[VEI 195-02-22]

3.1.33

défaillance

cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise

NOTE 1 Après défaillance d'une entité, cette entité est en état de panne.

NOTE 2 Une défaillance est un événement, par opposition à une panne, qui est un état.

[VEI 191-04-01]

3.1.34

panne

état caractérisé par l'incapacité d'exécuter une fonction requise, à l'exclusion de l'incapacité au cours de la maintenance préventive ou d'autres actions prévues, ou en raison d'un manque de ressources externes

NOTE La CEI 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 requise.

[VEI 191-05-01]

3.1.35

mise à la terre fonctionnelle

mise à la terre d'un ou plusieurs points dans un système, une installation ou un matériel pour des raisons autres que la sécurité électrique

[VEI 195-01-13]

3.1.36**partie métallique inactive**

métal non conducteur qu'une personne peut toucher

3.1.37**examen**

mesures pour l'observation et l'évaluation de la condition réelle

3.1.38**adaptateur prise-prise**

prises dos à dos qui ne sont pas installées sur une enveloppe/une barrière environnementale

3.1.39**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 Cette topologie correspond à celle d'un anneau ouvert.

3.1.40**maintenance**

combinaison de toutes les actions techniques et administratives, y compris les opérations de surveillance, destinées à maintenir ou à remettre une entité dans un état dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction requise

NOTE 1 Voir "maintenance préventive" et "maintenance corrective" pour une définition plus détaillée de la maintenance.

NOTE 2 La fonction requise peut être définie comme étant une condition indiquée.

[VEI 191-07-01]

3.1.41**intervention de maintenance**

mesures de maintien de la condition spécifiée

3.1.42**temps moyen entre défaillances****MTBF**

espérance mathématique du temps entre défaillances

[VEI 191-12-08]

3.1.43**moyenne de temps pour la tâche de réparation****MTTR**

espérance mathématique de la durée du temps de panne

NOTE Dans le VEI 191-13-08, l'utilisation du terme "durée moyenne de panne" (MTTR) est déconseillée.

[VEI 191-13-08]

3.1.44**réseau**

support, connecteurs, répéteurs, routeurs, passerelles et éléments de communication de nœuds associés par lesquels un ensemble donné d'appareils de communication sont interconnectés

[CEI 61158-2, 3.1.30]

3.1.45**nœud**

point limite d'une branche d'un réseau

3.1.46

réseau passif

réseau dans lequel la transmission de données ne dépend pas des éléments actifs de l'appareil qui lui sont associés

NOTE La défaillance d'un appareil n'a aucun impact sur la propagation des informations.

3.1.47

chemin

parcours d'un câble (conduit, gaines, coffre ou tube) permettant de connecter des câbles entre des points de raccordement définis par une structure physique

[ISO/CEI 14763-1, 3.1.3]

3.1.48

liaison permanente

voie de transmission entre une prise de télécommunication/d'automatisation et le distributeur intermédiaire ou un emplacement équivalent

NOTE 1 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 Il s'agit d'une modification apportée à la définition de l'ISO/CEI 11801 afin d'être utilisée pour les profils de communication conformément à la série CEI 61784-5.

[ISO/CEI 11801, 3.1.52, modifiée]

3.1.49

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

[VEI 191-07-07]

3.1.50

conducteur de terre de protection

conducteur de protection prévu pour réaliser la mise à la terre de protection

[VEI 195-02-01]

3.1.51

mise à la terre RC

mise à la terre par l'intermédiaire d'un circuit RC parallèle

3.1.52

recupération (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 Les réseaux haute disponibilité permettent de poursuivre une communication acceptable après une panne, voire plusieurs pannes.

3.1.53

réparation

mesures de rétablissement de la condition spécifiée

3.1.54

répéteur

appareil de couche physique actif à deux ports recevant et retransmettant tous les signaux afin d'augmenter la portée et le nombre d'appareils pour lesquels les signaux peuvent être correctement transférés pour un support donné

[CEI 61158-2, 3.1.38]

3.1.55

résistance de mise à la terre

partie réelle de l'impédance de mise à la terre

[VEI 195-01-18]

3.1.56**restauration**

réseau de communication retrouvant son niveau de résilience et de redondance

3.1.57**anneau**

réseau actif dans lequel chaque nœud est connecté en série à deux autres nœuds

3.1.58**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)

[VEI 191-07-10, modifiée]

3.1.59**segment**

ensemble de sections de câbles verticaux d'un réseau terminé aux deux extrémités par son impédance caractéristique

NOTE Les segments sont liés par des répéteurs au sein d'une liaison logique et par des ponts afin de former un réseau.

[CEI 61158-2, 3.1.39, modifiée]

3.1.60**blindage (d'un câble)**

couche métallique enveloppante visant à confiner le champ électrique dans le câble et à protéger le câble des influences électriques externes.

NOTE 1 Les gaines métalliques et les conducteurs métalliques mis à la terre peuvent également faire office de blindage.

NOTE 2 Pour le câblage générique des locaux industriels, l'ISO/CEI 24702 utilise le terme "écran" au lieu de "blindage".

[CEI 61158-2, 3.1.41, modifiée]

3.1.61**épissure**

jonction de conducteurs ou de fibres optiques, en général à partir de câbles séparés

NOTE Jonction sans connecteur.

3.1.62**socle**

branchement (c'est-à-dire une liaison connectée à une liaison plus importante en un point de son parcours) qui est un circuit terminal

NOTE Le terme "branchement d'abonné" est utilisé dans la CEI 61158.

[CEI 61158-2, 3.1.42]

3.1.63**étoile**

réseau composé d'au moins trois appareils, chacun étant connecté à un point central (qui peut être actif ou passif)

3.1.64**prise**

point de contact entre un nœud ou un socle et le câble vertical

NOTE Une prise offre un moyen facile de retirer un nœud sans interrompre la liaison.

[CEI 61158-2, 3.3.34]

3.1.65**prise de télécommunication****TO**

appareil de connexion fixe dans lequel le câble intermédiaire se termine et qui assure l'interface avec le câblage de fixation de l'appareil

[ISO/CEI 24702, 3.1.15]

3.1.66

terminaison

entité utilisée pour terminer une ligne de transmission dans son impédance caractéristique afin d'éviter les reflets

NOTE Dans certains cas, la terminaison peut être intégrée dans un appareil d'extrémité ou un connecteur.

[CEI 61158-2, 3.1.43, modifiée]

3.1.67

topologie

configuration des positions relatives et des interconnexions des éléments individuels du réseau

NOTE 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.

[VEI 131-13-02, modifiée]

3.1.68

dépannage

localisation du/des défaut(s)

3.1.69

jonction

bus de communication principal agissant comme une source d'alimentation pour un certain nombre d'autres lignes (socle)

[CEI 61158-2, 3.1.46]

3.1.70

validation

partie de l'essai de réception résolue par des mesures

3.1.71

vérification

action d'évaluer la conformité d'une installation à sa spécification

NOTE 1 En général, l'installateur réalise cette action.

NOTE 2 En principe, il s'agit de vérifier que les bons composants ont été sélectionnés, la configuration physique, la mise à la terre de communication, l'isolation et la continuité des composants de réseau.

3.1.72

schéma de câblage

mapping de connexions de sortie broche à broche d'un câble

3.2 Abréviations

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes s'appliquent.

c.a.	Courant alternatif
AI	Automation island (Îlot d'automatisation)
AO	Automation outlet (Prise d'automatisation)
BD	Building distributor (Répartiteur de bâtiment) (ISO/CEI 24702)
BER	Bit error rate (Taux d'erreurs sur les éléments binaires)
BFOC	Bayonet fibre optic connector (Connecteur à fibres optiques à baïonnette)
C	Connexion
CBN	Common bonding network (Réseau équipotentiel commun)
CP	Communication profile (Profil de communication) (CEI 61784-1)
CPF	Communication profile family (Famille de profils de communication) (CEI 61784-1)

c.c.	Courant continu
DCR	Direct current resistance (Résistance en courant continu)
EFT	Electrical fast transient (Transitoire électrique rapide)
EFT/B	Electrical fast transient / burst (Transitoire/salve électrique rapide) (CEI 61000-4-4)
ELFEXT	Equal level far-end crosstalk (Atténuation télédiaphonique de niveau égal)
ELTCTL	Equal level transverse conversion transfer loss (Perte de transfert de conversion transversale de niveau égal)
CEM	Comptabilité électromagnétique (VEI 161-01-07)
EMI	Electromagnetic interference (Brouillage électromagnétique) (VEI 161-01-06)
EQP	Equipment (Matériel)
DES	Décharge électrique statique
FD	Floor distributor (Répartiteur d'étage) (ISO/CEI 24702)
FI	Fieldbus interface (Interface de bus de terrain)
F-SMA	Fibre sub miniature version A (Connecteur à fibres optiques version A) (CEI 61754/22)
HP	Horse power (Cheval-vapeur)
ID	Intermediate distributor (Répartiteur intermédiaire) (ISO/CEI 24702)
IDC	Insulation displacement contact (Contact auto-dénudant)
IP	International protection (Protection internationale) (CEI 60529)
J-J	Jack-to-jack (Prise-prise)
kbit/s	Mille bits par seconde
CL (LC)	Connecteur à fibres optiques conforme à la CEI 61754-20
BT	Basse Tension
Max.	Maximum
Mbit/s	Million de bits par seconde
MD	Machine distributor (Répartiteur de machine) (ISO/CEI 24702)
MHT	Moyenne haute tension
MPCE	Mechanical (propriétés mécaniques), Ingress (indice de protection), Climatic and Chemical (environnement), Electromagnetic (comportement électromagnétique) (ISO/CEI 24702)
Min.	Minimum
MTBF	Mean time between failures (Temps moyen entre défaillances)
MTTR	Mean time to repair (Durée moyenne de panne) (utilisation déconseillée dans le VEI 191-13-08) et remplacée par "moyenne de temps pour la tâche de réparation"
N	Neutre
NA	Numerical aperture (Ouverture numérique) (série CEI 60793)
na	Not available (Non disponible)
NEXT	Near end crosstalk loss (Atténuation paradiaphonie)
NI	Network Interface (Interface réseau) (ISO/CEI 24702)
N°	Numéro
FO	Optical fibre (Fibres optiques)

PEC	Conducteur de terre parallèle (VEI 195-02-10)
P&ID	Pipe and Instrumentation Diagram (Schéma de construction)
PoE	Power over Ethernet
POF	Plastic optical fibre (Fibre optique plastique)
PSELFEXT	Power Sum Equal-Level Far-End Crosstalk Loss (télédiaphonie cumulée à niveau égal)
RC	Résistance-capacité (circuit)
Rep	Répéteur
SC	Connecteur à fibres optiques conforme à la CEI 61754-4
SC-RJ	Connecteur à fibres optiques conforme à la CEI 61754-24 (à l'étude)
STP	Câble doté d'éléments de câble symétrique blindés et/ou d'un blindage tressé ou à feuille (ISO/CEI 11801, modifiée)
TCL	Transverse conversion loss (Perte de conversion transversale)
TO	Telecommunication outlet (Prise de télécommunication)
UTP	Câble non blindé doté d'éléments de câble symétrique non blindés (U/UTP dans l'ISO/CEI 11801)
UV	Ultraviolet
O/N	Oui/Non

3.3 Conventions relatives aux profils d'installation

Les conventions relatives aux profils d'installation sont présentées dans la série CEI 61784-5.

4 Projet d'installation

4.1 Introduction

4.1.1 Objectif

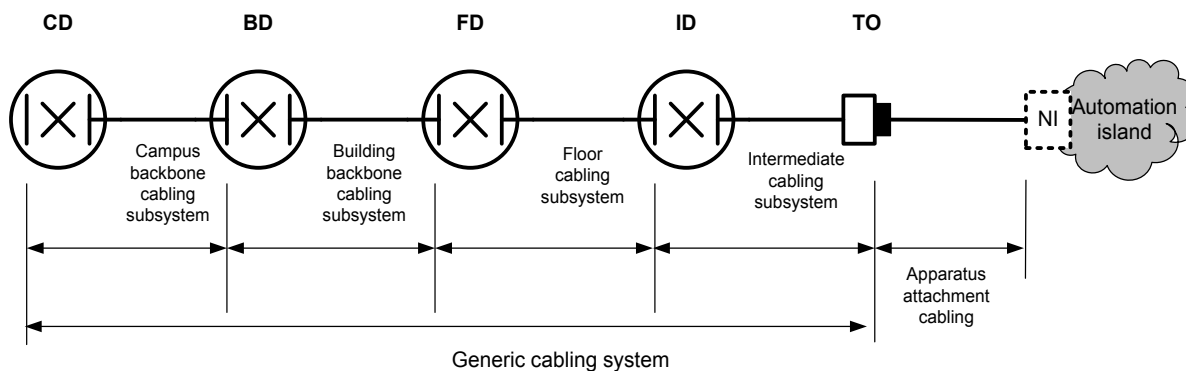
Le présent article aborde le projet de câblage et les infrastructures connexes visant à prendre en charge les réseaux de communication dans les locaux industriels.

4.1.2 Câblage dans les locaux industriels

Le câblage peut notamment comprendre:

- le câblage de communication spécifique utilisé dans ou entre les îlots d'automatisation avec les profils de configuration de la série 61784-5;
- le câblage de télécommunication générique pour les locaux industriels (voir ISO/CEI 24702);
- les éléments de câblage générique modifiés pour satisfaire aux besoins de câblage de communication spécifique dans un îlot d'automatisation conformément aux profils de configuration de la série CEI 61784-5.

La conception du câblage générique pour les locaux industriels, spécifiée dans l'ISO/CEI 24702, offre une structure de câblage souple comprenant un ensemble de sous-systèmes de câblage aux performances de transmission spécifiées, connectés de manière passive, à l'aide de cordons, ou active, à l'aide d'un matériel de transmission (voir Annexe A). Figure 3 (issue de l'ISO/CEI 24702) illustre la du câblage générique connectée à un îlot d'automatisation dans lequel l'interface TO permet de connecter un large éventail de matériels de mise en réseau.



Légende

Anglais	Français
Campus backbone cabling subsystem	Sous-système de câblage Campus backbone
Building backbone cabling subsystem	Sous-système de câblage de bâtiment
Floor cabling subsystem	Sous-système de câblage d'étage
Intermediate cabling subsystem	Sous-système de câblage intermédiaire
Apparatus attachment cabling	Câblage de fixation d'appareil
Generic cabling system	Système de câblage générique
Automation Island	Îlot d'automatisation

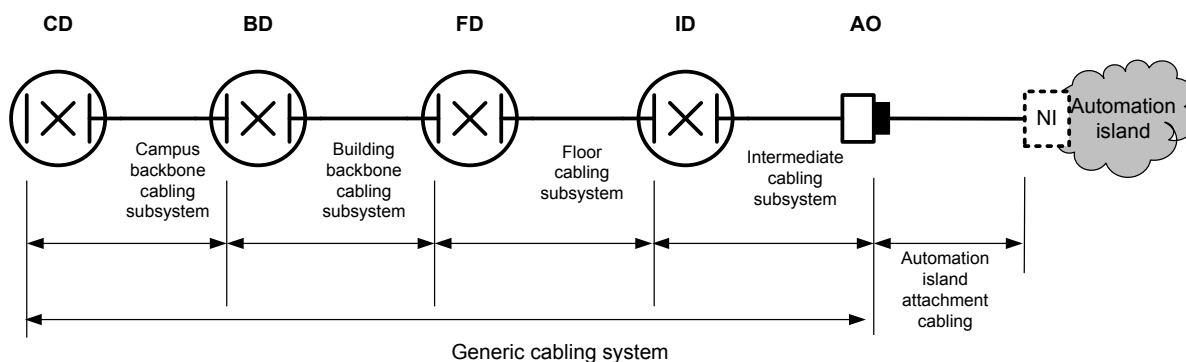
Figure 3 – Structure du câblage générique connecté à un îlot d'automatisation

En cas de connexion entre un câblage générique et un câblage de communication spécifique au sein d'un îlot d'automatisation, une prise d'automatisation spécifiée dans la présente norme peut remplacer la prise de télécommunication (voir Figure 4).

Les exigences et recommandations spécifiques de planification d'un câblage générique dans des locaux industriels décrites dans le présent article doivent être respectées. De plus, il convient de tenir compte des recommandations générales de l'ISO/CEI 14763-2.

Un îlot d'automatisation peut contenir (voir Figure 5)

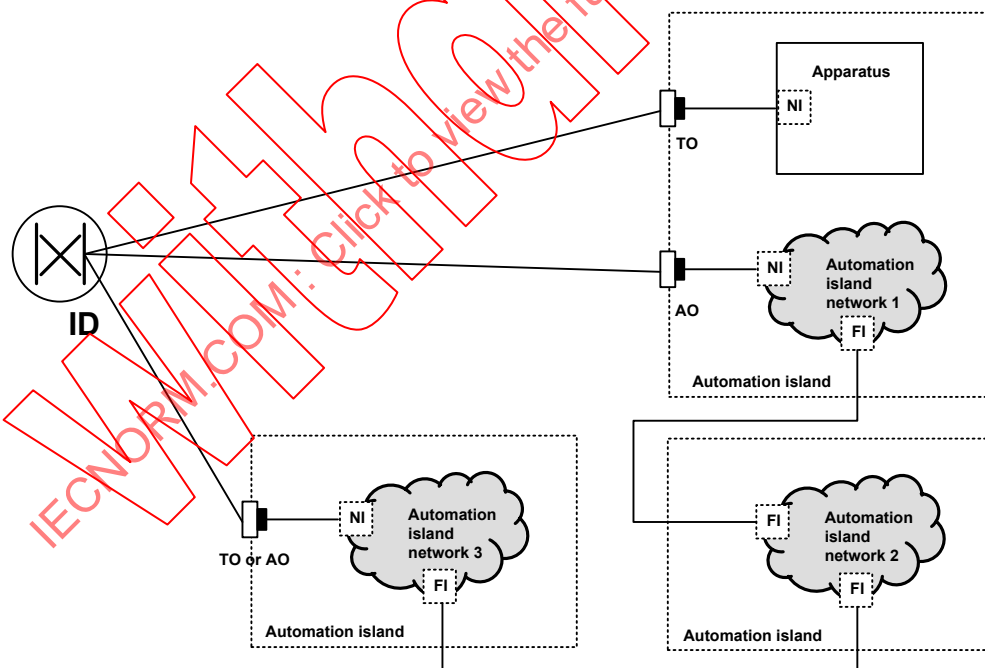
- un ou plusieurs appareils d'automatisation industrielle conformes aux exigences de câblage générique,
- une ou plusieurs applications d'automatisation industrielle mises en œuvre avec un réseau d'îlots d'automatisation utilisant un câblage Ethernet (ISO/CEI 8802-3) et non Ethernet conforme à la CEI 61784-1 ou CEI 61784-2.



Légende

Anglais	Français
Campus backbone cabling subsystem	Sous-système de câblage Campus backbone
Building backbone cabling subsystem	Sous-système de câblage Campus building
Floor cabling subsystem	Sous-système de câblage d'étage
Intermediate cabling subsystem	Sous-système de câblage intermédiaire
Automation island attachment cabling	Câblage de fixation d'îlot d'automatisation
Generic cabling system	Système de câblage générique
Automation Island	Îlot d'automatisation

Figure 4 – Câblage d'îlot d'automatisation fixé à des éléments de câblage générique



Légende

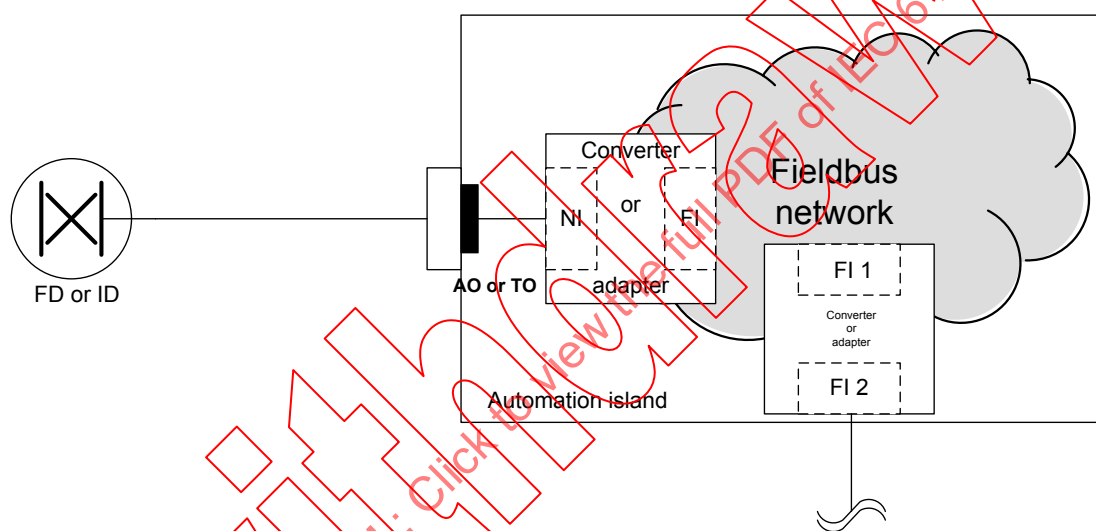
Anglais	Français
Apparatus	Appareillage
Automation island network 1	Réseau d'îlots d'automatisation 1
Automation island network 2	Réseau d'îlots d'automatisation 2
Automation island network 3	Réseau d'îlots d'automatisation 3
Automation island	Îlots d'automatisation
TO or AO	TO ou AO

Figure 5 – Îlots d'automatisation

Les interconnexions entre le réseau d'îlots d'automatisation et le câblage générique peuvent être assurées à l'aide d'un convertisseur/adaptateur approprié (voir Figure 6). Des îlots d'automatisation peuvent être connectés en connectant un ou plusieurs bus de terrain et des convertisseurs/adaptateurs appropriés ou par l'intermédiaire du câblage générique (voir Figure 5).

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 ne pas être nécessaire. Si l'interconnexion entre les îlots d'automatisation passe par le répartiteur intermédiaire, 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 la présente norme. Dans ce cas, les performances du canal doivent être respectées entre le répartiteur intermédiaire et l'interface réseau (à l'exclusion de l'interface de connecteur au niveau de l'interface réseau).



Légende

Anglais	Français
FD or ID	FD ou ID
AO or TO	AO ou TO
Convertor or adapter	Convertisseur ou adaptateur
Automation island	Îlot d'automatisation
Fieldbus network	Réseau de bus de terrain

Figure 6 – 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 Annexe L) d'une ou plusieurs personnes ci-après: concepteur de réseaux de bâtiment, 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 de dessins d'étude, de descriptions fonctionnelles des machines ou de schémas de construction des installations de processus.

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 la CEI 60950-1 peuvent être prises en compte;
 - si un réseau de communication est doté de terminaux et de fils aisément accessibles, il convient d'appliquer la CEI 60364-4-41 relative à la protection contre les chocs électriques et aux exigences de compatibilité électromagnétique;
- sécurité;
- environnementale;
 - 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 (MHV) à proximité du réseau de communication. L'influence RF des émetteurs de grande puissance avoisinants (les émetteurs TV, par exemple) doit être prise en compte;
- compatibilité électromagnétique.

L'étape 2 concerne les fonctionnalités 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 suite aux étapes 1 et 2 (voir 4.4).

Le processus de planification de 4.2, 4.3 et 4.4 donne lieu à une documentation de planification de câblage présentée en 4.5, qui doit comprendre:

- a) une déclaration, signée par le planificateur responsable, expliquant dans quelle mesure l'installation prévue satisfait aux conditions environnementales, aux exigences de sûreté et de sécurité et aux exigences CEM, en 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 suite à l'étape 3;
- d) une table de comparaison des valeurs de performances nominales et réelles du réseau.

4.1.4 Exigences spécifiques pour les profils de communication

Des informations supplémentaires relatives à un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.1.5 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.2 Exigences de planification

4.2.1 Sécurité

4.2.1.1 Généralités

Le planificateur doit tenir compte des 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 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 de la présente norme implique la conformité des installations électriques aux normes pertinentes de la série CEI 60364 ou aux réglementations locales et nationales, selon le cas.

4.2.1.3 Sécurité de fonctionnement

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.

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 la série CEI 61784-3 et/ou CEI 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 la CEI 61158-2 et aux profils de communication applicables de la CEI 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 la CEI 60825-2 ou aux réglementations locales.

4.2.2 Sécurité

Si des réseaux de communication conformes à la future CEI 61784-4 et à la future CEI 62443 sont planifiés, le risque doit être évalué afin de déterminer toutes les exigences de sécurité supplémentaires. Le planificateur doit appliquer toutes ces exigences.

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 îlots d'automatisation, 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.

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/CEI 24702 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 dans l'Annexe B à l'attention du planificateur et de l'installateur.

NOTE 1 Le système de classification MICE de l'ISO/CEI 24702 n'est pas une spécification d'essai du composant.

NOTE 2 Le système de classification MICE de l'ISO/CEI 24702 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.

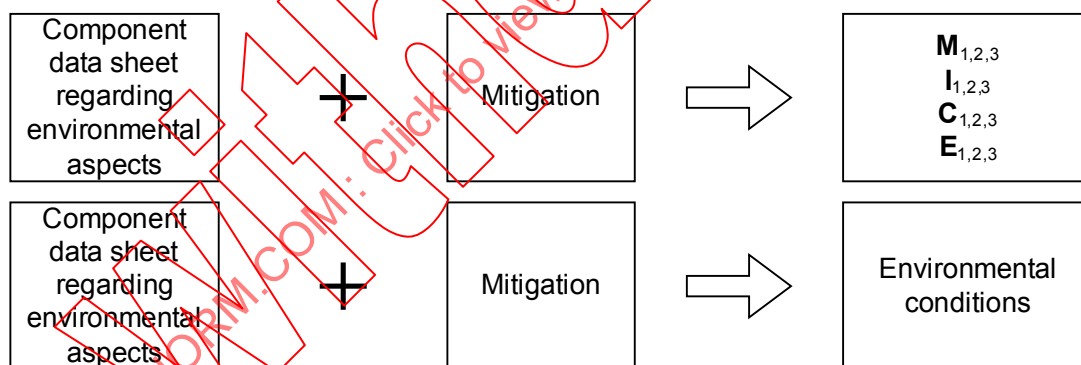
- Etablir les conditions environnementales ambiantes pour chaque région différente de l'espace d'application (à côté de la machine, dans la salle de commande ou entre elles, par exemple).
- Définir les composants constituant le système de communication, y compris leurs spécifications environnementales.
- Définir la réduction supplémentaire des risques pour rapprocher les spécifications de composant 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 traiter les exigences environnementales en spécifiant une combinaison de techniques de sélection et d'atténuation de composant à appliquer (voir Figure 7).

Les produits (les enveloppes, par exemple), nécessaires à l'atténuation, doivent également être inclus dans la nomenclature.

La compatibilité des composants peut être respectée 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.

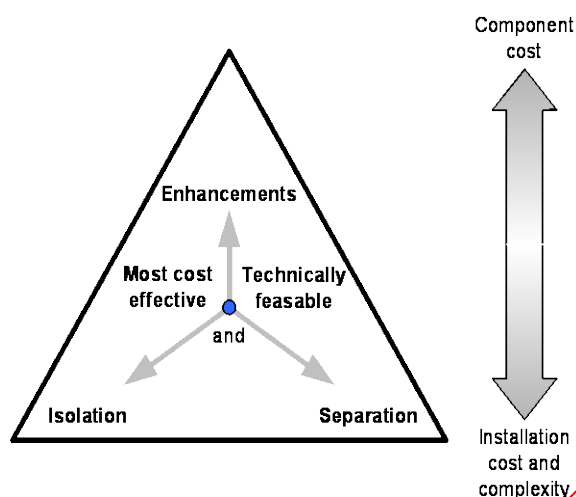


Légende

Anglais	Français
Component data sheet regarding environmental aspects	Fiche technique du composant relative aux aspects environnementaux
Mitigation	Atténuation
Environmental conditions	Conditions environnementales

Figure 7 – Comment satisfaire aux conditions environnementales

La Figure 8 illustre dans quelle mesure les trois méthodes (isolation, séparation et amélioration) fonctionnent ensemble 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 dans l'Annexe B.



Légende

Anglais	Français
Component cost	Coût du composant
Installation cost and complexity	Coût et complexité de l'installation
Enhancements	Améliorations
Most cost effective	Plus rentable
Technically feasible	Réalisable d'un point de vue technique
and	et
Isolation	Isolation
Separation	Séparation

Figure 8 – Fonctionnement commun de l'amélioration, de l'isolation et de la séparation

4.2.4 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.3 Fonctionnalités du réseau

4.3.1 Topologie de réseau

4.3.1.1 Description commune

Il existe deux thèmes fondamentaux pour les réseaux d'îlots d'automatisation 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. Cet élément n'entre pas dans le domaine d'application de la présente norme.

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.

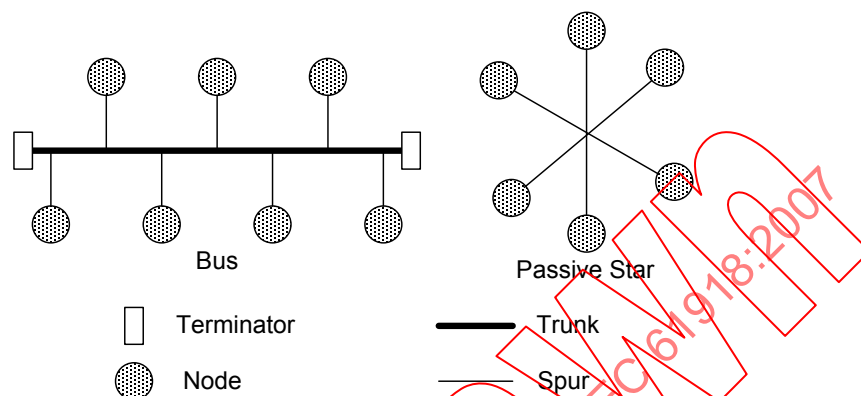
Le planificateur doit sélectionner la topologie la plus appropriée sur la base des exigences d'application (voir également Annexe C) et en fonction des topologies spécifiées pour le profil de communication spécifique. Les topologies de base définies en 4.3.1.2 et 4.3.1.3 et leurs combinaisons (voir 4.3.1.4) sont les topologies physiques appropriées pour les réseaux d'îlots d'automatisation.

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 9, se présentent comme suit.

- Bus
- Etoile



Légende	
Anglais	Français
Bus	Bus
Terminator	Terminaison
Node	Nœud
Passive Star	Etoile passive
Trunk	Jonction
Spur	socle

Figure 9 – 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 10, se présentent comme suit.

- Etoile
- Anneau
- Linéaire

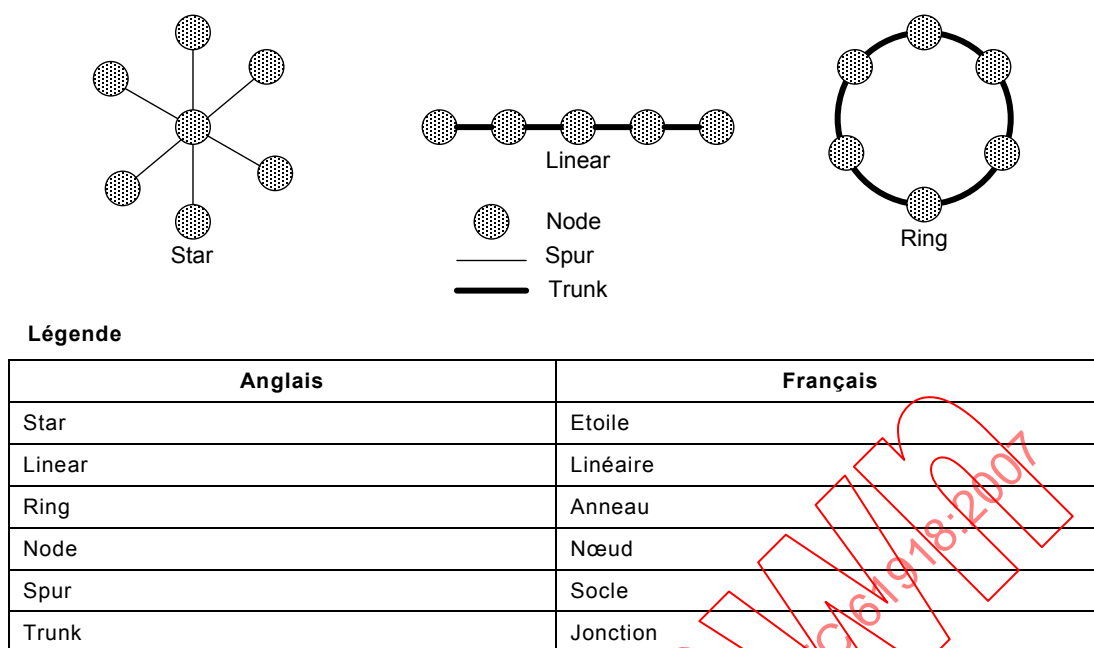


Figure 10 – Topologies physiques de base des réseaux actifs

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 11 donne un exemple de configuration commune de deux segments de bus passifs interconnectés par un répéteur de bus actif.

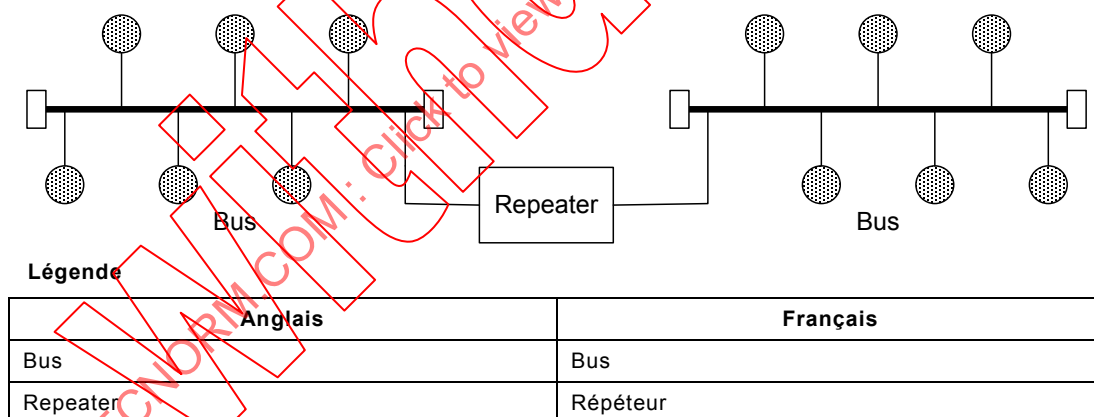


Figure 11 – Exemple de combinaison de topologies de base

4.3.1.5 Exigences spécifiques pour les profils de communication

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 de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Les canaux de câblage générique conformes à l'ISO/CEI 24702 peuvent constituer des éléments de réseaux décrits en 4.3.1.2 à 4.3.1.5. Des restrictions particulières sont détaillées dans l'ISO/CEI 24702.

4.3.2 Caractéristiques du réseau

4.3.2.1 Généralités

Il est de pratique habituelle de placer un réseau d'îlots d'automatisation industriel dans un sous-réseau lorsqu'il y a un grand nombre d'appareils à connecter.

Chaque spécification de réseau est composée des caractéristiques de base suivantes.

- Vitesses de transfert.
- Type de support et performances.
- Nombre maximal d'appareils (nœuds), y compris les répéteurs.
- 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 débit de transmission effectif 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 pratique peuvent également inclure des déclarations de valeurs maximales acceptables pour la règle de codage de base et la salve d'erreurs (comme dans la CEI 61784-2, Article 5, par exemple).

4.3.2.2 Caractéristiques du réseau pour le câblage symétrique 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 les profils d'installation respectifs conformément aux modèles donnés au Tableau 1.

Tableau 1 – Caractéristiques du réseau de base pour le câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet

Caractéristique	CP x/y
Technologie de transmission de base	
Longueur/Vitesse de transmission	Longueur de segment m
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	
3-6-12 Mbit/s	
5 Mbit/s	
8 Mbit/s	
16 Mbit/s	
Capacité maximale	N° max.
Appareils/segment	
Appareils/réseau	

4.3.2.3 Caractéristiques du réseau pour le 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 les profils d'installation respectifs conformément aux modèles donnés au Tableau 2 .

Tableau 2 – Caractéristiques 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) ^b	
Nombre de connexions dans le canal (max.) ^{a b}	
Longueur du câble de raccordement (m) ^a	
Classe de canal conformément à l'ISO/CEI 24702 (min.) ^b	
Catégorie de câble conformément à l'ISO/CEI 24702 (min.) ^c	
Catégorie de matériel de connexion conformément à l'ISO/CEI 24702 (min.)	
Types de câble	
^a Voir 4.4.3.2. ^b Pour les besoins du présent tableau, les définitions de canal de l'ISO/CEI 24702 s'appliquent. ^c Des informations supplémentaires sont fournies dans la série CEI 61156.	

4.3.2.4 Caractéristiques du réseau pour le 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 les profils d'installation respectifs conformément aux modèles donnés au Tableau 3.

Tableau 3 – Caractéristiques du réseau pour le câblage à fibres optiques

CP x/y		
Type de fibre optique	Description	
Silice monomode	Norme	
	Affaiblissement linéique à λ	
	Largeur de bande ou équivalent à λ	
	Autre description	
	Diamètre de champ mode (μm)	
	Diamètre extérieur (μm)	
	Longueur minimale (m)	
	Longueur maximale (m)	
Silice multimode	Norme	
	Affaiblissement linéique à λ	
	Largeur de bande modale (MHz x km) à λ	
	Autre description	
	Diamètre du cœur (μm)	
	Diamètre extérieur (μm)	
	NA	
	Longueur minimale (m)	
	Longueur maximale (m)	
POF	Norme	
	Affaiblissement linéique à λ	
	Largeur de bande modale (MHz x km) à λ	
	Autre description	
	Diamètre du cœur (μm)	
	Diamètre extérieur (μm)	
	NA	
	Longueur minimale (m)	
	Longueur maximale (m)	
Hard Clad Silica (HCS)	Norme	
	Affaiblissement linéique à λ	
	Largeur de bande modale (MHz x km) à λ	
	Autre description	
	Diamètre du cœur (μm)	
	Diamètre extérieur (μm)	
	NA	
	Longueur minimale (m)	
	Longueur maximale (m)	

4.3.2.5 Caractéristiques spécifiques du réseau

Des informations supplémentaires relatives aux caractéristiques d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.3.2.6 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Certains canaux de câblage générique conformes à l'ISO/CEI 24702 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 ISO/CEI 24702 pour plus de détails.

4.4 Sélection et utilisation des 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 requises 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 câblage doit être sélectionné 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'îlots d'automatisation. Dans ce cas, il revient au planificateur de s'assurer que le système de câblage satisfait aux exigences de l'application.

NOTE Un câblage générique conforme à l'ISO/CEI 24702 peut ne pas être adapté à certains profils de communication.

Le planificateur doit sélectionner un câble d'enfouissement adapté s'il doit satisfaire aux exigences en matière de:

- réglementations locales;
- protection contre les coups de foudre;
- dommages causés par les rongeurs;
- résistance chimique.

Si l'emplacement du matériel implique 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 profils de communication Ethernet

Les câbles symétriques destinés aux profils de communication Ethernet doivent satisfaire aux exigences du Tableau 2.

Le planificateur doit consulter le profil d'installation correspondant pour connaître les exigences ou recommandations supplémentaires relatives aux câbles symétriques.

Le planificateur doit tenir compte des 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 doivent migrer vers des données à des vitesses de transmission supérieures ou une alimentation par câble Ethernet, il convient de considérer l'utilisation de câbles à quatre paires);

- il n'est pas recommandé d'utiliser des câbles contenant un nombre de paires élevé pour les applications de contrôle;
- dans un canal actif et en présence d'un câblage utilisant des éléments de câble à 2 et 4 paires mixtes dans le même canal, 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/CEI 24702 contiennent 4 paires et offrent une longueur maximale de canal de 100 m.

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction des modèles donnés au Tableau 4 et 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, LS0H, par exemple)	
Notations d'agence	
Autres caractéristiques ^a	
^a Insérer ici le nom des autres caractéristiques nécessaires (une ou plusieurs, selon le cas).	

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 ^a	
^a Insérer ici le nom des autres caractéristiques nécessaires (une ou plusieurs, selon le cas).	

4.4.1.2.2 Câbles en cuivre pour les profils de communication non Ethernet

Les câbles en cuivre destinés aux profils de communication non 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 aux Tableau 4 et Tableau 5.

4.4.1.3 Câbles pour installation sans fil

Néant.

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 la série CEI 60794).

Le planificateur doit s'assurer que les performances de conception et de transmission du câble à fibres optiques fournissent toutes les longueurs de canal requises pour le profil de communication à prendre en charge, en tenant compte de la présence de connexions et d'épissures.

NOTE Le profil de communication peut inclure des longueurs maximales et minimales de canal et/ou des limites de perte d'insertion.

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.

NOTE Certaines informations supplémentaires qui doivent être prises en compte par l'installateur et le personnel de maintenance sont données dans les articles correspondants de la présente norme.

Tableau 6 – Informations relatives aux câbles à fibres optiques

Caractéristique	Silice monomode 9,10/125 µm	Silice multimode 50/125 µm	Silice multimode 62,5/125 µm	Fibre optique plastique à saut d'indice 980/1 000 µm	HCS à saut d'indice 200/230 µm
Affaiblissement par km (650 nm)					
Affaiblissement par km (820 nm)					
Affaiblissement par km (1 310 nm)					
Nombre de fibres optiques					
Type de connecteur (duplex ou simplex, par exemple)					
Exigences de couleur de la gaine					
Matériau de la gaine					
Résistance au milieu agressif (UV, résistance à l'huile, LS0H, par exemple)					
Arrêt (O/N)					
Autres caractéristiques ^a					
^a Insérer ici le nom des autres caractéristiques nécessaires (une ou plusieurs, selon le cas).					

4.4.1.5 Câbles en cuivre et à fibres optiques spéciaux

Les câbles suivants offrent un support pour les applications particulières. Le planificateur doit tenir compte des attributs de câblage supplémentaires requis pour assurer le cycle de vie souhaité du système de câblage.

Des exemples de câbles en cuivre et à fibres optiques spéciaux sont présentés ci-dessous:

- a) câbles guirlandes;
- b) câbles high-flex;
- c) câbles high-flex pour les mouvements en trois dimensions;
- d) câbles résistants aux UV;
- e) 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 appelé chaîne 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 limiter la flexion et les torsions;
- 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.

Il est habituel d'utiliser les câbles high-flex dans les applications de soudure robotique. Dans ce cas, il convient de considérer les matériaux de gainage résistants aux projections de soudure.

4.4.1.6 Exigences spécifiques pour les profils de communication

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 doivent être pris en charge pour un réseau, les exigences sont spécifiées dans le profil d'installation correspondant.

4.4.1.7 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

L'ISO/CEI 24702 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/CEI 24702:

- 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 CEI.

Le planificateur doit s'assurer que les composants spécifiés et leur utilisation dans un canal offre les performances de transmission requises.

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.

4.4.2.4 Matériel de connexion des installations sans fil

Néant.

4.4.2.5 Matériel de connexion pour câblage à fibres optiques

Pour les connecteurs à fibres optiques (voir CEI 60874-10, CEI 60874-14, etc.) 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.

Tableau 9 – Matériel de connexion à fibres optiques

	CEI 61754-2	CEI 61754-4	EN 50377-6-1	CEI 61754-20	CEI 61754-22	Autres
	BFOC/2,5	SC	SC-RJ	CL (LC)	F-SMA	
CP x/y						
NOTE La série CEI 61754 définit les interfaces mécaniques de connecteur à fibres optiques. Les spécifications de performances des connecteurs à fibres optiques terminés par des types de fibre particuliers normalisés dans la série CEI 60874.						

4.4.2.6 Exigences spécifiques pour les profils de communication

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 de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir 4.4.1.7.

4.4.3 Connexions dans un canal/une liaison permanente

4.4.3.1 Description commune

Pour les besoins du présent paragraphe, les termes "canal" et "liaison permanente" définis dans l'ISO/CEI 24702 sont modifiés en 3.1.18 et 3.1.48 afin d'être utilisés pour les profils de communication conformément à la série CEI 61784-5.

Les longueurs maximales de canal définies par le profil d'installation spécifique pour le support de câblage particulier ne doivent pas être dépassées. Toutefois, la qualité du service dépend de la longueur du canal et du nombre de connexions et d'épissures qu'il contient.

Le nombre de connexions et d'épissures dans le canal augmente la perte d'insertion du canal et, pour le câblage symétrique, augmente le niveau de bruit dans le 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 s'assurer de la prise en compte de l'impact du nombre de connexions dans le canal, comme indiqué dans le présent paragraphe. Eu égard au nombre de connexions dans le canal, les mises en œuvre de référence présentées dans l'ISO/CEI 24702 sont limitées à 4. Si la planification exige plus de 4 connexions, une analyse supplémentaire peut s'avérer nécessaire. Il peut s'avérer utile 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 est en place pour maintenir les performances du canal pendant la durée de vie utile du câblage.

4.4.3.2 Connexions de câblage symétrique pour les profils de communication reposant sur Ethernet

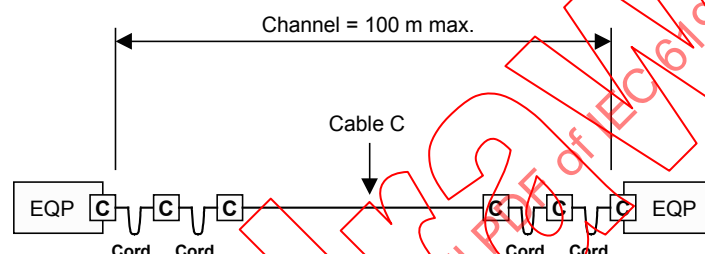
4.4.3.2.1 Description commune

Les réseaux Ethernet doivent satisfaire aux règles ci-dessous.

- Les mises en œuvre de référence décrites dans l'ISO/CEI 24702 (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/CEI 24702. 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 peuvent être prises en charge pour les profils de communication et être intégralement décrites dans les profils d'installation CP.

a) Mise en œuvre de référence de base

La Figure 12 illustre le modèle utilisé pour corréler les dimensions de câblage spécifiées dans le présent article aux spécifications de canal de l'ISO/CEI 24702. Le canal de câblage présenté contient deux connexions à chaque extrémité et deux cordons à chaque extrémité du canal. Pour les besoins du présent paragraphe, les jarretières sont considérées comme des cordons.



Légende

Anglais	Français
Channel = 100 m max.	Canal = 100 m max.
EQP	MATERIEL
Cord	Cordon
Cable C	Câble C

Figure 12 – Modèle de mise en œuvre de référence de base

L'approche de mise en œuvre de référence de base du Tableau 10 permet d'ajuster la longueur du câble C afin de compenser les longueurs de cordon variables et la température de fonctionnement du canal.

Tableau 10 – Equations de mise en œuvre de référence de base

Composant Catégorie	Classe		
	D	E	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	$C = (119 - N - F \times Y) / X$	$C = (109 - N - F \times Y) / X$	$C = (106 - N - F \times Y) / X$

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 (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.

NOTE Les performances requises du canal sont déterminées à l'aide des équations présentées dans ce tableau et reposant sur une approche statistique de la modélisation des performances.

^a où

C est la longueur du câble fixe (m);

N est le nombre de connexions (4 au maximum, sinon il convient de vérifier les performances NEXT, Return Loss (Affaiblissement de réflexion) et ELFEXT);

F est la longueur combinée des cordons et des jarretières (m);

X est le rapport de la perte d'insertion du câble fixe C (dB/m) sur la perte d'insertion de la catégorie pertinente de câble (dB/m);

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);

Dans le Tableau 10, il est supposé que

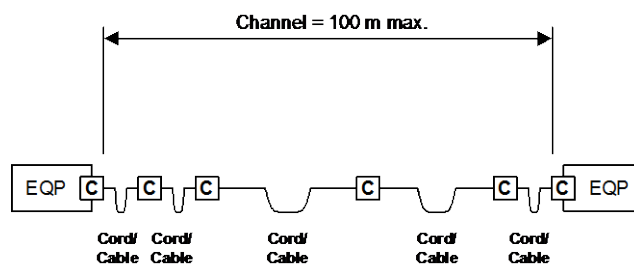
- la longueur de canal maximale est de 100 m;
- le câble C peut faire l'objet d'une spécification de perte d'insertion différente de celle de la catégorie de câble pertinente spécifiée dans la série CEI 61156;
- le câble souple qui compose les cordons peut faire l'objet d'une spécification de perte d'insertion 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.

La longueur du câble C doit être déterminée par des équations définies au Tableau 10.

Si quatre connexions sont utilisées dans un canal, il convient que la longueur physique du câble C soit d'au moins 15 m. La longueur maximale du câble C dépend de la longueur totale des cordons pris 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

La Figure 13 illustre le modèle utilisé pour corréliser les dimensions de câblage spécifiées dans le présent article aux spécifications de canal de l'ISO/CEI 24702. Le canal de câblage présenté contient quatre connexions. Pour les besoins du présent paragraphe, les jarretières sont considérées comme des cordons.

**Légende**

Anglais	Français
Channel = 100 m max.	Canal = 100 m max.
EQP	MATERIEL
Cord/Cable	Cordon/Câble

Figure 13 – Modèle de mise en œuvre de référence améliorée

Le canal contient des cordons ou des câbles de façon souple.

Dans le Tableau 11, il est supposé que

- a) la longueur de canal maximale est de 100 m;
- b) 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 la série CEI 61156;
- c) chaque câble peut faire l'objet de spécifications de perte d'insertion différentes;
- d) 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 équations définies au Tableau 11.

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 est défini au Tableau 11.

Le planificateur doit exiger que, lors de l'exploitation du câblage installé, l'organisme de maintenance s'assure que les cordons utilisés pour créer le canal respectent les règles de conception dudit canal.

Tableau 11 – Equations de mise en œuvre de référence améliorée

Composant Catégorie	Classe		
	D	E	F
5	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j) } \leq 113 - 2 \times N^a$	-	-
6	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j) } \leq 115 - N$	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j) } \leq 106 - N$	
7	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j) } \leq 119 - N$	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j) } \leq 109 - N$	$\sum F_i \times Y_i \times Z_i \text{ (i=1 to j) } \leq 106 - N$

NOTE Les performances requises du canal sont déterminées à l'aide des équations présentées dans ce tableau et reposant sur une approche statistique de la modélisation des performances.

^a où

i est la section de câble de 1 à j (minimum 1 et maximum 5);

N est le nombre de connexions (4 au maximum, sinon il convient de vérifier les performances NEXT, Return Loss (Affaiblissement de réflexion) et ELFEXT);

F_i est la longueur du câble (m);

Y_i 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);

Z_i est le déclassement de perte d'insertion des cordons (dB/m) pour des températures de fonctionnement supérieures à 20 °C, définies au Tableau 12.

Tableau 12 – Facteur de correction Z pour une température de fonctionnement supérieure à 20 °C

Construction du câble	Facteur de correction Z ^a	
	20 °C < T < 40 °C	40 °C < T < 60 °C
Blindé	$1 + 0,002 \times (T - 20)$	$1 + 0,002 \times (T - 20)$
Non blindé	$1 + 0,004 \times (T - 20)$	$1 + 0,006 \times (T - 20)$

^a Si la température de fonctionnement dépasse 60 °C, les informations du fabricant doivent être consultées pour connaître les facteurs appropriés.

Eu égard aux mesures du canal, si les connexions d'extrémité sont différentes de celles spécifiées pour le canal normalisé, le planificateur doit demander l'étalonnage du matériel d'essai à l'aide des câbles de raccordement ou des adaptateurs utilisés.

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 Epissures de câblage symétrique

Les épissures doivent uniquement être utilisées pour les réparations et doivent uniquement être considérées si les performances requises du canal sont maintenues.

4.4.3.2.4 Connexions de cloison de câblage symétrique

Une connexion de cloison doit être comptée comme deux connexions, s'il n'est pas prouvé qu'elle satisfait aux performances de transmission d'une seule connexion.

NOTE Des informations supplémentaires relatives aux cloisons sont proposées dans l'Annexe J, dont le contenu diffère de celui de l'ISO/CEI 24702.

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 Adaptateurs J-J de câblage symétrique

Une connexion d'adaptateur prise-prise doit être comptée comme deux connexions, s'il n'est pas prouvé qu'elle satisfait aux performances de transmission d'une seule connexion.

Les adaptateurs J-J permettent de connecter un câblage fixe et un câblage souple (pour câble mobile "C-Track" dans une machine, par exemple). Des adaptateurs J-J sont recommandés pour assurer les connexions d'un tapis roulant composé de plusieurs modules reliés ensemble lorsqu'ils sont mis en fonctionnement.

4.4.3.3 Connexions de câblage en cuivre pour les profils de communication 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 Epissures 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 Adaptateurs J-J de câblage en cuivre

Voir 4.4.3.2.5.

4.4.3.4 Connexions de câblage à fibres optiques pour les profils de communication 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/CEI 8802-3) définit les configurations possibles du câblage à la longueur d'ondes spécifiée, comme suit:

$$L = 1\,000 \times (A - iM - jS)/C$$

où

- L est la longueur de canal (m);
- A est la perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB);
- M est la spécification de perte d'insertion de chaque connexion (dB);
- S est la spécification de perte d'insertion de chaque épissure (dB);
- i est le nombre de connexions dans le canal;
- j est le nombre d'épissures dans le canal;
- C est l'affaiblissement linéique du câble (dB/km).

Toutes les exigences relatives aux longueurs maximales de canal et au nombre (ou la spécification) de composants dans le profil de communication doivent être appliquées. Il convient de faire référence au profil d'installation pertinent (série CEI 61784-5) pour déterminer s'il existe des exigences supplémentaires.

Si un câblage conforme aux mises en œuvre de référence de l'ISO/CEI 24702 doit être utilisé pour prendre en charge un profil de communication particulier, le planificateur doit appliquer les spécifications de composant de cette norme.

De plus amples détails sur les connexions de cloison sont donnés en 4.4.3.4.2.

4.4.3.4.2 Connexions de cloison à fibres optiques

En règle générale, les connexions de cloison à fibres optiques comprennent une connexion.

4.4.3.4.3 Adaptateurs J-J à fibres optiques (coupleurs à fibres optiques)

En règle générale, les adaptateurs J-J à fibres optiques comprennent une connexion.

4.4.3.5 Connexions de câblage à fibres optiques pour les profils de communication ne reposant pas sur Ethernet

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 de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

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 profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de terminaison d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.4.4.3 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Aucune exigence supplémentaire.

4.4.5 Emplacement et connexion de l'appareil

4.4.5.1 Description commune

Il convient de placer les appareils de manière à ce qu'ils assurent un accès approprié pour la maintenance et le dépannage cohérent avec les performances requises du canal. De plus, des considérations relatives 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 profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'emplacement et de connexion de l'appareil d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.4.5.3 Exigences spécifiques pour l'installation sans fil

Néant.

4.4.5.4 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Aucune exigence supplémentaire.

4.4.6 Codage et étiquetage

4.4.6.1 Description commune

Un codage et un étiquetage doivent être prévus en usine (et rappelés dans la documentation de câblage) 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 Article 7 pour obtenir des informations supplémentaires.

4.4.6.2 Exigences supplémentaires pour les profils de communication

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 profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de codage et d'étiquetage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.4.6.4 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.4.7 Mise à la terre et mise au même potentiel du matériel et des appareils 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 satisfaire aux 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 du câblage de l'installation.

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 la présente norme et les profils de communication correspondants. Si cette exigence ne peut pas être satisfaite, un autre support doit être considéré (UTP, câbles à fibres optiques ou sans fil, par exemple).

Le système 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 (CEI 60364-4-41 et CEI 60364-5-54, par exemple). Si la conformité est requise, le planificateur/l'installateur et le vérificateur du réseau doivent obtenir confirmation de la conformité de l'installation aux normes en vigueur.

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 de l'installation 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 5.7.1).
- Un réseau de masse équipotentiel (CBN) présentant l'impédance de terre requise et une intensité de courant admissible élevée doit être formé de tous les composants de construction métalliques.
- 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 à la présente norme et au profil d'installation correspondant. La CEI/TR 61000-5-2 donne des directives supplémentaires.

Il existe deux méthodes éprouvées de mise à la terre: le maillage (équipotentiel) 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 (UTP, câbles à fibres optiques ou sans fil, par exemple).

4.4.7.1.4 Sélection des systèmes de mise à la terre et de mise au même potentiel

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 deux méthodes éprouvées de mise à la terre et de mise au même potentiel, conformément au profil d'installation CP approprié. Il convient que le planificateur donne des conseils au fabricant de machine-outil quant au schéma de mise à la terre prévu 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 planificateur doit documenter le système de mise à la terre choisi (mise à la terre équipotentielle 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 Mise au même potentiel et mise à la terre des enveloppes et du chemin

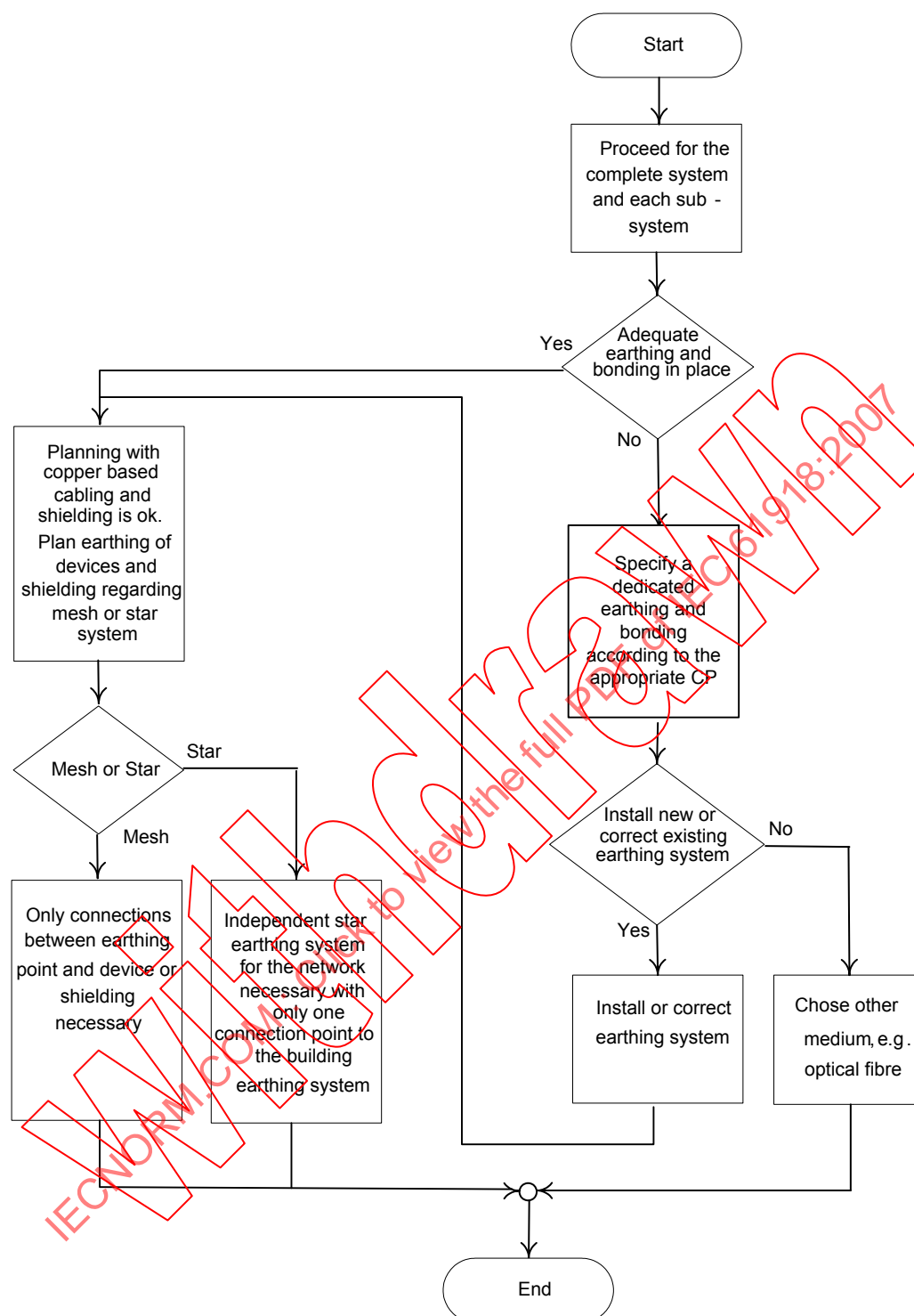
4.4.7.2.1 Dimension et longueur des conducteurs d'égalisation et de mise à la terre

Il convient que la section des conducteurs de mise à la terre (Tableau 13) ne soit pas inférieure à 8,36 mm² (voir l'Annexe F pour la taille AWG correspondante). Il convient que la longueur des tresses de mise à la terre ne soit pas inférieure à 25 mm. Les réglementations locales peuvent avoir des exigences supplémentaires en matière de conducteur de mise à la terre.

NOTE Le Tableau 13 est basé sur la valeur maximum de résistance du conducteur de mise à la terre de 1 Ω.

Tableau 13 – Dimension et longueur des conducteurs d'égalisation et de mise à la terre

Section minimale mm ²	Longueur maximale m
8,36	291
10,55	367
13,3	463
16,77	584
21,15	736



Légende

Anglais	Français
Start	Début
Proceed for the complete system and each sub-system	Réaliser pour le système complet et chaque sous-système
Adequate earthing and bonding in place	Mise à la terre et mise au même potentiel appropriées en place
Yes	Oui
No	Non
Planning with copper based cabling and shielding is ok. Plan earthing of devices and	Une planification avec un câblage à base de cuivre et un blindage est correcte. Planifier la

Anglais	Français
shielding regarding mesh or star system	mise à la terre des dispositifs et le blindage concernant le maillage ou le système en étoile
Specify a dedicated earthing and bonding according to the appropriate CP	Spécifier une mise à la terre et au même potentiel dédiée selon le profil de communication approprié
Mesh or star	Maillage ou étoile
Star	Etoile
Mesh	Maillage
Only connections between earthing point and device or shielding necessary	Seules les connexions entre le point de mise à la terre et le dispositif ou le blindage sont nécessaires
Independent star earthing system for the network necessary with only one connection point to the building earthing system	Le système de mise à la terre en étoile indépendant pour le réseau est nécessaire uniquement avec un point de connexion au système de mise à la terre du bâtiment
Install new or correct existing earthing system	Installer un nouveau système de mise à la terre ou un système existant correct
Yes	Oui
No	Non
Install or correct earthing system	Installer ou corriger le système de mise à la terre
Chose other medium, e.g. optical fibre	Choisir un autre moyen par exemple fibre optique
End	Fin

Figure 14 – Sélection des systèmes de mise à la terre et de mise au même potentiel

4.4.7.2.2 Tresses de métallisation et dimensions

Les tresses de métallisation doivent être en cuivre, en aluminium ou en acier plaqué zinc (voir Tableau 14).

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 14 – Section des tresses de métallisation

Matériau	Section minimum mm ²
Cuivre	6
Aluminium	16
Acier plaqué zinc	50

Le Tableau 15 (extrait de la CEI 60354-5-54) donne les exigences relatives à la protection de surface des plaquettes de métallisation.

Tableau 15 – Protection de surface des plaquettes de métallisation

Matériau	Protection de surface	Epaisseur µm
Acier, bande	Galvanisé à chaud	63 à 70
Aluminium	Non défini	-
Cuivre	Nu	Néant
	Etamé	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 à l'aide de bonnes pratiques de construction. La documentation de planification du câblage doit inclure des exigences selon lesquelles toutes les connexions aux surfaces métalliques doivent être préparées de manière à offrir une faible résistance et à les protéger contre la corrosion. L'Article 5 donne des directives supplémentaires aux installateurs quant à la manière de bien raccorder les connexions aux surfaces métalliques.

4.4.7.2.4 Mise au même potentiel et mise à la terre

Le planificateur doit exiger ce qui suit.

- a) 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 29).
- b) 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.
- c) Les joints de dilatation et les connexions de joint doivent être associés par des tresses de métallisation souples (voir Figure 29).
- d) Toutes les parties métalliques inactives, 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 parties métalliques des enceintes, des pièces de construction et des parties mécaniques etc., n'ayant aucune fonction de conduction électrique dans le système d'automatisation.
- e) Si un réseau équipotentiel est requis, 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.
- f) Les segments individuels de chemins de câble doivent être connectés les uns aux autres à faible impédance.

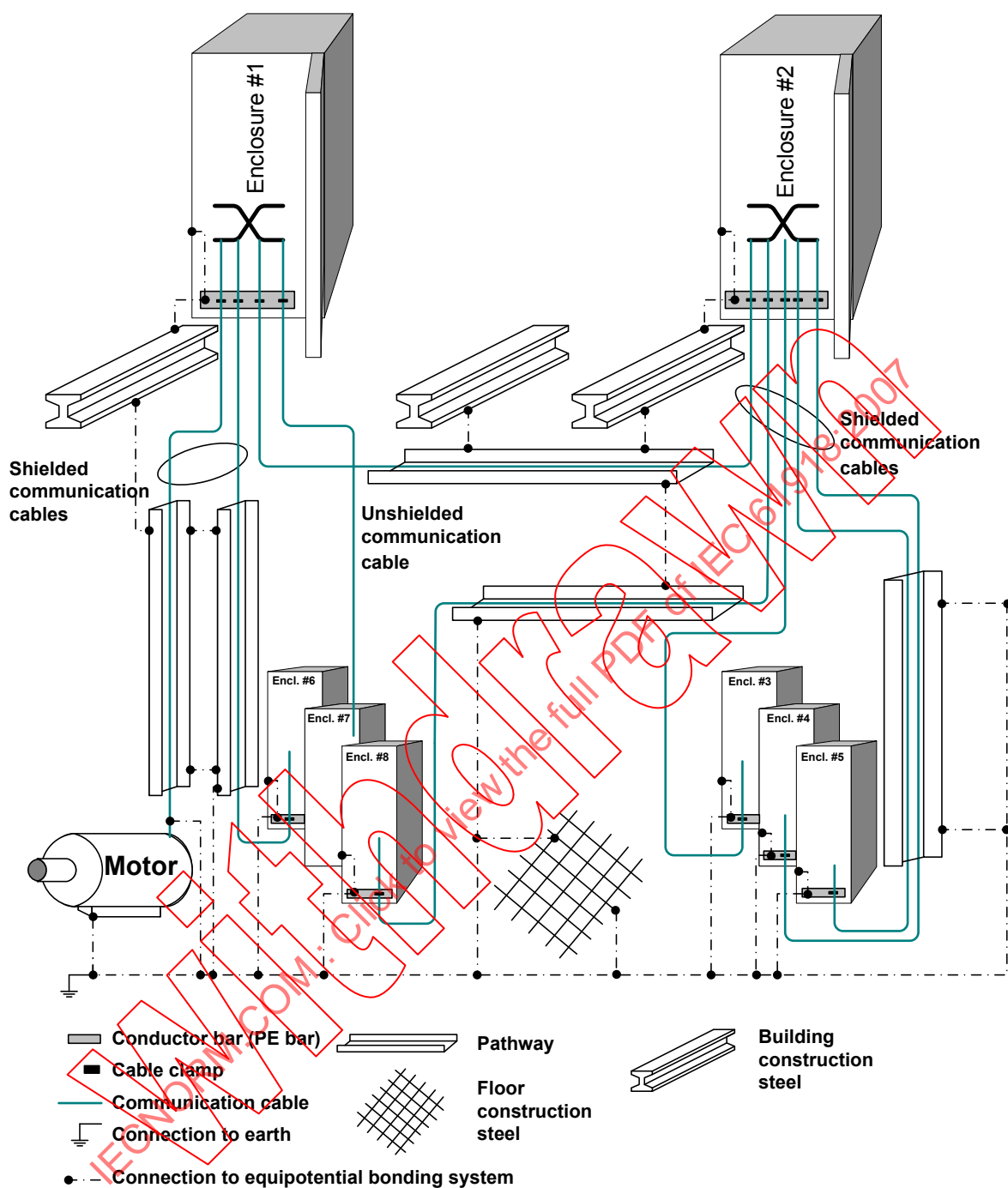
4.4.7.3 Méthodes de mise à la terre

4.4.7.3.1 Maillage équipotentiel

La Figure 15 illustre un exemple de câblage des enveloppes et chemins de mise au même potentiel et un câblage des terres dans une configuration en maillage.

Les câbles d'équipotentialité doivent être spécifiés conformément à 4.4.7.2.

Un courant de terre non contrôlé peut engendrer une défaillance du composant ou des défauts de communications. Dans ce cas, il convient de considérer l'utilisation d'un autre support.



Légende

Anglais	Français
Enclosure #1	Boîtier 1
Enclosure #2	Boîtier 2
Unshielded communication cable	Câble de communication non blindé
Shielded communication cable	Câble de communication blindé
Encl. #3	Boîtier 3
Encl. #4	Boîtier 4
Encl. #5	Boîtier 5
Encl. #6	Boîtier 6

Anglais	Français
Encl. #7	Boîtier 7
Encl. #8	Boîtier 8
Motor	Moteur
Conductor bar (PE bar)	Bielle (barre de conducteur de terre parallèle)
Cable clamp	Collier de câble
Communication cable	Câble de communication
Connection to earth	Connexion à la terre
Pathway	Chemin
Floor construction steel	Acier de construction de sol
Building construction steel	Acier de construction de bâtiment
Connection to equipotential bonding system	Connexion au réseau équipotentiel

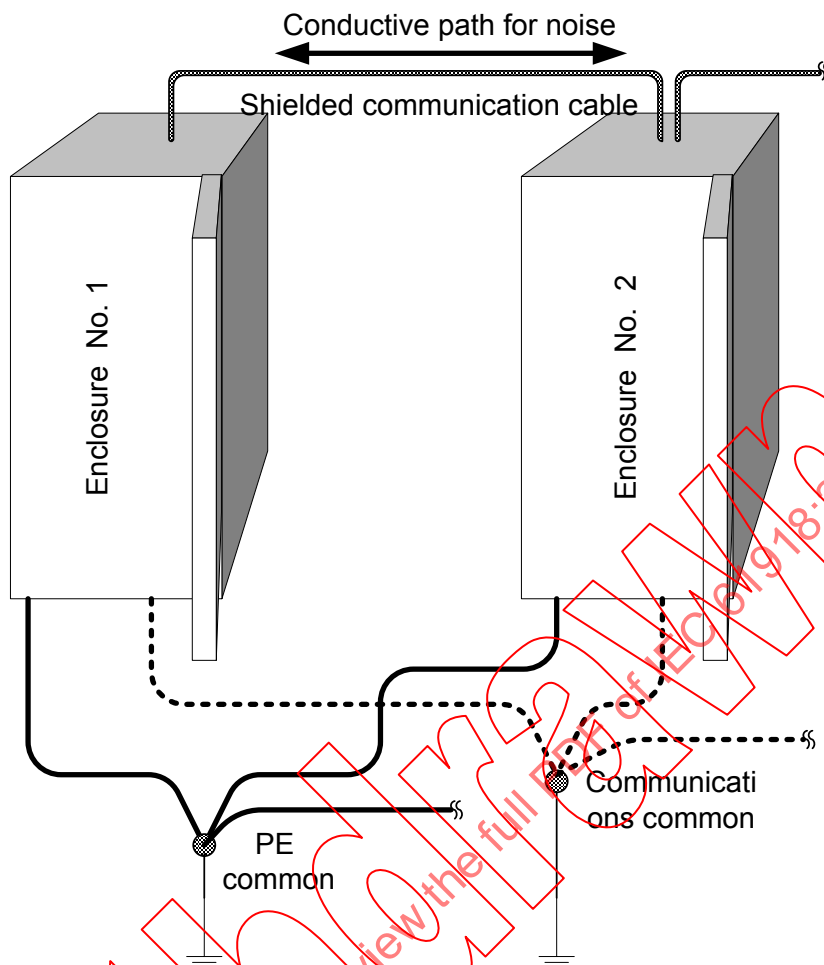
Figure 15 – Câblage de mise au même potentiel et de mise à la terre dans une configuration en maillage équipotentiel

Les normes de sécurité locales, nationales ou internationales doivent être appliquées.

NOTE La sécurité l'emporte sur la compatibilité électromagnétique.

4.4.7.3.2 Etoile

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 référencé par rapport à la terre du signal. Les mises à la terre en étoile des deux systèmes doivent converger en un point du bâtiment (voir Figure 16). Le planificateur doit demander à ce que la connexion en guirlande des terres d'une armoire à l'autre ne soit pas appliquée. Si les appareils doivent être connectés à un système de mise à la terre fonctionnel isolé du système de mise à la terre de protection, le planificateur doit spécifier la méthode à utiliser pour l'isolation. Les câbles omnibus isolés peuvent être utilisés pour créer une mise à la terre du signal ou une mise à la terre fonctionnelle (voir Figure 30).



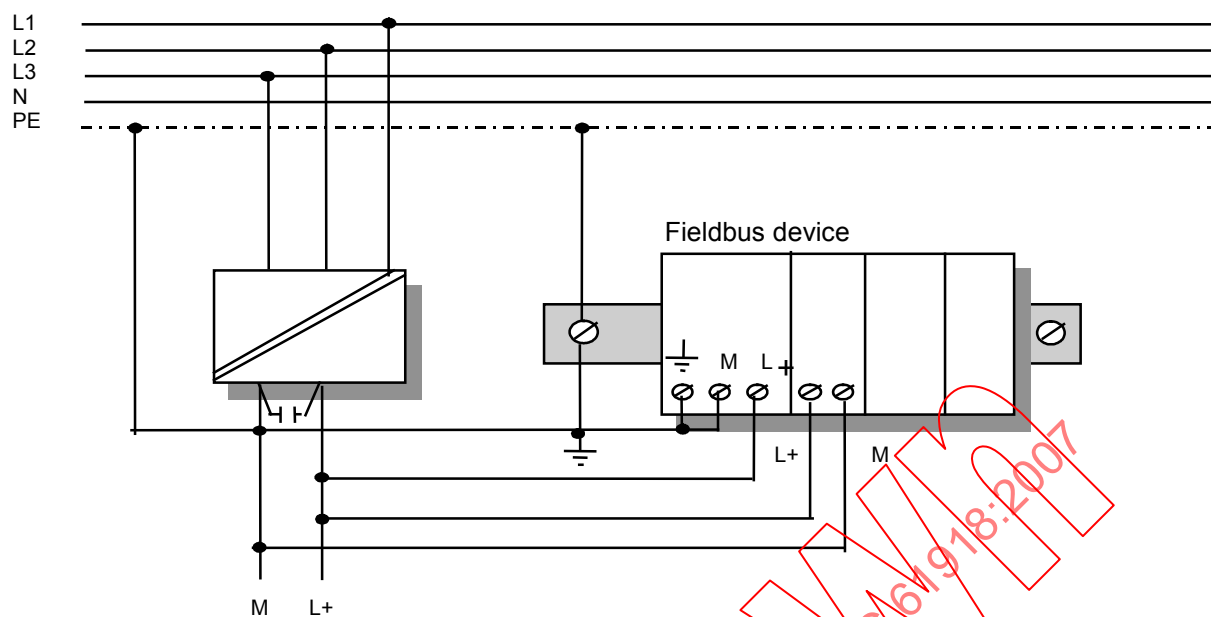
Légende

Anglais	Français
Conductive path for noise	Chemin conducteur du bruit
Shielded communication cable	Câble de communication blindé
Enclosure N° 1	Boîtier n°1
Enclosure N° 2	Boîtier n°2
PE	Conducteur de terre parallèle
Communications common	Communications communes

Figure 16 – Câblages des terres dans une configuration de mise à la terre en étoile

4.4.7.3.3 Mise à la terre du matériel (des appareils)

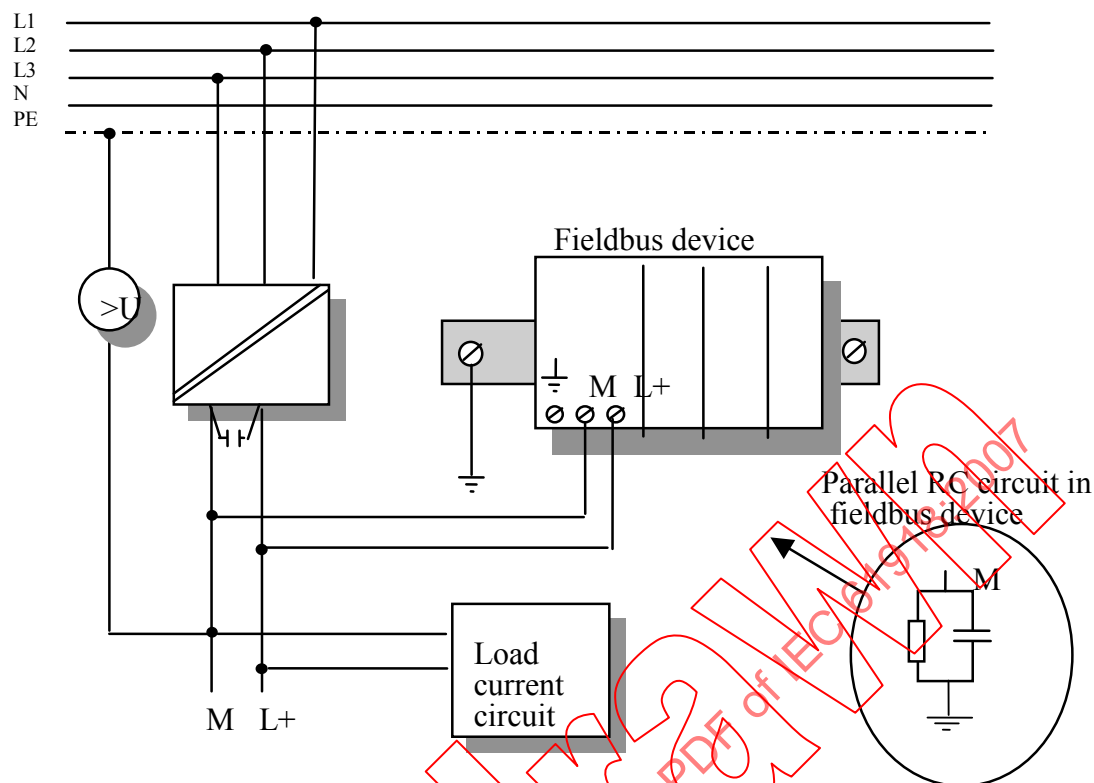
En principe, le matériel est connecté à la terre, alors que la mise à la terre fonctionnelle du matériel (M) est connectée au conducteur de terre parallèle (PEC) sur une large surface (voir Figure 17). Dans des circonstances exceptionnelles, le matériel peut être organisé comme un système non relié à 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, on doit prévoir un appareil de surveillance d'isolation doté d'un limiteur de tension (voir Figure 18). 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 appareils sont dotés d'un circuit RC parallèle afin d'améliorer l'immunité aux interférences. Il convient de tenir compte de cet élément lors du choix d'un contrôleur de fuite à la terre. De plus, la disposition non reliée à la terre permet de faire en sorte que les courants d'égalisation non contrôlés n'endommagent ni n'interrompent les appareils de communication présents sur le bus. Les règlements de sécurité pertinents doivent être respectés.



Légende

Anglais	Français
Fieldbus device	Dispositif de bus de terrain

Figure 17 – Schéma de principe d'un appareil de bus de terrain avec mise à la terre directe



Légende	
Anglais	Français
Fieldbus device	Dispositif de bus de terrain
Load current circuit	Circuit de courant de charge
Parallel RC circuit in fieldbus device	Circuit RC parallèle dans le dispositif de bus de terrain

Figure 18 – Schéma de principe d'un appareil de bus de terrain avec mise à la terre du circuit RC parallèle

4.4.7.3.4 Installation des barres omnibus en cuivre

Les barres omnibus doivent être utilisées pour interconnecter les conducteurs de mise à la terre.

Les barres omnibus doivent être interconnectées conformément aux réglementations et normes locales, nationales et internationales.

La documentation de la planification du câblage doit fournir des instructions pour la mise à la terre des barres omnibus et/ou l'isolation contre l'acier de construction.

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 non reliée à la terre ou la terminaison du blindage mise à la terre avec un circuit RC parallèle (voir Figure 32).

Si les blindages de communication doivent être mis à la terre, la méthode de mise au même potentiel présentée à la Figure 15 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).

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 profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de mise à la terre et de blindage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.4.7.6 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.4.8 Stockage et transport des câbles

4.4.8.1 Description commune

Le planificateur doit demander le respect des exigences de manipulation et de stockage indiquées par le fabricant 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 profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de stockage et de transport pour un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.4.8.3 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.4.9 Acheminement des câbles

4.4.9.1 Description commune

Le présent paragraphe 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.

NOTE Les exigences d'acheminement des câbles sont indiquées dans l'ISO/CEI 14673-2, étant donné qu'elles concernent le câblage générique.

- Les parcours des câbles doivent être choisis afin de limiter le couplage de bruit et la diaphonie.
- Les câbles (à fibres optiques et symétriques) doivent être acheminés de manière à ne pas être endommagés.

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 câbles doivent être conformes à l'ISO/CEI 18010. Le choix du système de chemins de câbles doit tenir compte des conditions environnementales. Les instructions du fournisseur de câble doivent être consultées afin de confirmer que le système de chemins est adapté au câble à installer.

De plus, le planificateur doit demander que l'installation des systèmes de chemins utilisés pour les besoins de compatibilité électromagnétique soit conforme aux règles suivantes (voir Figure 29).

- Une paroi métallique solide doit être utilisée. On peut avoir des structures fenêtrées maillées uniquement si elles assurent le niveau requis 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.
- On peut utiliser des bandes de connexion à la masse uniquement lorsque les deux parties connectées du système de chemins sont prévues pour se déplacer indépendamment l'une de l'autre.

NOTE Il n'est pas recommandé de ne pas utiliser qu'une seule bande de connexion à la masse entre deux parties du système de chemins, en raison de l'impédance locale élevée et donc des performances électromagnétiques

dégradées. 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 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 de câbles des assemblages

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 dans lesquelles ils se déplacent constamment (les applications robotisées dans lesquelles le câble se déplace avec souplesse en flexion, par exemple (voir 4.4.1.5)).

4.4.9.3 Exigences détaillées 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 16;
- 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 de 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 en câble (voir Tableau 16).
- b) Lorsqu'ils sont installés dans des supports métalliques, les chemins doivent être mis à la terre et mis au même potentiel conformément à 4.4.7.3.
- 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 Figure B.5).
- d) Les câbles de communication et les câbles d'alimentation basse tension ou les types de circuit de câble individuel doivent être isolés les uns des autres par une partition métallique si un seul chemin est disponible pour plusieurs types de circuit. La partition doit être directement connectée au chemin.

4.4.9.5 Acheminement de câbles à l'extérieur des bâtiments

En général, les mêmes règles s'appliquent, que le câblage soit installé à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments. Il convient d'installer les câbles entre les bâtiments dans un tuyau en plastique.

Le cas échéant, le câblage en cuivre installé au-dessus de la terre doit être protégé contre la foudre.

NOTE Il est recommandé d'utiliser des câbles à fibres optiques entre les bâtiments et entre 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 pour différencier les câbles redondants. Le planificateur peut exiger des mesures supplémentaires conformément à la CEI 62439.

4.4.10 Séparation des circuits

Le Tableau 16 définit les distances minimales entre les types de circuit.

Les exigences du Tableau 16 s'appliquent à tout le câblage.

Tableau 16 – 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 CA de plus de 100 kVA E-S CA numérique à puissance élevée E-S CC numérique à puissance élevée Raccordements électriques (conducteurs) entre les modes d'entraînement et les moteurs	Moteurs Moteurs d'entraînement Soudeurs à l'étincelle secondaires alimentations principales	0,6 m (24 pouces)	0,3 m (12 pouces)
Lignes E-S analogiques et circuits analogues Lignes E-S CA/CC numériques à basse puissance Câbles de communication pour le contrôle Lignes d'alimentation CA d'au moins 20 A, mais uniquement jusqu'à 100 kVA	E-S commuté Solénoïde Contacteurs	0,3 m (12 pouces)	0,15 m (6 pouces)
Lignes d'alimentation CC basse tension Câbles de communication pour connecter les composants système de la même enveloppe Signaux de processus (≤ 25 V) Tensions CC non blindées (≤ 60 V) Tensions CA non blindées (≤ 25 V) Conducteurs inférieurs à 20 A	Alimentations CC E-S CC basse tension	0,15 m (6 pouces)	0,08 m (3 pouces)
Alimentation électrique	Distance minimale: 8 cm: 0 V – 100 V: 8 cm (3 pouces) 101 V – 200 V: 11 cm (4 pouces) 201 V – 300 V: 13 cm (5 pouces) 301 V – 400 V: 16 cm (6 pouces)		

4.4.11 Protection mécanique des composants de câblage

4.4.11.1 Description commune

Il convient de localiser les connecteurs et connecteurs de cloison pour minimiser les dommages causés par les équipements de proximité.

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'objet, aux liquides, à la chaleur et aux étincelles.

4.4.11.2 Exigences spécifiques pour les profils de communication

Des informations supplémentaires relatives à la protection mécanique par rapport aux exigences des composants de câblage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.4.11.3 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 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 profils de communication

Des informations supplémentaires relatives à l'installation en cas d'exigences dans des zones particulières d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.4.12.3 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 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 doivent contenir les éléments figurant en 4.5.2, 4.5.3 et 4.5.4, selon le cas.

4.5.2 Documentation de planification du câblage pour les profils de communication

Il convient que la documentation de planification du câblage contienne les informations suivantes.

- Environnement spécifié.
- Emplacement de chaque prise d'automatisation.
- Emplacement des interconnexions.
- Longueur de la section de câble
- Type de chemins (chemins de câbles, conduit, gaine, glissière métallique, etc.).
- Type de câble (blindé, non blindé, à fibres, etc.).
- Exigences supplémentaires relatives au câble pour satisfaire à l'environnement spécifié (flexion, liquide ou taux de pénétration de poussières, temps, etc.).
- Placement des instructions 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.
- Emplacement de la connexion d'un appareil.
- Atténuation requise.
- Performances requises du canal/de la liaison permanente.
- Cycle de vie du câblage.
- Exigences de mise à la terre et de blindage.

- Désignation des zones contenant le câblage à fibres optiques conformément à la CEI 60825-2.
- Liste des essais requis.
- Table de comparaison des valeurs de performances nominales et réelles du réseau.
- Liste des pièces détachées.

4.5.3 Documentation de certification du réseau

Si une certification de sécurité électrique est requise, le planificateur doit définir les documents nécessaires et la liste des actions à réaliser pour obtenir la certification et les documents requis.

4.5.4 Documentation de planification du câblage relative au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 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 requises.

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.

5.1.2 Installation des profils de communication

Pour le câblage venant à l'appui des profils de communication spécifiés dans la série CEI 61784, le personnel d'installation (appelé "installateur" dans la présente norme) doit bien connaître le profil d'installation approprié de la série CEI 61784-5.

5.1.3 Installation du câblage générique dans des locaux industriels

Eu égard au câblage générique conforme à l'ISO/CEI 24702, les exigences et recommandations générales d'installation doivent être conformes à l'ISO/CEI 14763-2. Les exigences et recommandations spécifiques d'installation d'un câblage générique dans des locaux industriels sont détaillées dans le présent article.

5.2 Installation des câbles

5.2.1 Exigences générales pour tous les types de câblage

5.2.1.1 Stockage et installation

Les composants de câblage doivent être transportés, stockés et installés conformément aux instructions du fabricant.

En outre, les exigences présentées dans la documentation de planification du câblage (4.4.8) doivent être satisfaites.

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 définies dans le profil d'installation,

conformément aux modèles donnés au Tableau 17, au Tableau 18, au Tableau 19, et au Tableau 20. 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 17 – Paramètres des câbles symétriques

Caractéristique		Valeur
Force mécanique	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 18 – Paramètres des câbles à fibres optiques en silice

Caractéristique		Valeur
Force mécanique	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 des câbles à fibres optiques plastique

Caractéristique		Valeur
Force mécanique	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 des câbles HCS

Caractéristique		Valeur
Force mécanique	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 ou 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 chemin doivent être 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 19. Le cas échéant, les chemins doivent assurer 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.

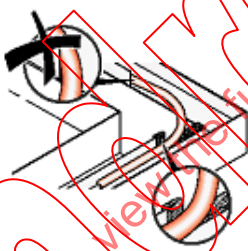


Figure 19 – Insertion de protecteur d'arête

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, une méthode de gestion adaptée de la bobine de câble doit être utilisée afin d'éviter les torsions et la formation de boucles (voir Figure 20).

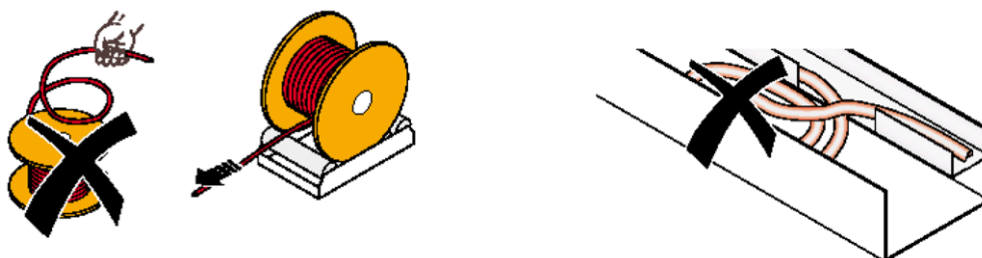


Figure 20 – Utilisation d'un appareil de déroulage et prévention de formation de boucle

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 Figure 21), sauf si ils ont été spécialement prévus à cet effet (dans les applications robotisées, par exemple).

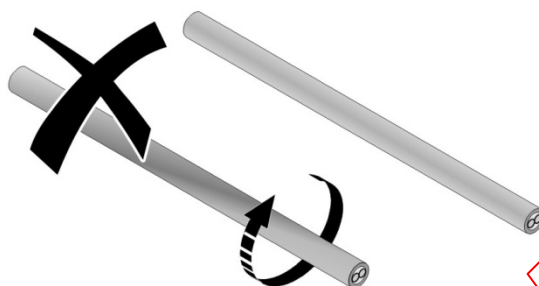


Figure 21 – Prévention de la torsion

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 pourrait 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 Figure 22).

NOTE 3 Ne pas trop serrer les colliers. Ils pourraient écraser le câble.

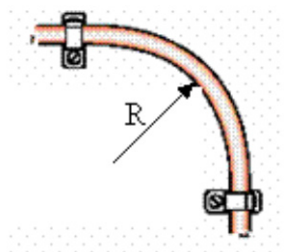


Figure 22 – Maintien du rayon de courbure minimal

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 Figure 23).

Installer un filet de tirage à l'extrémité du câble à tirer. Cela permet de limiter l'effort sur le câble lors du torage 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.

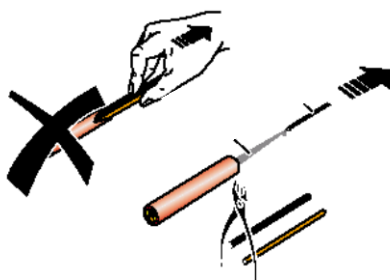


Figure 23 – Ne pas tirer par les fils individuels

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 Figure 24).

NOTE 1 Les colliers de câble fixés aux gaines de blindage ne suffisent pas à réduire la tension.

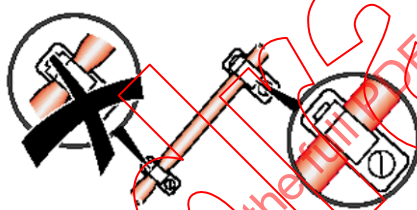


Figure 24 – Utilisation de colliers de câble avec une grande (large) surface

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 Ne pas trop serrer les colliers. Ils pourraient 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 (0,197 pouces), 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 méthodes adaptées doivent être utilisés pour éviter d'endommager le câble si son rayon de courbure minimal a été dépassé (voir Figure 25).

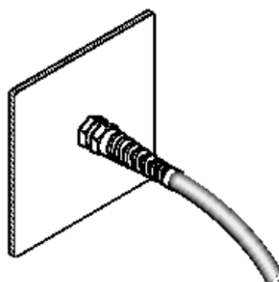


Figure 25 – Presse-étoupe avec protection de courbure

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 industriels, par exemple), ils doivent être protégés par des accessoires appropriés afin de ne pas compromettre le rayon de courbure spécifié (voir Figure 26).

5.2.1.11 Ecrasement 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.

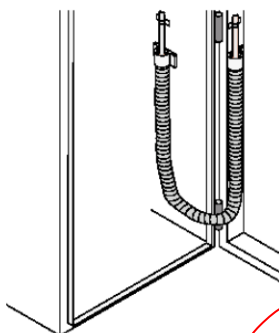


Figure 26 – Tube en spirale

5.2.1.12 Installation de 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 de câbles à fibres optiques

5.2.1.13.1 Utilisation de fil pour le tirage

L'outil de tirage de câble doit uniquement être utilisé

- s'il est spécifié dans les instructions des fournisseurs de câbles;
- s'il s'applique 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 la CEI 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.

Il convient que les installateurs et le personnel de maintenance ne fixent jamais l'extrémité des fibres optiques sans protection oculaire ou microscope.

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 fibre optique 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 câble, 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 appareils de réduction 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 Enfouissement direct

Lors de l'installation souterraine des câbles à fibres optiques, les câbles à fibres optiques doivent être adaptés pour un enfouissement direct et satisfaire aux critères suivants:

- 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 est recommandé que les câbles à fibres optiques à revêtement métallique soient utilisés pour les applications d'enfouissement direct et d'autres zones dans lesquelles une protection mécanique s'avère nécessaire.

5.2.1.13.8 Résistance à la compression

Les gaines 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 du parcours 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:

- les câbles acheminés dans des zones présentant une température élevée doivent être adaptés à ce type d'environnement;
- les câbles acheminés dans des zones humides 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.

Comme pour les câbles à fibres optiques, l'installateur doit satisfaire aux 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 de l'appareil doivent être respectées.

Les étiquettes doivent être appliquées conformément à la documentation de planification du câblage.

5.2.2.2 Séparation des circuits

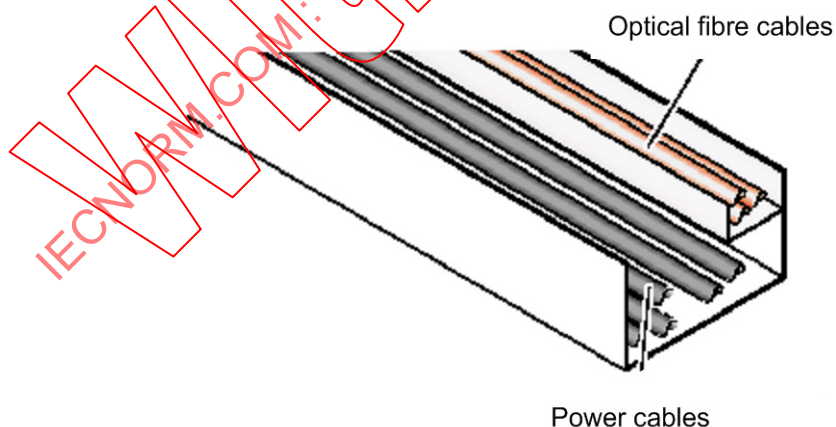
Pour éviter les effets négatifs sur la communication suite à un brouillage électromagnétique, les distances minimales de séparation doivent être respectées entre les câbles des différents circuits définis par le planificateur, conformément aux exigences données en 4.4.10.

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 Figure B.5).

La Figure 27 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.



Légende

Anglais	Français
Optical fibre cables	Câbles à fibres optiques
Power cables	Câbles d'alimentation

Figure 27 – Séparation de câbles dans les chemins

5.2.3 Exigences spécifiques pour les profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de câble d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

5.2.4 Exigences spécifiques pour l'installation sans fil

Néant.

5.2.5 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 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 nécessaires 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 permettre l'accès aux connecteurs, joints et câbles individuels, avec une interruption minimale des 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 doivent être évitées:

- a) coupe de l'isolation du fil, lors du dénudage du câble. Si l'installateur abîme l'isolation, il 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 UTP et STP, 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 totalement envelopper le câble sur toute sa longueur (un contact de blindage uniquement appliqué par l'intermédiaire du conducteur de drain 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 amorces, 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.

Pour terminer les câbles blindés, il convient d'appliquer les instructions détaillées en Annexe I.

5.3.3 Connecteurs non blindés

Installer les connecteurs conformément aux recommandations du planificateur et aux informations du fabricant.

Pour terminer les câbles non blindés, il convient d'appliquer les instructions détaillées en Annexe I.

5.3.4 Exigences spécifiques pour les profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de connecteur d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

5.3.5 Exigences spécifiques pour l'installation sans fil

Néant.

5.3.6 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 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 de l'élément de câble symétrique ou du blindage peut dégrader les performances de transmission, augmenter les rayonnements et réduire l'immunité. (ISO/CEI 11801:2002, 10.1.6.)

5.4.2 Exigences spécifiques pour les profils de communication

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 de l'appareil

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 appareils s'éloignant de la documentation de planification du câblage.

Les étiquettes doivent être appliquées conformément à la documentation de planification du câblage.

5.5.2 Exigences spécifiques pour les profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation d'appareil d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

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 profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de codage et d'étiquetage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

5.7 Mise à la terre et mise au même potentiel du matériel et des appareils 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 dans le présent paragraphe. Par ailleurs, il convient d'appliquer les recommandations de la CEI/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 résistive de terre soit inférieure à $0,6 \Omega$. Elle doit être inférieure à 1Ω . La terre résistive est mesurée entre deux points de mise à la terre des appareils 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 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 vérifier que la résistance de connexion au bus de mise à la terre est inférieure à $0,005 \Omega$.

Les étiquettes doivent être appliquées conformément à la documentation de planification du câblage.

5.7.2 Mise au même potentiel 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

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 ne doivent pas être plus longs que nécessaire pour assurer la connexion.

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 métallisation et dimensions

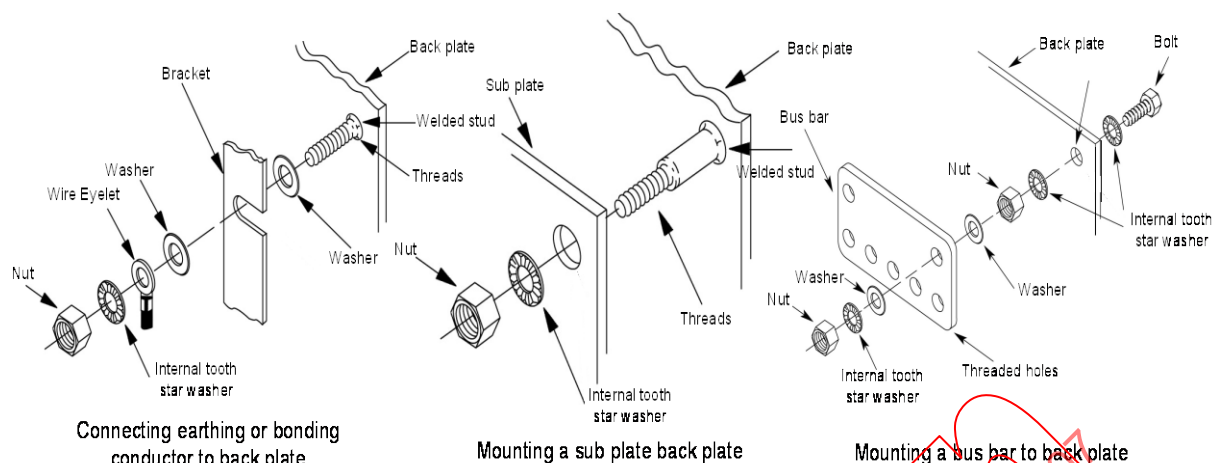
Si les exigences relatives aux tresses de métallisation ne sont pas définies dans la documentation de planification du câblage, l'installateur doit utiliser les dimensions de tresse de métallisation indiquées en 4.4.7.2.2.

5.7.2.3 Préparation de surface et méthodes

La Figure 28 donne des exemples de mise en œuvre mécanique correcte de mise à la terre.

L'installateur doit procéder comme suit lors de l'installation du matériel de mise à la terre:

- éliminer la peinture de la surface de mise à la terre avant de fixer le fil de terre;
- utiliser des rondelles en étoile entre le boulon et la cosse de mise à la terre, et entre la cosse de mise à la terre et la plaque de mise à la terre (voir Figure 28).



Légende

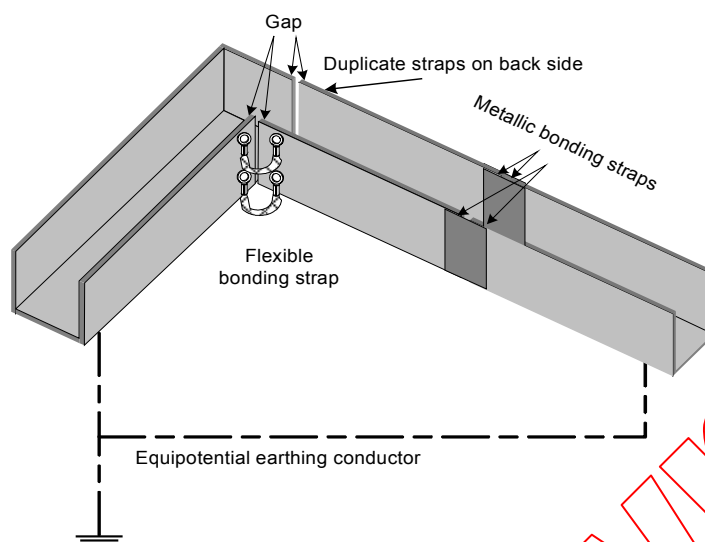
Anglais	Français
Nut	Ecrou
Wire eyelet	Œillet
Washer	Rondelle
Bracket	Support
Back plate	Platine arrière
Welded stud	Goujon soudé
Threads	Filetages
Internal tooth star washer	Rondelle en étoile à dents intérieures
Sub plate	Embase
Bolt	Boulon
Threaded holes	Trous filetés
Connecting earthing or bonding conductor to back plate	Connexion du conducteur de mise à la terre ou de mise au même potentiel à la platine arrière
Mounting a sub plate to back plate	Montage d'une embase à la platine arrière
Bus bar	Barre omnibus
Mounting a bus bar to back plate	Montage d'une barre omnibus à la platine arrière

Figure 28 – Préparation de surface pour les connexions électromécaniques de mise à la terre et de mise au même potentiel

Les connexions à la terre doivent être protégées contre la corrosion afin d'assurer une stabilité à long terme.

5.7.2.4 Mise au même potentiel et mise à la terre des enveloppes et des chemins

La Figure 29 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.



Légende

Anglais	Français
Gap	Ecart
Duplicate straps on back side	Attaches en double à l'arrière
Flexible bonding straps	Tresses de métallisation souples
Metallic bonding straps	Tresses de métallisation métalliques
Equipotential earthing conductor	Conducteur de mise à la terre équipotentiel

Figure 29 – Utilisation de tresses de métallisations souples dans les chemins métalliques mobiles

5.7.3 Méthodes de mise à la terre

5.7.3.1 Maillage équipotentiel

Lors de l'installation des enveloppes et des appareils 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 5.7.2.4.

- Le rail d'équipotentialité est mis à la terre dans chaque armoire de commande/enveloppe industriel et connecté aux rails d'équipotentialité des autres armoires de commande.
- Chaque partie du réseau et des appareils 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 parties de machines ou de châssis et tous les conducteurs de mise au même potentiel supplémentaires dans le système équipotentiel.

5.7.3.2 Etoile

Si la documentation de planification du câblage spécifie un système de mise à la terre en étoile et que les appareils 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:

- La Figure 30 présente un exemple de points de connexion fournis par les barres omnibus isolées. Les barres omnibus offrent un point de mise à la terre en étoile pratique pour les systèmes de mise à la terre en étoile.

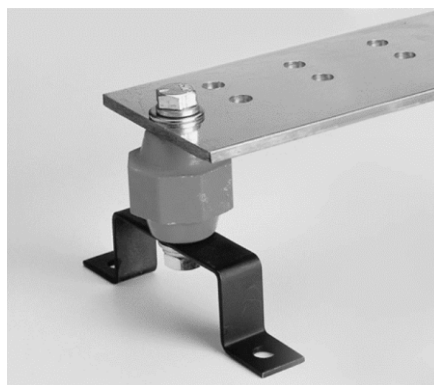


Figure 30 – Exemple de barre omnibus isolée

- b) Si les composants de communication sont des glissières DIN montées, les isolateurs des glissières DIN doivent être utilisés (voir l'exemple de la Figure 31).



Figure 31 – Exemple d'isolateur pour le montage de glissières DIN

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 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 appareils)

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 appareils 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 l'appareil, 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 l'appareil est correctement isolé. La borne isolée présentée à la Figure 30 peut être requise 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.

5.7.4 Méthodes de mise à la terre du blindage

5.7.4.1 Généralités

Si des câbles blindés sont utilisés, l'enveloppe de l'appareil et l'armoire de commande dans laquelle l'appareil 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'achèment pas les courants de bruit dus au décalage de terre et à la mise à la terre incorrecte des appareils et des enveloppes. Les courants de bruit dans le blindage de câble causeraient des perturbations dans le réseau de communication.

Les paragraphes suivants 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 peuvent être terminés.

5.7.4.2 RC parallèle

La mise à la terre RC parallèle d'un blindage est représentée à la Figure 32.

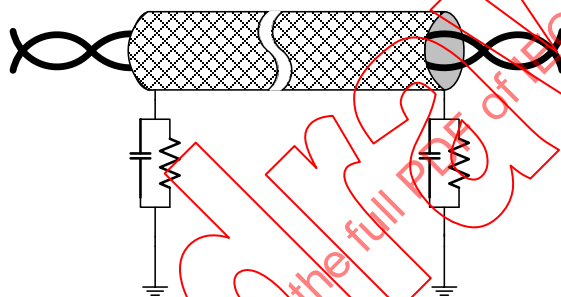


Figure 32 – Mise à la terre d'un blindage RC parallèle

5.7.4.3 Direct

La mise à la terre directe d'un blindage est représentée à la Figure 33.

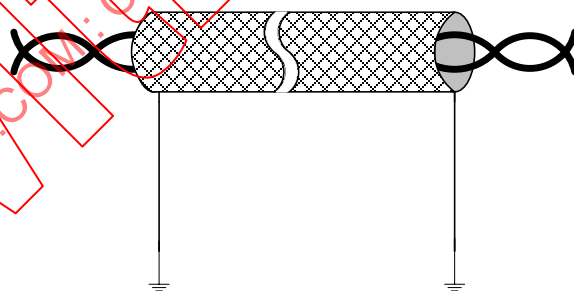
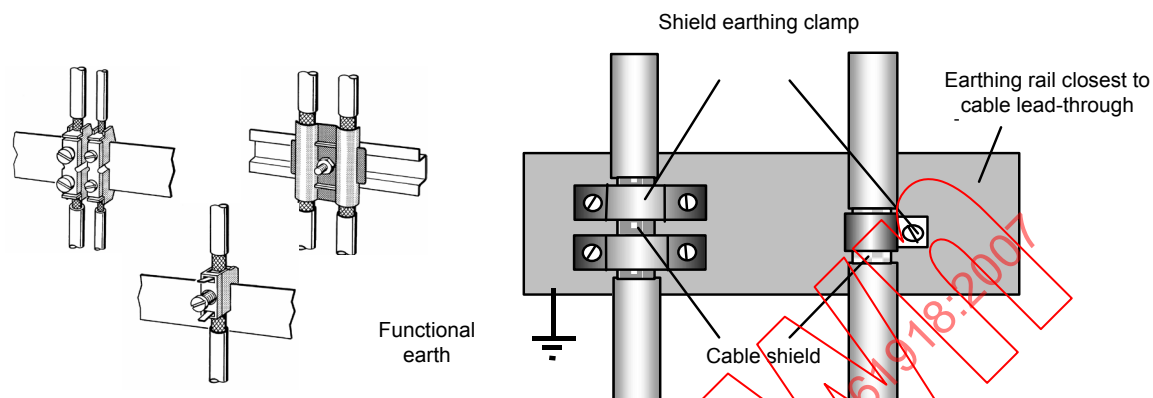


Figure 33 – Mise à la terre directe du blindage

En outre, l'installateur doit respecter les points suivants.

- Fixer le blindage en tresses avec des colliers de câble métalliques (voir Figure 34).
- 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.
- Ne pas endommager les feuilles et tresses de blindage lors du dénudage de la gaine extérieure du câble.

- d) 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. Les points de contact avec surfaces peintes ne sont pas adaptés.
- e) 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.



Légende

Anglais	Français
Functional earth	Terre fonctionnelle
Shield earthing clamp	Bride de mise à la terre du blindage
Cable shield	Blindage du câble
Earthing rail closest to cable lead-through	Rail de mise à la terre le plus proche de la traversée de câble

Figure 34 – Exemples d'application de blindage

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 35 et à la Figure 36.

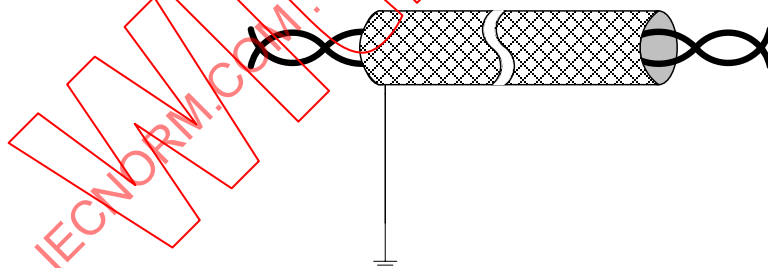


Figure 35 – Premier exemple de dérivées de mise à la terre du blindage

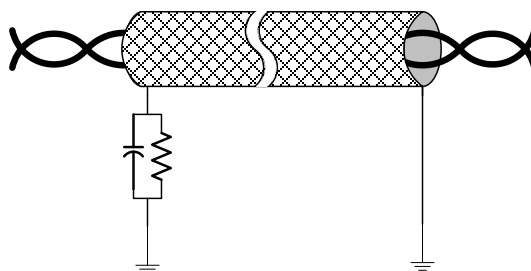


Figure 36 – Deuxième exemple de dérivées de mise à la terre du blindage

5.7.5 Exigences spécifiques pour les profils de communication

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 les profils d'installation respectifs.

5.7.6 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

5.8 Documentation du câblage en l'état

L'installateur doit documenter le résultat de l'installation de réseau. Il convient que la documentation du câblage en l'état contienne au moins les éléments suivants.

- a) Inventaire des composants installés.
- b) Acheminement de câbles.
- c) Etiquetage utilisé.
- d) Emplacement des appareils à connecter au réseau.

6 Installation, vérification et essai de réception de l'installation

6.1 Introduction

Le présent article 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 la planification du câblage, avec les écarts et ajouts enregistrés;
- b) le profil d'installation approprié de la série CEI 61784-5 ou de l'ISO/CEI 24702 (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 requise 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 la série CEI 61784, le personnel procédant à l'essai doit bien connaître le profil d'installation CP approprié ou l'ISO/CEI 24702 (en cas de câblage générique).

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.

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 ci-après.

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 de maintenance et/ou dépannage à venir.

Le schéma de la Figure 37 a pour objet d'orienter le processus de vérification de l'installation.

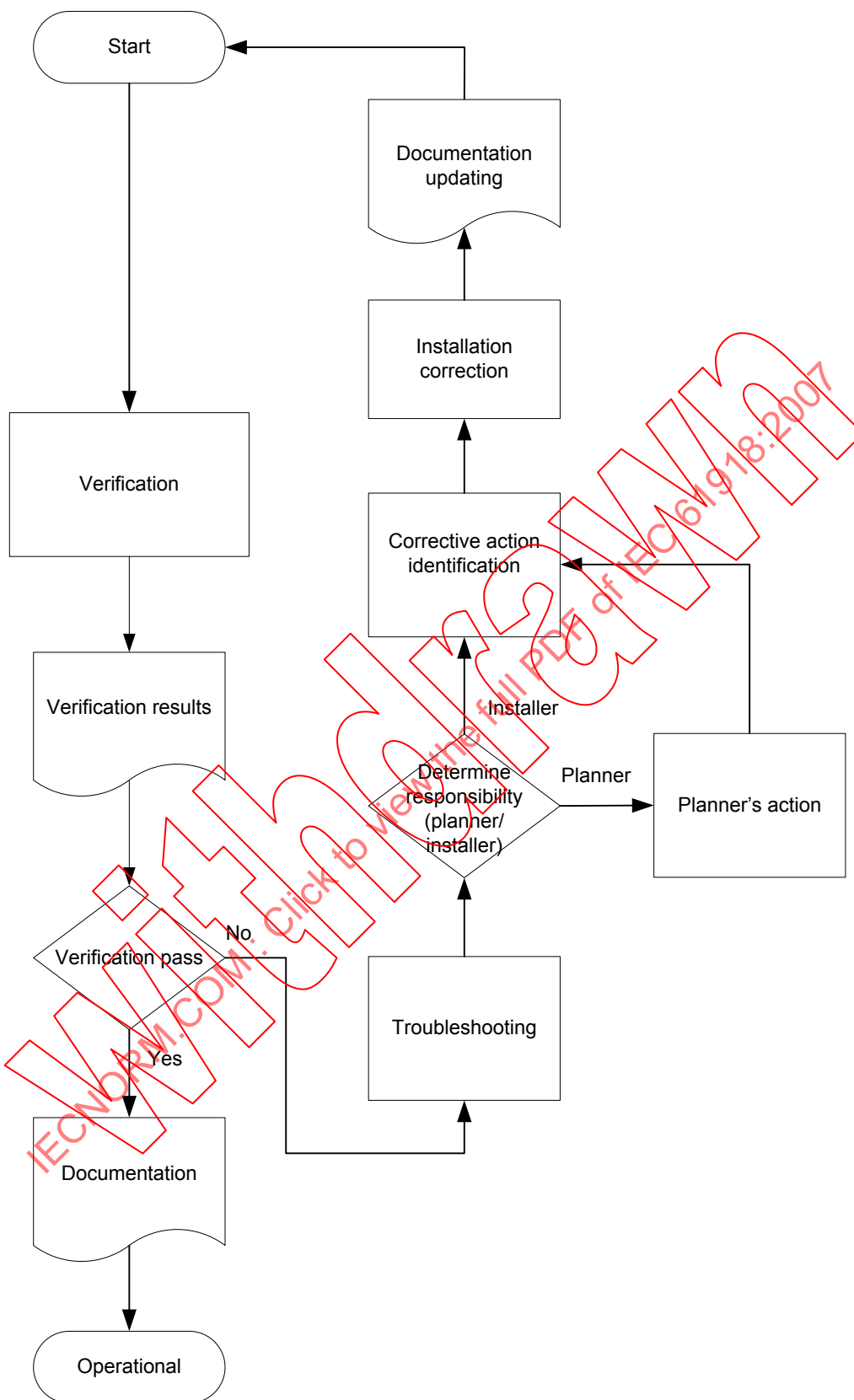
Il convient de sélectionner les outils d'essai disponibles dans le commerce sur la base des profils de communication.

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 dans les paragraphes ci-après et de la liste 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 les profils d'installation respectifs.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61918:2007

**Légende**

Anglais	Français
Start	Démarrage
Documentation updating	Mise à jour de la documentation
Installation correction	Correction de l'installation

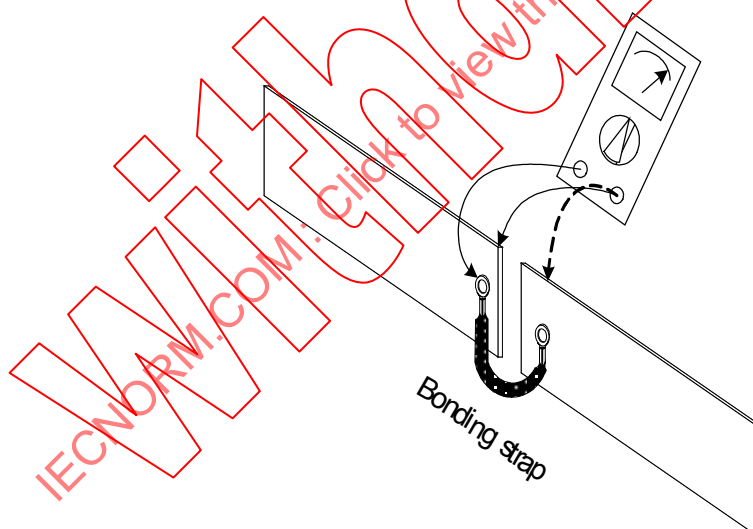
Anglais	Français
Verification	Vérification
Corrective action identification	Identification de l'action corrective
Verification results	Résultats de la vérification
Installer	Installateur
Planner	Planificateur
Determine responsibility (planner/installer)	Déterminer les responsabilités (planificateur/installateur)
Planner's action	Action du planificateur
Verification pass	Réussite de la vérification
No	Non
Yes	Oui
Troubleshooting	Identification et résolution des problèmes
Documentation	Documentation
Operational	Opérationnel

Figure 37 – Processus de vérification de l'installation

6.2.3 Vérification de la mise à la terre et de la mise au même potentiel

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 dans le présent paragraphe.



Légende

Anglais	Français
Bonding strap	Tresse de métallisation

Figure 38 – Essai des connexions de mise à la terre

Valider par un essai (voir Figure 38), 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 inférieure au 0,6 Ω ou 1 V, sans câbles de communication connectés. La connexion mécanique entre un conducteur de mise au même potentiel ou de mise à la terre et une surface métallique doit présenter une résistance inférieure à 0,005 Ω . Si la distance empêche de procéder à cet essai, il convient de procéder à une vérification visuelle par rapport aux exigences relatives à la mise à 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 utilisé (UTP, câbles à fibres optiques ou sans fil).

NOTE Les conducteurs de mise à la terre longs et/ou de petite taille peuvent augmenter l'impédance de terre, rendant la mise à la terre inefficace en cas de coup de foudre.

Le présent article s'applique à tous les matériels, enveloppes de matériel et salles de télécommunication.

L'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 inférieure à $0,005 \Omega$ entre la barre de bus et l'acier de construction.

Conformément aux exigences du planificateur (voir 4.4.7.3.4), un conducteur connectant les barres omnibus doit être utilisé conformément aux réglementations locales et à la présente spécification. Vérifier que la dimension du conducteur est correcte et que la résistance équipotentielle est inférieure à $0,005 \Omega$ entre le fil et la barre omnibus.

Vérifier que la mise en œuvre de la configuration en étoile ou du maillage est correcte, si le potentiel est égal.

6.2.3.2 Exigences spécifiques relatives à la mise à la terre et à la mise au même potentiel

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 les profils d'installation respectifs.

6.2.4 Vérification de la mise à la terre du blindage

Le présent paragraphe s'applique en cas d'utilisation de câbles blindés ou de câbles contenant des éléments ou unités blindés. Il ne donne que des lignes directrices 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 retrait injustifié 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 CP correspondant. En l'absence de lignes directrices 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 certaines limites topologiques spécifiques (voir Article 4 et le profil d'installation CP respectif pour connaître les topologies prises en charge). Il convient que la documentation de planification du câblage définisse la topologie du réseau à installer.

Il convient que l'examen visuel du réseau inclut la vérification que le câblage est correctement isolé et séparé des circuits, conformément à la présente norme et aux réglementations locales (voir 4.4.10).

6.2.5.2 Vérification de la protection du câble et du réducteur de tension

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 profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification de la sélection du câble d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

6.2.6.3 Exigences spécifiques pour l'installation sans fil

Néant.

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 profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification du connecteur d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

6.2.7.3 Exigences spécifiques pour l'installation sans fil

Néant.

6.2.8 Vérification de la connexion

6.2.8.1 Description commune

Le vérificateur doit s'assurer que le nombre de connexions, les connecteurs utilisés et le mapping des fils sont conformes à la description des paragraphes ci-après.

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 Mapping des fils

Le vérificateur doit s'assurer que le mapping des fils est conforme à la documentation de planification du câblage. La méthode d'essai est donnée dans la CEI 61935-1, 5.3.2.2.

Le mapping 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 continuité du câble 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 39 et la Figure 40 donnent des exemples d'attribution de groupe de broches et de paires. Les paires incorrectes sont représentées à la Figure 41.

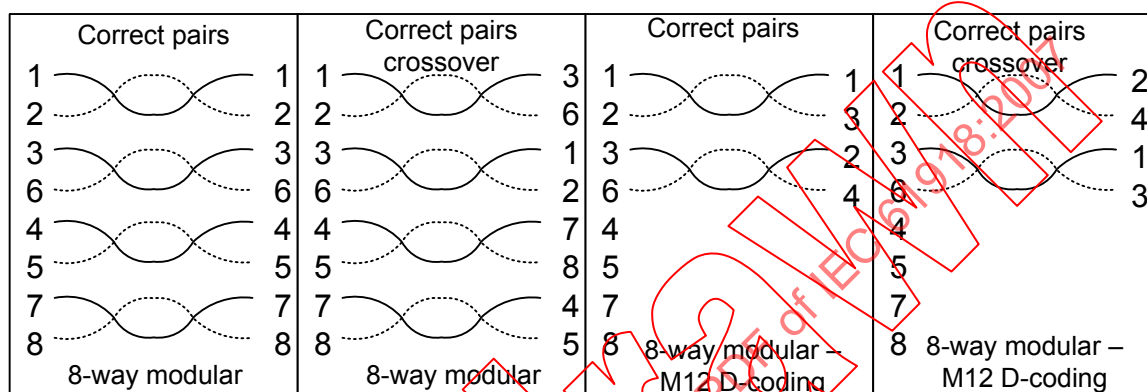
Une paire inversée apparaît lorsque la polarité d'une paire de fils est inversée à l'une extrémité de la liaison permanente (également appelée inversion tête/nuque).

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.

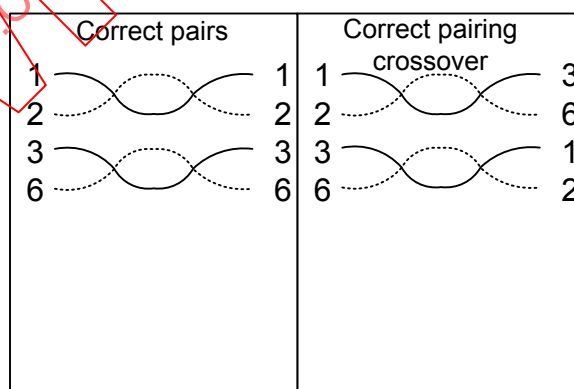
NOTE 2 Lors de l'essai des systèmes à 2 paires, il peut s'avérer nécessaire de convertir le connecteur pour l'essai du câble afin de prendre en charge le connecteur M12. De plus, ce matériel doit prendre en charge des câbles à 2 paires avec la bonne configuration de câblage.



Légende

Anglais	Français
Correct pairs	Paires correctes
8-way modular	Module 8 voies
8-way modular-M12 D-coding	M12 codage D modulaire 8 voies
Correct pairs crossover	Recouvrement de paires correct

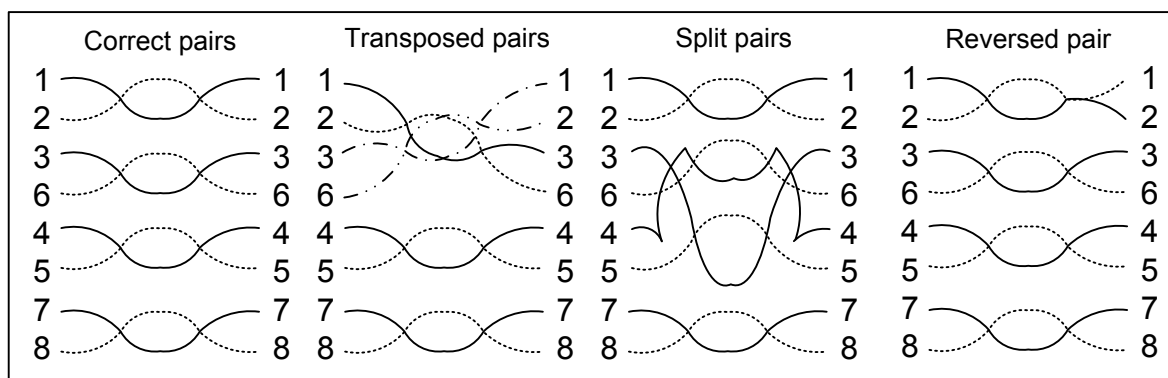
Figure 39 – Attribution de groupe de broches et de paires pour deux connecteurs de sous-parties CEI 60603-7 huit positions et quatre positions série CEI 60603 à CEI 61076-2-101



Légende

Anglais	Français
Correct pairs	Paires correctes
Correct pairs crossover	Recouvrement de paires correct

Figure 40 – Connecteur modulaire 8 voies à deux paires



Légende

Anglais	Français
Correct pairs	Paires correctes
Transposed pairs	Paires transposées
Split pairs	Paires séparées
Reversed pairs	Paires inversées

Figure 41 – Paires transposées, paires séparées et paires inversées

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 profils de communication

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification de terminaison d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

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 doit contenir le texte requis 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 les profils d'installation respectifs.

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 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 requises. 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;
- b) inclure un examen visuel de l'installation 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.

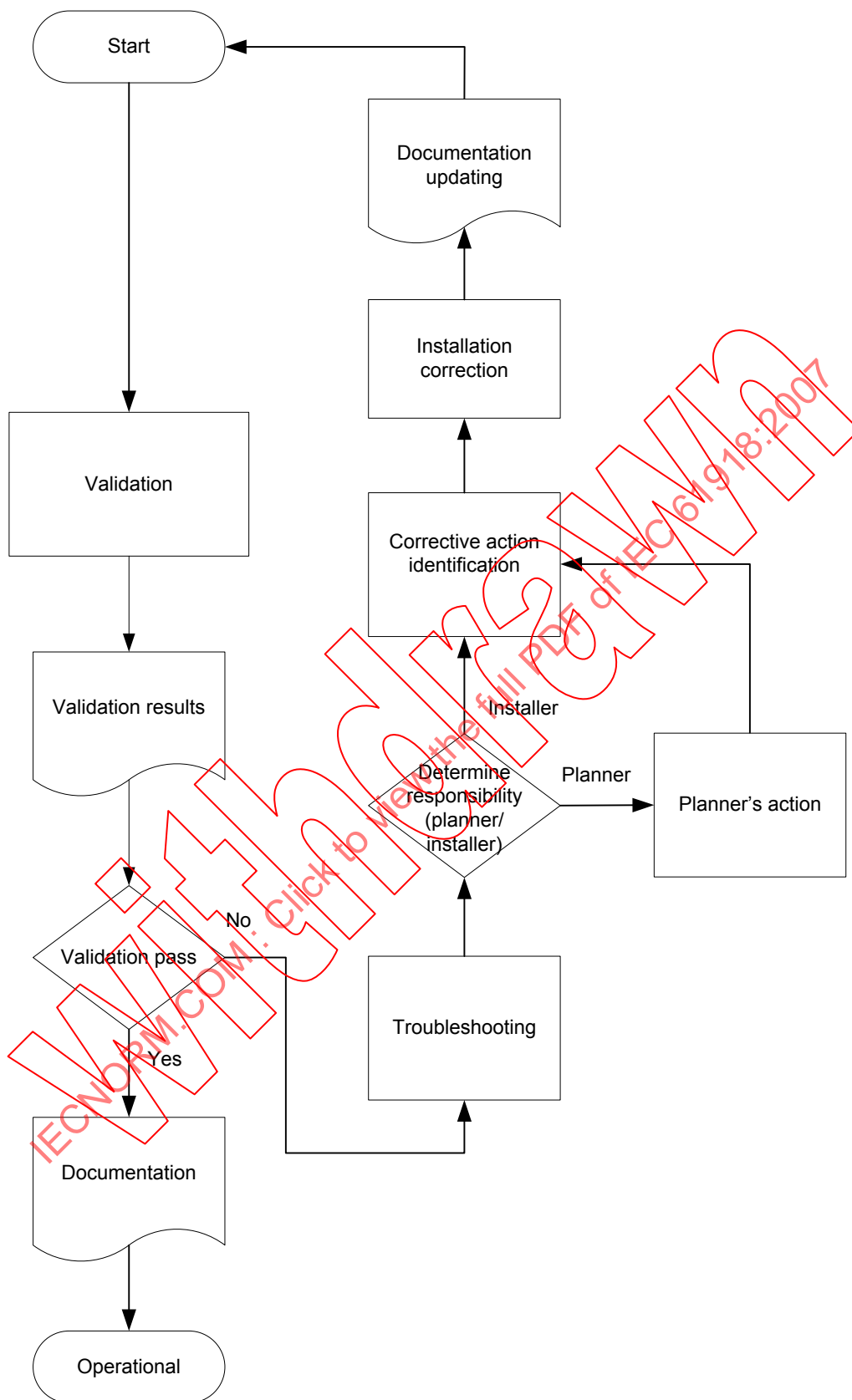
NOTE 2 Dans la présente norme, le terme "validation" prend la signification spécifique indiquée en 3.1.70.

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 (voir 6.3.2 (câblage Ethernet) et 6.3.3 (câblage non Ethernet)).

Les enregistrements d'essai obtenus permettent une validation documentée du réseau.

L'organigramme de la Figure 42 a pour objet d'orienter le processus de validation.



Légende

Anglais	Français
Start	Démarrage
Documentation updating	Mise à jour de la documentation

Anglais	Français
Installation correction	Correction de l'installation
Validation	Validation
Corrective action identification	Identification de l'action corrective
Validation results	Résultats de la validation
Installer	Installateur
Planner	Planificateur
Determine responsibility (planner/installer)	Déterminer les responsabilités (planificateur/installateur)
Planner's action	Action du planificateur
Validation pass	Réussite de la validation
No	Non
Yes	Oui
Troubleshooting	Identification et résolution des problèmes
Documentation	Documentation
Operational	Opérationnel

Figure 42 – Processus de validation

6.3.2 Essai de réception du câblage Ethernet

6.3.2.1 Validation du câblage symétrique de profils de communication reposant sur Ethernet

6.3.2.1.1 Description commune

Les performances de transmission des canaux de câblage (voir Figure 43) décrites à l'Article 4 peuvent uniquement être déterminées si les câbles et cordons connectant le câblage installé aux appareils sont présents. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix du matériel d'essai.

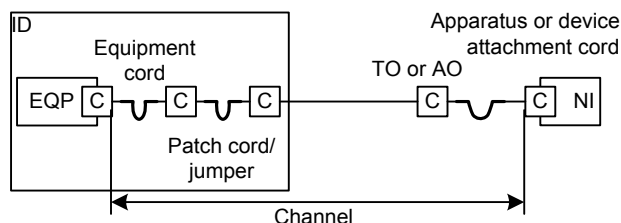
Les performances de transmission des liaisons permanentes (voir Figure 44) peuvent uniquement être déterminées à l'aide de cordons d'essai particuliers. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix du matériel et des cordons d'essai.

Si le profil de communication peut être pris en charge par une classe de performances de transmission comme indiqué dans l'ISO/CEI 24702, les méthodes d'essai de l'ISO/CEI 24702 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/CEI 24702, 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 requise de l'ISO/CEI 24702.

Les exigences du matériel d'essai pour exécuter l'essai conformément à l'ISO/CEI 24702 sont spécifiées dans la CEI 61935-1. Ce matériel est requis pour générer la documentation spécifique couvrant les performances de transmission et le mapping des conducteurs.

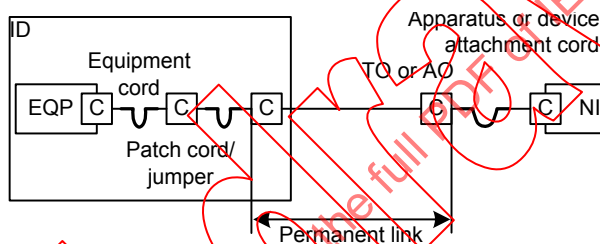
NOTE Conformément à la CEI 61935-1, le matériel d'essai peut exiger une modification afin de soumettre à essai le câblage symétrique à 2 paires.



Légende

Anglais	Français
Equipment cord	Cordon du matériel
Patch cord/jumper	Câble de raccordement/jarretière
Apparatus or device attachment cord	Câbles de fixation de l'appareillage ou du dispositif
Channel	Canal
TO or AO	Sortie de télécommunication ou sortie d'automatisation

Figure 43 – Représentation schématique du canal



Légende

Anglais	Français
Equipment cord	Cordon du matériel
Patch cord/jumper	Câble de raccordement/jarretière
Apparatus or device attachment cord	Câbles de fixation de l'appareillage ou du dispositif
Permanent link	Liaison permanente
TO or AO	Sortie de télécommunication ou sortie d'automatisation

Figure 44 – Représentation schématique de la liaison permanente

Le matériel conforme à la CEI 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, 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 requises.

Les autres exigences de performances du canal ou de la liaison permanente doivent être appliquées comme indiqué dans le profil d'installation CP correspondant.

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/CEI 24702 et dont il existe un support dans la CEI 61935-1:2005 sont les suivants:

- a) affaiblissement de réflexion;
- b) perte d'insertion;

- c) affaiblissement paradiaphonique (NEXT);
- d) paradiaphonie cumulée (PSNEXT);
- e) rapport affaiblissement/diaphonie (ACR);
- f) rapport affaiblissement/diaphonie cumulée (PSACR);
- g) affaiblissement télédiaphonique de niveau égal (ELFEXT);
- h) télédiaphonie cumulée à niveau égal (PSELFEXT);
- i) résistance de boucle c.c.;
- j) délai de propagation;
- k) différence de délai.

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;
- le canal/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 spécifiques pour les profils de communication reposant sur Ethernet

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation d'un profil de communication particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

6.3.2.2 Validation du câblage à fibres optiques des profils de communication 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 et cordons connectant le câblage installé aux appareils sont présents. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix des cordons d'essai et du matériel 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/CEI 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 requises.

6.3.2.2.2 Exigences spécifiques relatives aux profils de communication 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 les profils d'installation respectifs.

6.3.2.3 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Le câblage générique installé pour les locaux industriels doit être soumis à essai conformément aux méthodes spécifiées dans l'ISO/CEI 24702 en fonction des exigences de la classe de performances de transmission pertinente de l'ISO/CEI 24702.

6.3.3 Essai de réception du câblage non Ethernet

6.3.3.1 Câblage en cuivre pour les profils de communication non Ethernet

6.3.3.1.1 Description commune

Les mesures suivantes de validation du câblage doivent être exécutées conformément au profil de communication correspondant.

- 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).

Concernant a) et b), l'un ou l'autre est en général utilisé.

Les résultats de la validation peuvent être déterminés par la méthode décrite à l'Annexe N.

6.3.3.1.2 Exigences spécifiques relatives au câblage en cuivre des profils de communication non Ethernet

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation du câblage symétrique non Ethernet d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

6.3.3.2 Câblage à fibres optiques pour les profils de communication non Ethernet

6.3.3.2.1 Description commune

Voir 6.3.2.2.1.

6.3.3.2.2 Exigences spécifiques pour les profils de communication non Ethernet

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation du câblage à fibres optiques non Ethernet d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

6.3.3.3 Exigences spécifiques de câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Le câblage générique installé pour les locaux industriels doit être soumis à essai conformément aux méthodes spécifiées dans l'ISO/CEI 24702 en fonction des exigences de la classe de performances de transmission pertinente de l'ISO/CEI 24702.

6.3.4 Exigences spécifiques pour l'installation sans fil

Néant.

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 des listes de contrôle remplies 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.

Le présent article ne recommande aucune règle particulière d'administration du réseau. Le présent article 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 spécifiques d'administration de l'installation doivent être fournies comme suit.

- a) Les exigences spécifiques d'administration du câblage générique des locaux industriels sont spécifiées dans l'ISO/CEI 14763-1.
- b) Les exigences spécifiques 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 le présent article, 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.
- Etiquetage.
- 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. Ses 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, que l'on doit avoir 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 sont marquées "copies";
 - les copies de ces enregistrements ou une notice d'avertissement 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 considérées comme étant 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 mise à disposition du personnel d'exploitation et de maintenance et du 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 collocalisée ou dupliquée en plusieurs endroits.

7.5 Etiquetage de l'emplacement de l'appareil

En règle générale, les éléments ci-dessous sont adoptés.

- a) Chaque emplacement d'appareil est identifié par un étiquetage approprié.
- b) Le matériau utilisé pour l'étiquetage est choisi en fonction de l'environnement.
- c) Tous les emplacements d'appareil sont marqués en un endroit pertinent (la zone à l'entrée, par exemple).

7.6 Etiquetage 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 étiquetés à chaque extrémité, par exemple).
- c) Les étiquettes sont fixées de manière à être facilement accessibles, lisibles et remplaçables.
- 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: les sous-éléments d'un composant comportant 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.

- a) 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.
- b) Points 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.
- c) La mise à la terre et l'équipotentialité.
 - Il convient d'étiqueter chaque connexion de la mise à la terre et de l'équipotentialité.
- d) Éléments actifs d'un réseau.
 - Il convient d'étiqueter chaque élément.
- e) 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.

- 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 des examens, 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 mesures, câbles de mesure, matériels requis, 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 les profils d'installation respectifs.

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 le présent article et représentées à la Figure 45.

Le présent article s'applique également aux réseaux haute disponibilité (voir la CEI 62439). Les procédures de maintenance doivent inclure une stratégie définie en fonction du taux de rétablissement des entités haute résilience utilisées dans ces réseaux et de leur restauration.

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 permet de limiter la durée moyenne de panne.

Pour obtenir d'autres conseils sur 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 outils de diagnostic sont utiles à la gestion et au dépannage de tous les réseaux de communication. Certains composants du réseau peuvent contenir des outils de diagnostic. Le propriétaire du réseau doit décider dans quelle mesure il est intéressant pour lui d'investir dans la formation du personnel de maintenance et de dépannage à utiliser ces outils et d'investir dans des outils de diagnostic supplémentaires.

Les exigences et recommandations du présent article peuvent s'appliquer au câblage générique, outre ceux de l'ISO/CEI 24702.

8.2 Entretien

8.2.1 Entretien systématique

L'entretien systématique est une sorte d'entretien préventif réalisé 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 requise. L'intervalle (défini en termes de durée et de 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, quelle que soit la condition réelle 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.

L'entretien systématique du réseau permet d'optimiser la valeur de temps moyen entre défaillances. Des investissements en outils de diagnostic adaptés et en formation du personnel de maintenance permettent de limiter la durée moyenne de panne.

Deux types d'interventions sont à planifier.

a) L'examen visuel et le contrôle.

L'examen visuel et le contrôle sont réalisés en comparant le résultat de l'examen et du contrôle aux informations de référence (issues des essais de réception) et aux limites de performances enregistrées dans la documentation de maintenance.

La documentation de l'examen visuel et du contrôle répertorie:

- 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 d'acceptation/de refus pour chaque composant;
- 4) les outils.

Si une action corrective s'avère nécessaire, le processus décrit en 8.2.3 s'applique.

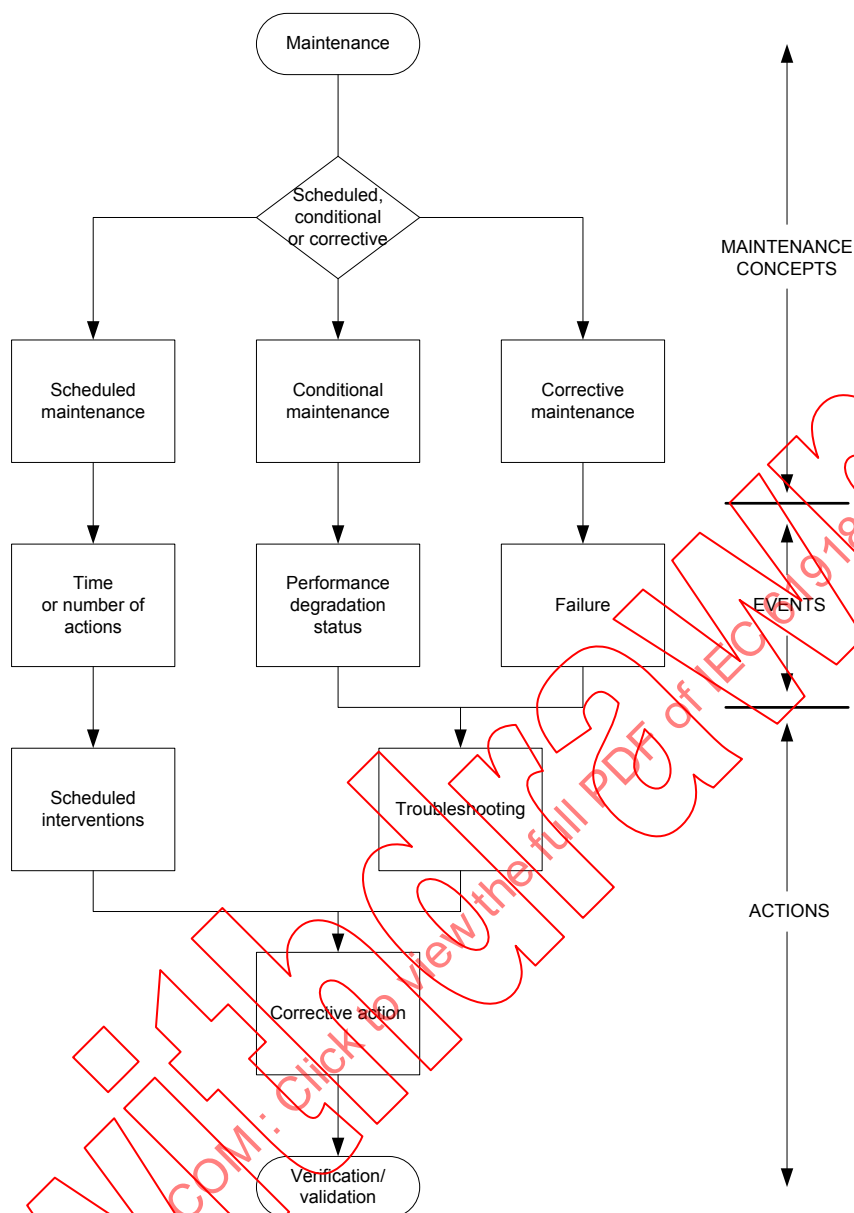
b) Remplacement/ajustement du composant.

Intervention pour le remplacement/l'ajustement du composant afin de le maintenir dans une condition acceptable définie (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.



Légende

Anglais	Français
Maintenance	Entretien
Scheduled, conditional or corrective	Systématique, conditionnel ou correctif
Scheduled maintenance	Entretien systématique
Conditional maintenance	Entretien conditionnel
Corrective maintenance	Entretien correctif
Time or number of actions	Durée ou nombre d'actions
Performance degradation status	État de dégradation des performances
Failure	Défaillance
Scheduled interventions	Interventions planifiées
Troubleshooting	Dépannage
Corrective action	Action corrective
Verification/validation	Vérification/validation
ACTIONS	ACTIONS

Anglais	Français
EVENTS	EVENEMENTS
MAINTENANCE CONCEPTS	CONCEPTS D'ENTRETIEN

Figure 45 – Maintenance du réseau de communication**8.2.2 Maintenance conditionnée par l'état**

La maintenance conditionnée par l'état 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'une intervention 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 les limites acceptables. Comparée à l'entretien systématique, la maintenance conditionnée par l'état exige en général beaucoup moins de temps et d'argent pour la prise en charge du personnel de maintenance.

La maintenance conditionnée par l'état 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 limiter la durée moyenne de panne.

Exemples de dégradation:

- la résistance à la terre dépasse une valeur définie (1 Ω par exemple);
- les règles de codage de base (BER) entre deux composants dépassent une valeur définie (1×10^{-9}).

Si une action corrective s'avère nécessaire, le processus décrit en 8.2.3 s'applique.

8.2.3 Entretien correctif

L'intervention corrective sur un composant après une défaillance a pour objet de restaurer l'état dans lequel le composant peut exécuter la fonction requise. Des investissements dans de bonnes méthodes de réparation, en outils et en formation du personnel peuvent permettre de limiter la durée moyenne de panne.

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:

- les procédures de réparation ou de remplacement des composants défaillants, en fonction de la documentation du fournisseur;
- les pièces détachées;
- les procédures de correction des pannes du réseau;
- 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 compte 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 Figure 45).

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 lignes directrices pour le dépannage de réseau systématique (avec une liste de contrôle ou un schéma de principe fonctionnel, par exemple) en fonction de la documentation du fournisseur;
- b) les lignes directrices pour le dépannage de composants en fonction de la documentation du fournisseur;
- c) les outils d'essai pour le réseau spécifique.

8.3.2 Evaluation 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/appareils sont-ils affectés par le problème?
- Le problème se produit-il à certaines périodes?
- Le problème 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 21 et au Tableau 22.

Tableau 21 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage symétrique

Problème	Cause la plus probable	Action corrective
Echec 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 appareils, mauvaise mise à la terre, séparation incorrecte des appareils 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

Problème	Cause la plus probable	Action corrective
Communications intermittentes pendant une courte durée et/ou taux de salves d'erreurs	Influence de CEM d'autres appareils	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), tels que l'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: affaiblissement de réflexion trop important	Utilisation de câbles ou de cordons présentant une impédance incorrecte (différente de 100 Ω pour les systèmes Ethernet, par exemple)	Utiliser les composants corrects
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 22 – 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), tels que l'influence des vibrations ou de la température	Rechercher et corriger la connexion intermittente
	Augmentation de l'affaiblissement de fibres optiques (vieillissement 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 (vieillissement)	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

Problème	Cause la plus probable	Action corrective
Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic des fibres optiques: la perte de puissance est supérieure aux prévisions	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 interverties 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
	L'outil d'essai 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, on utilise des câbles de raccordement de 62,5 µm pour le raccordement à un câble à fibres optiques 50 µm. Ou on utilise des câbles de raccordement multimode ou adaptateurs pour le raccordement à un câble à fibres optiques monomode	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 46 est un exemple de procédure de dépannage générique qu'il est possible d'adapter à la plupart des réseaux. La procédure de dépannage présentée à la Figure 46 s'applique en l'absence de procédure définie.