

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Industrial communication networks – Profiles –
Part 5-2: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 2**

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI 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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line 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 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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 la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. 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 au monde 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 les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XG

ICS 25.040.40; 35.100.40

ISBN 978-2-88912-947-8

**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.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms, definitions and abbreviated terms	10
4 CPF 2: Overview of installation profiles	10
5 Installation profile conventions	11
6 Conformance to installation profiles.....	12
Annex A (normative) CP 2/1 (ControlNet™) specific installation profile.....	13
Annex B (normative) CP 2/2 (EtherNet/IP™) specific installation profile.....	65
Annex C (normative) CP 2/3 (DeviceNet™) specific installation profile.....	92
Annex D (informative) Additional information	149
Bibliography.....	153
Figure 1 – Standards relationships.....	9
Figure A.1 – Interconnection of CPF 2 networks.....	14
Figure A.2 – Overview of CPF 2/1 networks.....	15
Figure A.3 – Drop cable requirements.....	17
Figure A.4 – Placement of BNC/TNC plugs.....	17
Figure A.5 – Placement of terminators.....	18
Figure A.6 – Extending a network using repeaters.....	18
Figure A.7 – Extending a network using active star topology.....	19
Figure A.8 – Links.....	19
Figure A.9 – Extending the network beyond 99 nodes.....	20
Figure A.10 – Maximum allowable taps per segment.....	27
Figure A.11 – Example of repeaters in star configuration	29
Figure A.12 – Repeater in parallel.....	30
Figure A.13 – Repeater in combination series and parallel.....	30
Figure A.14 – Ring repeater.....	31
Figure A.15 – Installing bulkheads	32
Figure A.16 – Coaxial BNC and TNC terminators	33
Figure A.17 – Terminator placement in a segment	33
Figure A.18 – Redundant network icons.....	36
Figure A.19 – Redundant coax media	36
Figure A.20 – Redundant fibre media.....	36
Figure A.21 – Repeater in series versus length difference for coax media.....	37
Figure A.22 – Repeater in series versus length difference for fibre media	38
Figure A.23 – Example of redundant coax network with repeaters.....	38
Figure A.24 – Example of improper redundant node connection.....	38
Figure A.25 – Example tool kit for installing BNC connectors	42
Figure A.26 – Calibration of coaxial stripper.....	43

Figure A.27 – Coax PVC strip length detail	43
Figure A.28 – Memory cartridge and blade	44
Figure A.29 – Cable position	44
Figure A.30 – Locking the cable	45
Figure A.31 – Stripping the cable	45
Figure A.32 – Install the crimp ferrule	46
Figure A.33 – Cable preparation for PVC type cables	46
Figure A.34 – Cable preparation for FEP type cables	46
Figure A.35 – Strip guides	47
Figure A.36 – Using the flare tool	47
Figure A.37 – Expanding the shields	48
Figure A.38 – Install the centre pin	48
Figure A.39 – Crimping the centre pin	48
Figure A.40 – Installing the connector body	49
Figure A.41 – Installing the ferrule	49
Figure A.42 – Crimp tool	49
Figure A.43 – Sealed IP67 cable	50
Figure A.44 – Terminator placement	51
Figure A.45 – Mounting the taps	52
Figure A.46 – Mounting the tap assembly using the universal mounting bracket	52
Figure A.47 – Mounting the tap using tie wraps or screws	53
Figure A.48 – Redundant network icons	53
Figure A.49 – Network test tool	56
Figure A.50 – Shorting the cable to test for continuity	56
Figure A.51 – Testing fibre segments	59
Figure A.52 – Multi-fibre backbone cable housing	60
Figure A.53 – Repeater adapter module	61
Figure A.54 – Short and medium distance fibre module LEDs	63
Figure A.55 – Long and extra long repeater module LEDs	63
Figure B.1 – Interconnection of CPF 2 networks	66
Figure B.2 – Peer to peer connections	68
Figure B.3 – Mated connections	70
Figure B.4 – The 8-way modular sealed jack & plug (plastic housing)	75
Figure B.5 – The 8-way modular sealed jack & plug (metal housing)	75
Figure B.6 – M12-4 connectors	76
Figure B.7 – Simplex LC connector	76
Figure B.8 – Duplex LC connector	77
Figure B.9 – IP65/IP67 sealed duplex LC connector	77
Figure B.10 – M12-4 to 8-way modular bulkhead	79
Figure B.11 – The 8-way modular sealed jack & plug (plastic housing)	85
Figure B.12 – The 8-way modular sealed jack & plug (metal housing)	85
Figure B.13 – M12-4 connectors	85
Figure B.14 – Earthing of cable shield	87

Figure B.15 – Open shield example	87
Figure C.1 – Interconnection of CPF 2 networks	93
Figure C.2 – Connection to generic cabling.....	94
Figure C.3 – DeviceNet cable system uses a trunk/drop line topology.....	96
Figure C.4 – Measuring the trunk length	98
Figure C.5 – Measuring the trunk and drop length.....	98
Figure C.6 – Measuring drop cable in a network with multiports	99
Figure C.7 – Removable device using open-style connectors	99
Figure C.8 – Fixed connection using open-style connector.....	100
Figure C.9 – Open-style connector pin out	100
Figure C.10 – Open-style connector pin out 10 position	100
Figure C.11 – Power supply sizing example	104
Figure C.12 – Current limit for thick cable for one power supply.....	105
Figure C.13 – Current for thick cable and two power supplies	106
Figure C.14 – Worst case scenario	107
Figure C.15 – Example using the lookup method	107
Figure C.16 – One power supply end connected	109
Figure C.17 – Segmenting power in the power bus	110
Figure C.18 – Segmenting the power bus using power taps	110
Figure C.19 – Thick cable construction.....	121
Figure C.20 – Mid cable construction	121
Figure C.21 – Thin cable construction.....	122
Figure C.22 – Flat cable construction.....	122
Figure C.23 – Cable preparation	123
Figure C.24 – Connector assembly.....	123
Figure C.25 – Micro connector pin assignment.....	123
Figure C.26 – Mini connector pin assignment.....	124
Figure C.27 – Preparation of cable end.....	124
Figure C.28 – Shrink wrap installation.....	125
Figure C.29 – Wire preparation	125
Figure C.30 – Open-style connector (female).....	125
Figure C.31 – Open-style (male plug)	125
Figure C.32 – Flat cable.....	126
Figure C.33 – Aligning the cable	127
Figure C.34 – Closing the assembly.....	127
Figure C.35 – Proper orientation of cable.....	127
Figure C.36 – Locking the assembly	127
Figure C.37 – Driving the IDC contacts in to the cable	128
Figure C.38 – End cap placement	128
Figure C.39 – End cap seated.....	129
Figure C.40 – End cap installation alternate side of cable	129
Figure C.41 – Flat cable IDC connectors.....	130
Figure C.42 – Installing the connectors	130

Figure C.43 – Cable wiring to open-style terminals	131
Figure C.44 – Auxiliary power cable profile	131
Figure C.45 – Pin out auxiliary power connectors.....	132
Figure C.46 – Power supply cable length versus wire size	133
Figure C.47 – Sealed terminator	135
Figure C.48 – Open-style terminator	135
Figure C.49 – Open-style IDC terminator	136
Figure C.50 – Sealed terminator IDC cable	136
Figure C.51 – Direct connection to the trunk	137
Figure C.52 – Wiring of open-style connector.....	137
Figure C.53 – Wiring of open-style 10-position connector	137
Figure C.54 – Diagnostic temporary connections	138
Figure C.55 – Thick cable preterminated cables (cord sets)	139
Figure C.56 – Thin cable preterminated cables (cord sets).....	139
Table A.1 – Basic network characteristics for copper cabling not based on Ethernet (ISO/IEC 8802-3)	20
Table A.2 – Allowable fibre lengths	21
Table A.3 – Power budgets for ControlNet fibre networks	21
Table A.4 – RG6 coaxial electrical properties.....	22
Table A.5 – RG6 coaxial physical parameters	23
Table A.6 – Cable type selection.....	23
Table A.7 – Information relevant to optical fibre cables	24
Table A.8 – Copper connectors for ControlNet	25
Table A.9 – Fibre connectors for fieldbus systems	26
Table A.10 – Relationship between FOC and fibre types (CP 2/1).....	26
Table A.11 – Separation from other circuits inside enclosures	35
Table A.12 – Parameters for Coaxial RG6 Cables	40
Table A.13 – Bend radius for coaxial cables outside conduit	40
Table A.14 – Parameters for silica optical fibre cables	41
Table A.15 – Parameters for hard clad silica optical fibre.....	41
Table A.16 – Test matrix for BNC/TNC connectors.....	56
Table A.17 – Wave length and fibre types	59
Table A.18 – LED status table.....	61
Table A.19 – Repeater adapter and module diagnostic	61
Table A.20 – Repeater adapter indicator diagnostic	62
Table A.21 – Repeater module indicator	62
Table A.22 – Short and medium distance troubleshooting chart	63
Table A.23 – Long and extra long troubleshooting chart.....	64
Table B.1 – Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet	68
Table B.2 – Network characteristics for optical fibre cabling.....	69
Table B.3 – Fibre lengths for 1 mm POF A4a.2 POF 0.5 NA	69
Table B.4 – Fibre lengths for 1 mm POF A4d POF 0.3 NA	70
Table B.5 – Information relevant to copper cable: fixed cables.....	71

Table B.6 – Information relevant to copper cable: cords	71
Table B.7 – TCL limits for unshielded twisted-pair cabling	72
Table B.8 – ELTCTL limits for unshielded twisted-pair cabling	72
Table B.9 – Coupling attenuation limits for screened twisted-pair cabling.....	72
Table B.10 – Information relevant to optical fibre cables	73
Table B.11 – Connectors for balanced cabling CPs based on Ethernet	74
Table B.12 – Industrial EtherNet/IP 8-way modular connector parameters	74
Table B.13 – Industrial EtherNet/IP M12-4 D-coding connector parameters	75
Table B.14 – Optical fibre connecting hardware	76
Table B.15 – Relationship between FOC and fibre types (CP2/2)	77
Table B.16 – Connector insertion loss.....	77
Table B.17 – Parameters for balanced cables	84
Table B.18 – Parameters for silica optical fibre cables	84
Table B.19 – Parameters for POF optical fibre cables	84
Table C.1 – Basic network characteristics for copper cabling not based on Ethernet (ISO/IEC-8802-3).....	96
Table C.2 – Cable trunk and drop lengths for CP 2/3	97
Table C.3 – Summary of available current for trunk cables (CP 2/3).....	101
Table C.4 – Permissible current for thin cable drop lines of various lengths	101
Table C.5 – Power supply specification for DeviceNet.....	102
Table C.6 – Power supply tolerance stack up for DeviceNet.....	102
Table C.7 – Current versus cable length for one power supply thick cable	105
Table C.8 – Current versus length for two power supplies	106
Table C.9 – Definition of equation variables.....	108
Table C.10 – Information relevant to copper cable: fixed cables.....	111
Table C.11 – Information relevant to copper cable: cords.....	111
Table C.12 – DeviceNet cables and connector support cross reference	111
Table C.13 – DeviceNet cable profiles	112
Table C.14 – Copper connectors for non-Ethernet based fieldbus	115
Table C.15 – Additional connectors for CP 2/3 (DeviceNet)	115
Table C.16 – Parameters for balanced cables.....	120
Table C.17 – Wire colour code and function.....	126
Table C.18 – Auxiliary power cable colour code	131
Table C.19 – Network power supply requirements.....	132
Table C.20 – Auxillary power supply requirements	133
Table C.21 – Signal wire verification	142
Table C.22 – Shield to earth	142
Table C.23 – Connector pin out	144

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
PROFILES –****Part 5-2: Installation of fieldbuses –
Installation profiles for CPF 2**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61784-5-2 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial process measurement, control and automation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

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

- updates pertaining to current installation practices;
- addition of new technology that has become recently available;
- errors have been corrected;
- improved alignment with IEC 61918.

This standard is to be used in conjunction with IEC 61918:2010.

This bilingual version (2012-02) corresponds to the monolingual English version, published in 2010-07.

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

FDIS	Report on voting
65C/602/FDIS	65C/617/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.

A list of all parts of the IEC 61784-5 series, published under the general title *Industrial communication networks – Profiles – Installation of fieldbuses*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

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

This International Standard is one of a series produced to facilitate the use of communication networks in industrial control systems.

IEC 61918:2010 provides the common requirements for the installation of communication networks in industrial control systems. This installation profile standard provides the installation profiles of the communication profiles (CP) of a specific communication profile family (CPF) by stating which requirements of IEC 61918:2010 fully apply and, where necessary, by supplementing, modifying, or replacing the other requirements (see Figure 1).

For general background on fieldbuses, their profiles, and relationship between the installation profiles specified in this standard, see IEC/TR 61158-1.

Each CP installation profile is specified in a separate annex of this standard. Each annex is structured exactly as the reference standard IEC 61918:2010 for the benefit of the persons representing the roles in the fieldbus installation process as defined in IEC 61918:2010 (planner, installer, verification personnel, validation personnel, maintenance personnel, administration personnel). By reading the installation profile in conjunction with IEC 61918:2010, these persons immediately know which requirements are common for the installation of all CPs and which are modified or replaced. The conventions used to draft this standard are defined in Clause 5.

The provision of the installation profiles in one standard for each CPF (e.g. IEC 61784-5-2 for CPF 2), allows readers to work with standards of a convenient size.

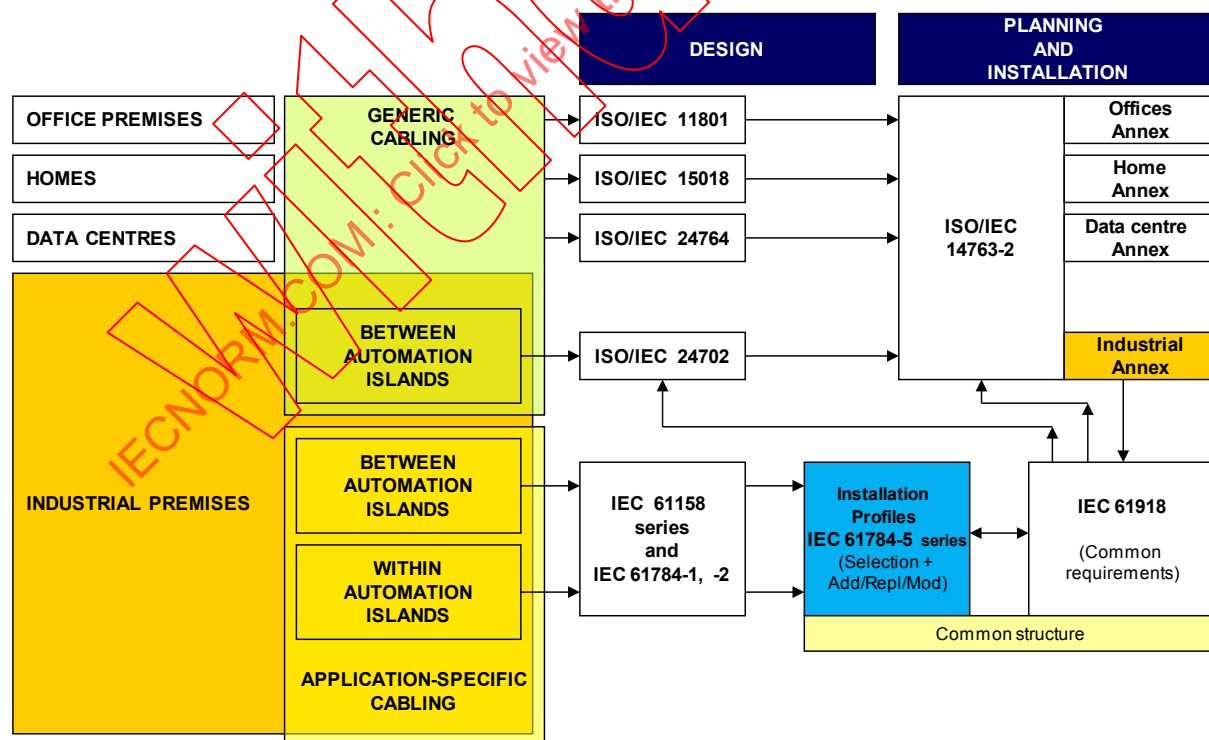


Figure 1 – Standards relationships

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – PROFILES –

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

1 Scope

This part of IEC 61784 specifies the installation profiles for CPF 2 (CIP™¹).

The installation profiles are specified in the annexes. These annexes are read in conjunction with IEC 61918:2010.

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 61918:2010, *Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises*

The normative references of IEC 61918:2010, Clause 2, apply. For profile specific normative references, see Clauses A.2, B.2, and C.2.

3 Terms, definitions and abbreviated terms

For the purposes of this document, the terms, definitions and abbreviated terms of IEC 61918:2010, Clause 3, apply. For profile specific terms, definitions and abbreviated terms see Clauses A.3, B.3, and C.3.

4 CPF 2: Overview of installation profiles

CPF 2 consists of three basic communication profiles as specified in IEC 61784-1 and IEC 61784-2. These profiles share a common upper layers protocol named CIP™ (Common Industrial Protocol).

The installation requirements for CP 2/1 (ControlNet™²) are specified in Annex A.

¹ CIP™ (Common Industrial Protocol) 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 standard does not require use of the trade name CIP™. Use of the trade name CIP™ requires permission of Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

² 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 ControlNet™. Use of the trade name ControlNet™ requires permission of ControlNet International, Ltd.

The installation requirements for CP 2/2 (EtherNet/IP™³) are specified in Annex B.

The installation requirements for CP 2/3 (DeviceNet™⁴) are specified in Annex C.

5 Installation profile conventions

The numbering of the clauses and subclauses in the annexes of this standard corresponds to the numbering of IEC 61918 main clauses and subclauses.

The annex clauses and subclauses of this standard supplement, modify, or replace the respective clauses and subclauses in IEC 61918.

Where there is no corresponding subclause of IEC 61918 in the normative annexes in this standard, the subclause of IEC 61918 applies without modification.

The annex heading letter represents the installation profile assigned in Clause 4. The annex (sub)clause numbering following the annex letter shall represent the corresponding (sub)clause numbering of IEC 61918.

EXAMPLE “Annex B.4.4” in IEC 61784-5-2 means that CP 2/2 specifies the Subclause 4.4 of IEC 61918.

All main clauses of IEC 61918 are cited and apply in full unless otherwise stated in each normative installation profile annex.

If all subclauses of a (sub)clause are omitted, then the corresponding IEC 61918 (sub)clause applies.

If in a (sub)clause it is written “*Not applicable*”, then the corresponding IEC 61918 (sub)clause does not apply.

If in a (sub)clause it is written “*Addition:*”, then the corresponding IEC 61918 (sub)clause applies with the additions written in the profile.

If in a (sub)clause it is written “*Replacement:*”, then the text provided in the profile replaces the text of the corresponding IEC 61918 (sub)clause.

NOTE A replacement can also comprise additions.

If in a (sub)clause it is written “*Modification:*”, then the corresponding IEC 61918 (sub)clause applies with the modifications written in the profile.

If all (sub)clauses of a (sub)clause are omitted but in this (sub)clause it is written “(sub)clause × has “*addition:*” (or “*replacement:*”, or “*modification:*”) or “(Sub)clause × is not applicable.”, then (sub)clause × becomes valid as declared and all the other corresponding IEC 61918 (sub)clauses apply.

³ 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 EtherNet/IP™. Use of the trade name EtherNet/IP™ requires permission of either ControlNet International, Ltd. or Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

⁴ 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 standard does not require use of the trade name DeviceNet™. Use of the trade name DeviceNet™ requires permission of Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

6 Conformance to installation profiles

Each installation profile within this standard includes part of IEC 61918:2010. It may also include defined additional specifications.

A statement of compliance to an installation profile of this standard shall be stated⁵ as either

Compliance to IEC 61784-5-2:2010⁶ for CP 2/m <name> or

Compliance to IEC 61784-5-2 (Ed.2.0) for CP 2/m <name>

where the name within the angle brackets < > is optional and the angle brackets are not to be included. The m within CP 2/m shall be replaced by the profile number 1 to 3.

NOTE The name may be the name of the profile, e.g. ControlNet, EtherNet/IP or DeviceNet.

If the name is a trade name then the permission of the trade name holder shall be required.

Product standards shall not include any conformity assessment aspects (including quality management provisions), neither normative nor informative, other than provisions for product testing (evaluation and examination).

⁵ In accordance with ISO/IEC Directives.

⁶ The date should not be used when the edition number is used.

Annex A (normative)

CP 2/1 (ControlNet™) specific installation profile

A.1 Installation profile scope

Addition:

This standard specifies the installation profile for Communication Profile CP 2/1 (ControlNet). The CP 2/1 is specified in IEC 61784-1.

A.2 Normative references

Addition:

IEC 60096-2:1961, *Radio-frequency cables – Part 2: Relevant cable specifications*

A.3 Installation profile terms, definitions, and abbreviated terms

A.3.1 Terms and definitions

A.3.2 Abbreviated terms

Addition:

DVM	Digital voltmeter
HMI	Human machine interface
I/O	Input/Output
IS	Intrinsic Safe
MM	Multi mode
NAP	Network access port (local access to a device, i.e. not via the bus)
OTDR	Optical time domain reflectometer
PLC	Programmable logic controller
PVC	Polyvinyl chloride
RG6	Coaxial cable
SM	Single mode
TDR	Time domain reflectometer

A.3.3 Conventions for installation profiles

Not applicable.

- coaxial cable and associated connectors (BNC/TNC);

- passive taps (non-sealed and sealed) with fixed 1 m drop cable BNC/TNC connector on the end of the drop cable, which shall not be extended under any circumstances;
- trunk line terminators BNC/TNC;
- repeaters (linear, ring and star) fibre and copper;
- various coaxial couplers, bulkhead, jack-to-jack and plug-to-plug (BNC/TNC).

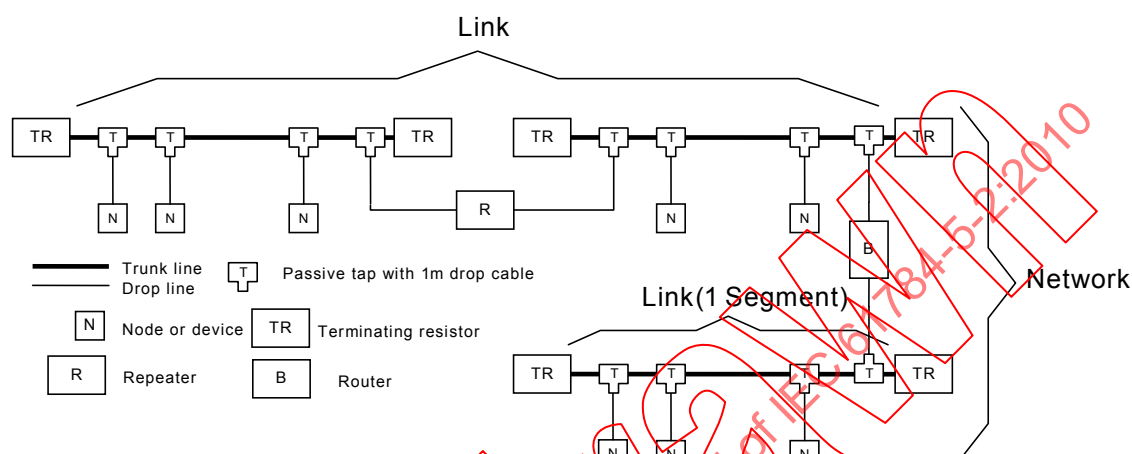


Figure A.2 – Overview of CPF 2/1 networks

A.4.2 Planning requirements

A.4.2.1 Safety

A.4.2.1.1 General

A.4.2.1.2 Electrical safety

A.4.2.1.3 Functional safety

Not applicable.

A.4.2.1.4 Intrinsic safety

Not applicable.

A.4.2.1.5 Safety of optical fibre communication systems (OFCS)

Not applicable.

A.4.2.2 Security

A.4.2.3 Environmental considerations and EMC

A.4.2.3.1 Description methodology

Addition:

The configuration of the low-voltage power distribution system shall comply with local regulations. In some cases and geographical areas, additional earthing and bonding is necessary to control noise currents and provide a low noise functional earth for the low signal communications devices. This may be achieved through methods described in IEC 61918:2010, 4.4.7 and A.4.4.7.3 of this standard.

This network uses a parallel RC between earth and the shield of the coaxial cable. The shields shall not directly reference to earth at any point in the system, doing so will allow noise currents to flow in the shields causing high error rates in the network.

A.4.2.3.2 Use of the described environment to produce a bill of material

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

Not applicable.

A.4.3 Network capabilities

A.4.3.1 Network topology

A.4.3.1.1 Common description

A.4.3.1.2 Basic physical topologies for passive networks

Modification:

ControlNet supports passive bus topologies. Passive star topologies are not supported.

A.4.3.1.3 Basic physical topologies for active networks

Modification:

ControlNet supports active linear, star and ring topologies.

A.4.3.1.4 Combination of basic topologies

Addition:

ControlNet supports both series connected and parallel connected linear passive bus topologies. In addition ControlNet supports network redundancy using both series connected and parallel connected linear passive bus topologies. Both networks shall have the same number of active nodes in the same order on the network.

A.4.3.1.5 Specific requirements for CPs

Addition:

A.4.3.1.5.1 General

CP 2/1 supports both coaxial and fibre media in the trunk segments. Drop cables shall be coaxial. The network is an amplitude and delay limited network. In general, for the coaxial variant, amplitude is the limiting factor. Fibre trunk segments have much less loss so delay limits can be readily exceeded. In either case the amplitude and delay limits shall be observed. The maximum delay for any network construction (cabling and repeaters) shall be limited to 242 μ s round trip or 121 μ s each way.

ControlNet can be configured as a redundant network for both active star and active linear topologies in copper and fibre. See A.4.4.9.6 for specific design consideration. When configured as a redundant network, the number of nodes and addressing shall be the same for both networks.

The following subclauses describes the various components and topology constructions possible.

A.4.3.1.5.2 Taps (coaxial media)

Taps connect each node on a network to the coax media system via a fixed 1 m drop cable as shown in Figure A.3.

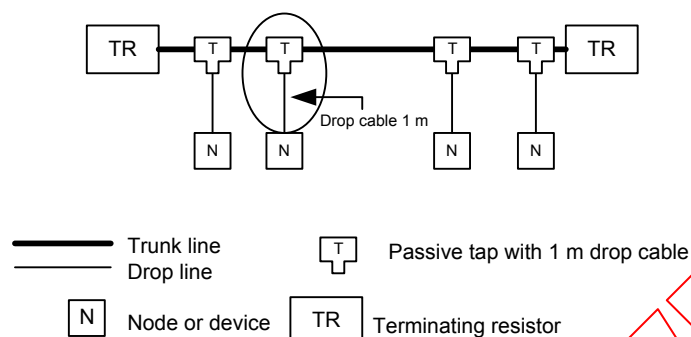


Figure A.3 – Drop cable requirements

A.4.3.1.5.3 Trunk cable

The trunk cable is the bus or central part of the CP 2/1 coax media system. The trunk cable is composed of multiple sections of cable. The standard cable that can be used to construct trunk cable sections is defined in A.4.4.1.2.1.

A.4.3.1.5.4 Trunk line connectors

BNC/TNC plugs are used to connect the coaxial cables to the taps. Devices are connected to the tap through a 1 m cable attached to the tap with the appropriate BNC/TNC plug. Each trunk cable link shall have a BNC or TNC plug installed on each end as shown in Figure A.4.

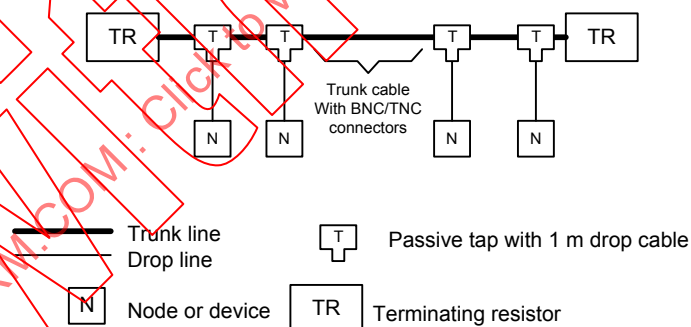


Figure A.4 – Placement of BNC/TNC plugs

A.4.3.1.5.5 Terminators

To minimize reflections, the network segment(s) shall be terminated with the appropriate 75 Ω coaxial terminators (see A.4.4.4.2).

Figure A.5 details the location of the 75 Ω coaxial terminators. The designer shall specify the placement of the 75 Ω coaxial terminators in the design documentation. The terminators are generally installed on the outside port of the tap located at each end of a segment. The terminator is fully described in A.4.4.4.

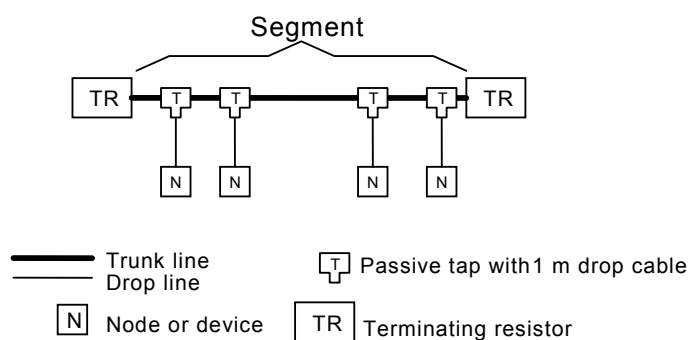


Figure A.5 – Placement of terminators

A.4.3.1.5.6 Repeaters

Repeater adapters shall be used to increase the number of taps, extend the total length of the network (see Figure A.6) , or create an active star configuration as shown in Figure A.7. The number of repeaters and cable length total is limited depending on the network topology. See A.4.4.3.3.2 for information on limitations of length and number of nodes per segment. A repeater creates a new segment allowing additional cable or taps or both.

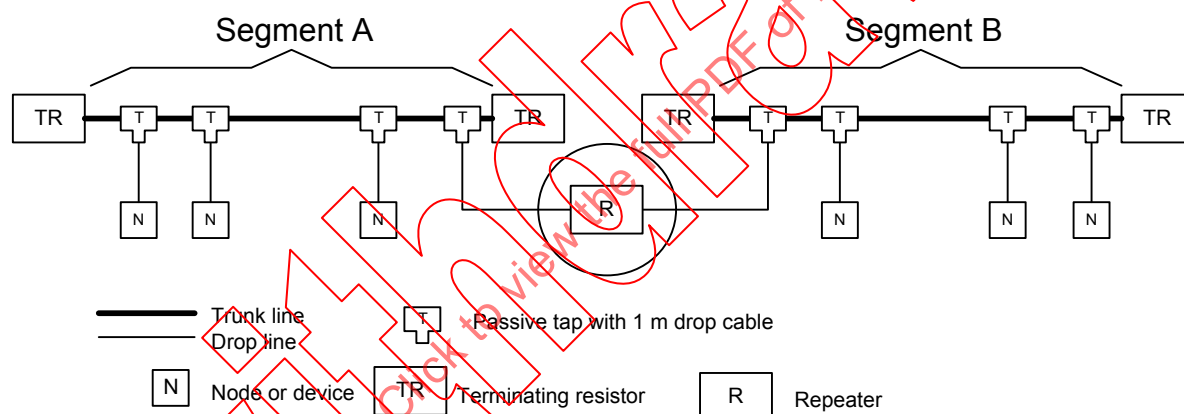


Figure A.6 – Extending a network using repeaters

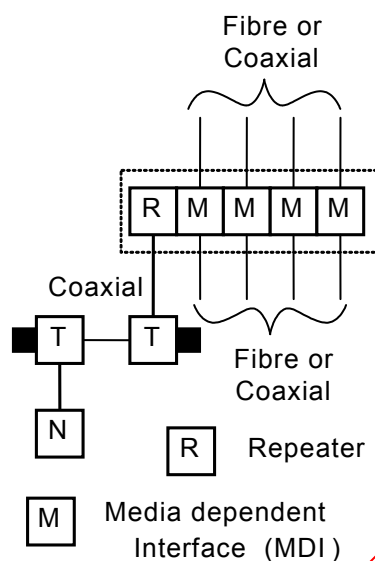


Figure A.7 – Extending a network using active star topology

A.4.3.1.5.7 Links

A link is formed by connecting multiple segments together through repeaters (see Figure A.8). A link may consist of only one segment. Each node in a link shall have a unique address in the range of 0-99. Node address 0 shall be reserved for devices that are auto address nodes or nodes without address switches.

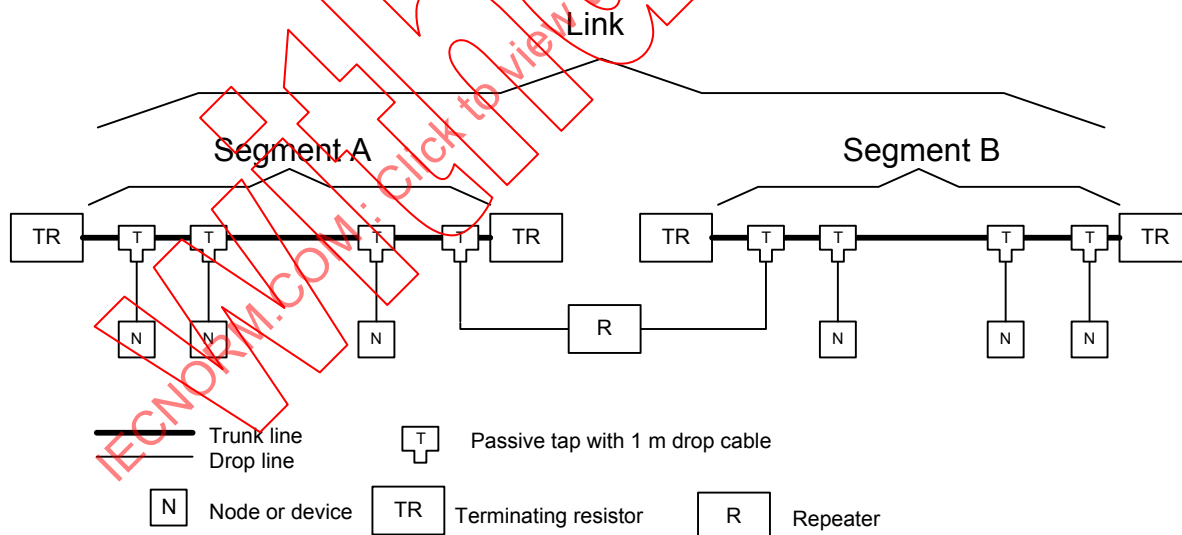


Figure A.8 – Links

A.4.3.1.5.8 Bridges

Bridges may be used to connect links together and to extend the network addressing beyond 99 nodes. A bridge connects links together as shown in Figure A.9.

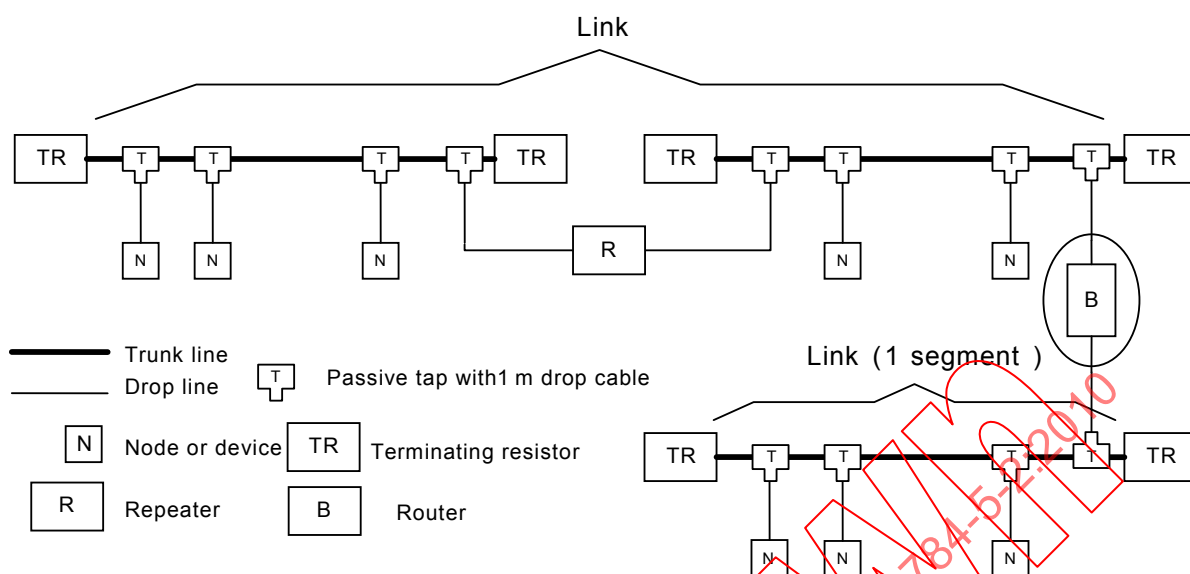


Figure A.9 – Extending the network beyond 99 nodes

A.4.3.1.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.4.3.2 Network characteristics

A.4.3.2.1 General

A.4.3.2.2 Network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet

Replacement:

ControlNet is a coaxial based system, balanced cabling is not supported.

Table A.1 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 1.

Table A.1 – Basic network characteristics for copper cabling not based on Ethernet (ISO/IEC 8802-3)

Characteristics	CP 2/1
Basic transmission technology	Linear bus
Length / transmission speed	
Transmission speed	5 Mbit/s
Segment length	1 000 m maximum (see Figure A.10)
Link length	20 km maximum ^a
Maximum capacity	Max. No.
Devices / segment	48
Devices / link	99
Devices / network	Unlimited
^a The total link length is limited to 20 km due to delay limitations of 121 µs each way (242 µs round trip).	

A.4.3.2.3 Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet

Not applicable.

A.4.3.2.4 Network characteristics for optical fibre cabling

Replacement:

The allowable fibre segment lengths are detailed in Table A.2 for CP 2/1 based on the template given in IEC 61918:2010, Table 3.

Table A.2 – Allowable fibre lengths

Characteristic	CP 2/1		
	Optical fibre type	Minimum length	Maximum length
Min. modal bandwidth		m	km
200/230 μm MM		0	0,3
62,5/125 μm MM		0	3/10
9/125 μm SM		0	20 ^a
NOTE Lengths are dependant on power budgets in Table A.3.			
^a The total link length is limited to 20 km due to delay limitations of 121 μs each way (242 μs round trip).			

Addition:

Table A.3 provides power budget values for network design. The insertion loss for each segment shall not be exceeded. A 1 dB margin is recommended for aging.

Table A.3 – Power budgets for ControlNet fibre networks

Characteristic	Cable type	Power budget dB
Short-distance fibre repeater	200/230 μm MM	4,2
Medium-distance fibre repeater	62,5/125 μm MM	13,3
Long-distance fibre repeater	62,5/125 μm MM	15
Extra-long distance fibre repeater	62,5/125 μm MM	10,5
Extra-long distance fibre repeater	9/125 μm SM	10,5

A.4.3.2.5 Specific network characteristics

Addition:

CP 2/1 supports active fibre rings, active line and active star topologies.

Fibre redundancy is only available for active line and active star topologies, see A.4.4.9.6 for the design and limitations of redundant networks.

Fibre ring is inherently redundant and does not require duplicate hardware.

A.4.3.2.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.4.4 Selection and use of cabling components

A.4.4.1 Cable selection

A.4.4.1.1 Common description

A.4.4.1.2 Copper cables

A.4.4.1.2.1 Balanced cables for Ethernet based CPs

Not applicable.

A.4.4.1.2.2 Copper cables for non Ethernet based CPs

Replacement:

The selection of connector and installation tools shall be compatible with coaxial cable (referred to as RG6). If these are not properly matched, network failures may result.

The coaxial cable electrical requirements, on which the standard topology is based, can be found in Table A.4. The mechanical properties for the standard coaxial cable are described in Table A.5. These parameters (electrical and mechanical) can be used to procure the proper cable for standard installations. Speciality cables as described in Table A.6 may require different mechanical and or electrical properties and therefore shall be accounted for in the network length limits and tools used for connector installation. Since the network is designed to be a 75 Ω system, substitution of the cable impedance is not allowed.

The electrical parameters detailed in Table A.4 shall be met in order to maintain standard network configurations as described in this installation profile.

Table A.4 – RG6 coaxial electrical properties

Specification	Limits/Characteristics
Shielding	Quad shield
Impedance	$(75 \pm 3) \Omega$
Delay	$(4,1 \pm 0,1) \text{ ns/m}$
Frequency	Attenuation (dB/100 m)
1 MHz	1,15
2 MHz	1,25
5 MHz	1,48
10 MHz	1,94
20 MHz	2,82
50 MHz	4,49
Structural return loss	23 dB minimum from 5 MHz to 50 MHz
Conductor d.c. resistance	92 Ω /km nominal
Shield d.c. resistance	24 Ω /km nominal
Capacitance	53,2 pF/m

The physical parameters listed in Table A.5 shall be met in order to maintain noise immunity and connector compatibility.

Table A.5 – RG6 coaxial physical parameters

Specification	Characteristics
Centre conductor material and diameter	18 AWG solid bare copper covered steel $0,823 \text{ mm}^2 \pm 0,00013 \text{ mm}^2$
Dielectric material and diameter	$4,65 \text{ mm} \pm 0,13 \text{ mm}$
Shield construction 4 layers	Layer 1: foil Layer 2: 60 % braid Layer 3: foil Layer 4: 40 % braid
Jacket diameter	$7,67 \text{ mm} \pm 0,13 \text{ mm}$

Addition:

CP 2/1 uses 75 Ω RG6 quad shield coaxial cables compliant with IEC 60096-2.

Specific cable designs shall be selected based on the application and the environment. The MICE concept can be used to help determine the environmental conditions and to select components and/or appropriate mitigation. Table A.6 provides guidance for application specific cables.

Table A.6 – Cable type selection

Application type	Example cable type ^a
Light industrial applications	Standard – PVC CM-CL2
Industrial applications	Lay-on armoured and interlocking armour
High and low temperature application, as well as corrosive area (harsh chemicals – see manufacturing data sheets for chemical resistivity)	Plenum-FEP CMP-CL2P
Festooning or flexing applications (rolling “C” track and robotic tic-toc)	High flex
Moisture resistant applications: direct burial, with flooding compound, fungus resistant	Flood burial
^a See the local cable distributor for cable availability.	

All coaxial cables used in the ControlNet system shall meet the electrical requirements of this Clause. In addition, they shall be constructed with quad shields (single, dual and tri shields are not allowed). It is important that the attenuation be met over the frequencies listed in this Clause. If the attenuation is greater than listed in this Clause, additional length derating shall be determined by using the equations in this Clause. If the segment attenuation is too high the segment shall be divided using repeaters.

A.4.4.1.3 Cables for wireless installation

Not applicable.

A.4.4.1.4 Optical fibre cables

Addition:

For optical fibre, cabling shall conform to the requirements given in Table A.2 and Table A.3. In addition the planner shall consider the following.

The planner shall define the maximum cable length allowed between any two devices. When installing optical fibre cables, this maximum cable length shall not exceed the lengths as defined in Table A.2. Using special cables or optical fibre splices can further reduce cable lengths. Reliable data transmission may be ensured up to this certified length if the cables and the connections have been installed correctly.

The properties of a optical fibre transmission system are mainly characterized by:

- the output power of the optical interface;
- the type of cable used;
- the quality of installation and the plug configuration.

Planner and installer shall observe the insertion loss requirements (cables and connectors) to insure proper functioning segment. In addition, the instructions of the cable, plug connector and device manufacturer shall be observed. For optical fibre cables of an industrial network the planner shall use the data defined in Table A.7.

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

Table A.7 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 6.

Table A.7 – 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 clad silica
Attenuation per km (650 nm)	n/a	n/a	n/a	n/a	≤ 6,0 dB
Attenuation per km (820 nm)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Attenuation per km (1 310 nm)	≤ 1,0 dB	≤ 2,5 dB	≤ 3,5 dB	n/a	n/a
Number of optical fibres	2	2	2	n/a	2
Connector type (e.g. duplex or simplex)	BFOC 2,5	BFOC 2,5	BFOC 2,5	n/a	V-Pin
Jacket colour requirements	User defined	User defined	User defined	n/a	User defined
Jacket material	Application specific	Application specific	Application specific	n/a	Application specific
Resistance to harsh environment (e.g. UV, oil resist, LSOH)	Yes ^a	Yes ^a	Yes ^a	n/a	Yes ^a
Breakout (Y/N)	Yes ^b	Yes ^b	Yes ^b	n/a	Yes ^b
^a If application requires.					
^b Duplex and simplex cords/cables are supported.					

A.4.4.1.5 Special purpose balanced copper and optical fibre cables

A.4.4.1.6 Specific requirements for CPs

Not applicable.

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

Not applicable.

A.4.4.2 Connecting hardware selection**A.4.4.2.1 Common description****A.4.4.2.2 Connecting hardware for balanced cabling CPs based on Ethernet**

Not applicable.

A.4.4.2.3 Connecting hardware for copper cabling CPs not based on Ethernet

Replacement:

The connectors used in this network are limited to those shown in Table A.8.

Table A.8 – Copper connectors for ControlNet

CP 2/1	Coaxial IEC 61169-8	Others
Characteristics for CP 2/1 (ControlNet)	BNC	TNC RJ45 (NAP)

Addition:

The centre conductor contact shall be plated in conformance with one of the following specifications:

- 75 µm gold minimum over 1,25 µm nickel minimum over base metal;
- 0,05 µm to 0,2 µm gold flash over 1,25 µm palladium nickel minimum over 1,25 µm nickel minimum over base metal.

The connector characteristic impedance shall be 75 Ω nominal, 45 Ω minimum and 80 Ω maximum, from d.c. to 50 MHz.

For network reliability, the cables, connectors and installation tools shall be mechanically compatible. The cable and connector manufacturer's data sheets shall be consulted for compatibility and installation tool requirements.

Passive taps are used to connect the trunk sections together and provide a connection point for each node. A tap is required for each active device connected to the network. There are two variants of the taps available:

- sealed meeting IP67 minimum, using TNC connectors;
- non-sealed meeting IP65 maximum, using BNC connectors.

For reliability reasons the number of connections in a segment shall be minimized.

A.4.4.2.4 Connecting hardware for wireless installation

Not applicable.

A.4.4.2.5 Connecting hardware for optical fibre cabling

Replacement:

Table A.9 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 9.

Table A.9 – Fibre connectors for fieldbus systems

	IEC 61754-2	IEC 61754-4	IEC 61754-24	IEC 61754-20	IEC 61754-22	Others
	BFOC/2,5	SC	SC-RJ	LC	F-SMA	VPIN
CP 2/1 (ControlNet)	Yes	No	No	No	No	Yes
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 61753 series.						

To minimise noise coupling into the sensitive receiver, connectors with plastic or ceramic ferrules are recommended.

Table A.10 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 10.

Table A.10 – Relationship between FOC and fibre types (CP 2/1)

	Fibre type					
	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 clad silica	Others
BFOC/2,5		X	X			
SC						
SC-RJ						
LC						
F-SMA						
V-PIN					X	
NOTE Insertion loss correction factors is shall be used when using fibers smaller than 62.5/125 μm						

A.4.4.2.6 Specific requirements for CPs

Not applicable.

A.4.4.2.7 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.4.4.3 Connections within a channel/permanent link

A.4.4.3.1 Common description

Not applicable.

A.4.4.3.2 Balanced cabling connections and splices for CPs based on Ethernet

Not applicable.

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

A.4.4.3.3.1 Common description

A.4.4.3.3.2 Connections minimum distance

Replacement:

a) General

The shortest path for routing the cable shall be selected to minimize the amount of cable needed. The specific details of planning cabling route depend upon the needs of the network.

When determining the cable length of trunk-cable sections, it is important to measure the actual cable path as it is routed in the network. Vertical dimensions as well as horizontal dimensions shall be considered. The three-dimensional routing path distance shall always be calculated when determining cable lengths.

The total allowable length of a segment containing standard RG6 quad shield depends on the requirements of Table A.1 and Table A.4, and of the number of taps in the segment. There is no minimum trunk-cable section or segment length requirement. The maximum allowable total length of a segment is 1 000 m with two taps installed. Each additional tap decreases the maximum length of the segment by 16,3 m. The maximum number of taps allowed on a segment is 48. With 48 taps the maximum segment length is limited to 250 m. Figure A.10 details the relationship between the number of taps allowed in a segment and the segment length. If the network design falls in the grey area then a repeater is required.

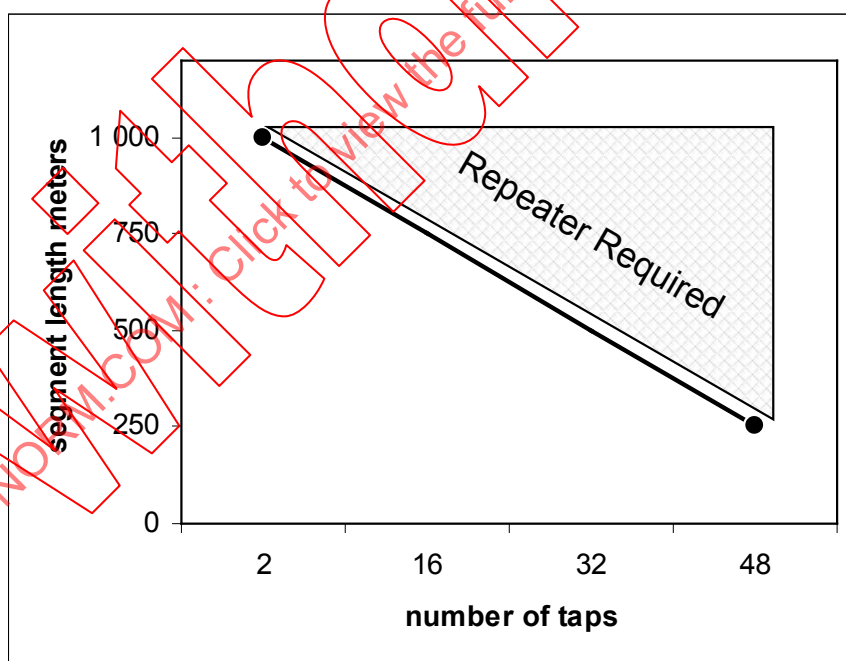


Figure A.10 – Maximum allowable taps per segment

Maximum allowable segment length = 1 000 m – 16,3 m × [number of taps – 2]

EXAMPLE 1

The following is an example of how to calculate the number of taps allowed for different segment lengths.

If the segment requires 10 taps, then the maximum segment length is:

$$1\,000\text{ m} - 16,3\text{ m} \times [10 - 2]$$

$$1\,000\text{ m} - 130,4\text{ m} = 869,6\text{ m}$$

The amount of high-flex RG6 cable that can be used in a system is less than the amount of standard RG6 cable. The designer is encouraged to keep the length of high-flex cable use to a minimum. BNC bullet connectors or isolated bulkhead connectors shall be used to isolate areas that require high-flex RG6 cable from areas that require standard RG6 cable; this allows the high-flex RG6 section to be replaced before flex life is exhausted. An allowable total length of RG6 flex cable segment in the application can be determined using the equation below. Each additional tap decreases the maximum length of the segment. The maximum segment length is depending on the attenuation of the high-flex cable used. The maximum allowable segment length is then as follows:

$$\text{Segment_Length} = [20,29\text{ dB} - (\text{Number_taps} \times 0,32\text{ dB})] / \text{cable_atten@10MHz}$$

Important: The cable attenuation at 10 MHz per unit length is defined as the signal loss measured at 10 MHz per 100 m of cable.

Cable attenuation for ControlNet cables are listed in the manufacturers' data sheets.

EXAMPLE 2

The cable selected for this example is high flex cable. The attenuation for this high flex coaxial cable is 2,36 dB per 100 m at 10 MHz; a segment that requires 3 taps using high flex cable, the maximum segment length is:

$$\text{Maximum_Segment_Length} = [(20,29\text{ dB} - 3 \times 0,32\text{ dB}) / 2,36\text{ dB}] \times 100\text{ m}$$

or

$$[19,33\text{ dB} / 2,36\text{ dB}] \times 100 = 820\text{ m}$$

The total trunk-cable length or number of taps (connections) can be increased by breaking up the segment into smaller segments.

b) Repeaters

ControlNet supports copper and fibre repeaters. Regardless of the media, the repeaters can be configured in the following topologies.

A link may be configured one of five ways:

- series up to 20 repeaters;
- parallel up to 48 repeaters (see Figure A.12);
- a combination of series and parallel;
- star topology (see Figure A.11);
- ring up to 20 repeaters (see Figure A.14).

The total link length is limited to 20 km due to delay limitations of 121 µs each way (242 µs round trip).

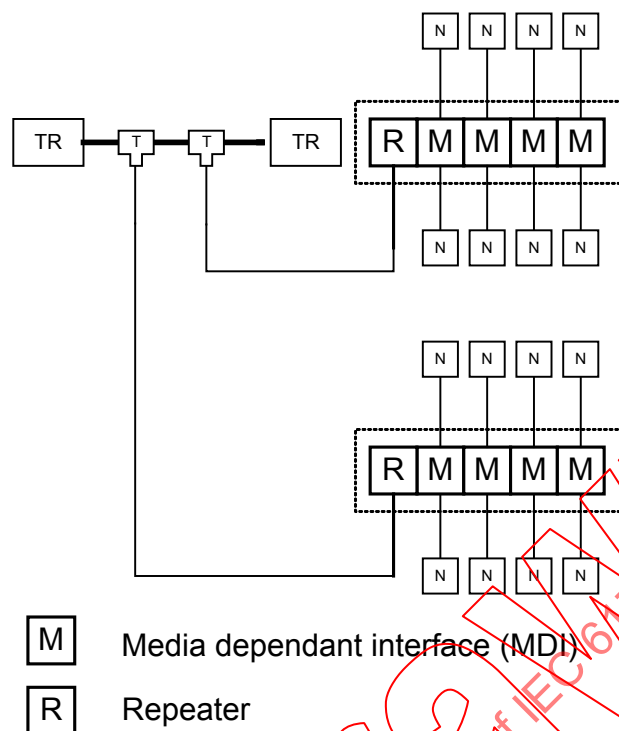


Figure A.11 – Example of repeaters in star configuration

The appropriate repeater module is required for the specific repeater topology needed. For example ring capable repeaters are required for fibre ring topologies.

A repeater can be connected to a segment at any tap location along the trunk. Fibre repeaters may be connected in series through the fibre ports.

The maximum link length is based on the distance between any two nodes. The maximum distance between any two nodes in a link is limited by the delay between the nodes. The maximum delay is limited to 121 μs end-to-end or 242 μs round trip.

c) Series connected repeaters

When installing repeaters in series, ControlNet network management software should be used to verify that the system is an allowable configuration. The system size is based on the maximum number of repeaters (20) in series and length of the media used between any two nodes. The total network delay described above in b) shall not be exceeded. See the installation instructions that were shipped with the repeater for an example series topology drawing and configuration instructions.

d) Parallel connected repeaters

When installing repeaters in parallel, **a maximum of 48 repeaters** (the maximum number of taps per 250 m segment) on any one segment is allowed. If the link is configured using repeaters in parallel, one shall count one of the repeater taps for one segment and the other repeater tap for the parallel segment that the repeater is connecting to the backbone network. See Figure A.12 for an example of repeaters in parallel. See the installation instructions that were shipped with the repeater for an example of parallel topology drawings and configuration instructions.

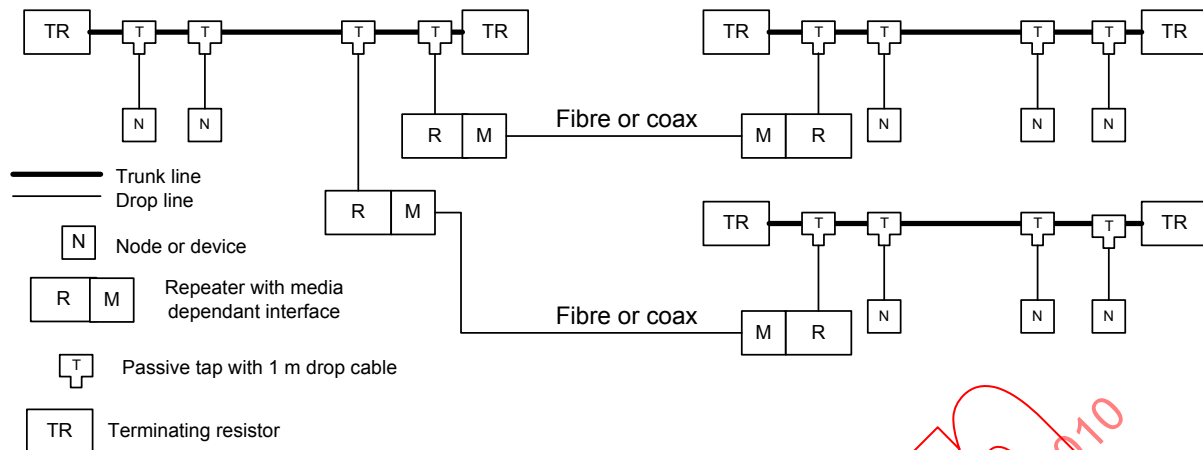


Figure A.12 – Repeaters in parallel

e) Repeaters in a combination of series and parallel

Repeaters can be installed in a combination of series and parallel connections to form a link. The guidelines listed for each type shall be followed. For mixed topologies (series and parallel), the maximum number of repeaters and media should be verified by using the appropriate network configuration software. See the installation instructions that were shipped with the repeater for an example combination series/parallel topology drawing. There shall not be more than one communication path to a node on a network. Ring repeaters have two paths by definition.

When the network is configured using repeaters in combination of series and parallel as shown in Figure A.13, it is important to count the taps and repeaters in all segments.

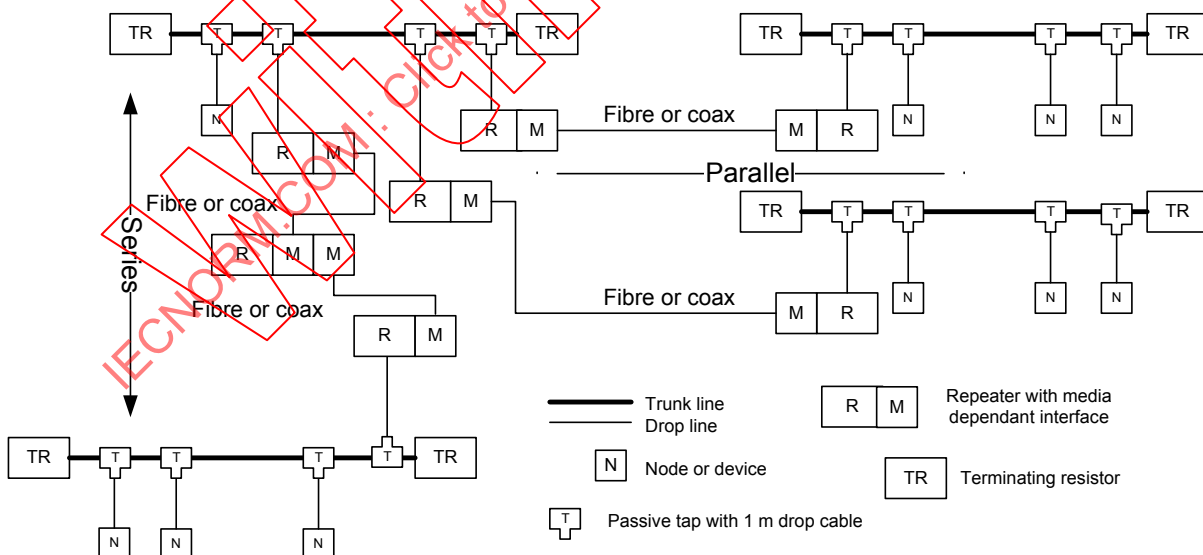


Figure A.13 – Repeaters in combination series and parallel

f) Ring repeaters

For a ring topology, the network designer shall use the appropriate ControlNet fibre ring repeaters. See Figure A.14 for an example of a fibre ring. See the installation instructions that were shipped with the repeater for instructions on setting up the ring. ControlNet supports both linear redundancy and ring topologies.

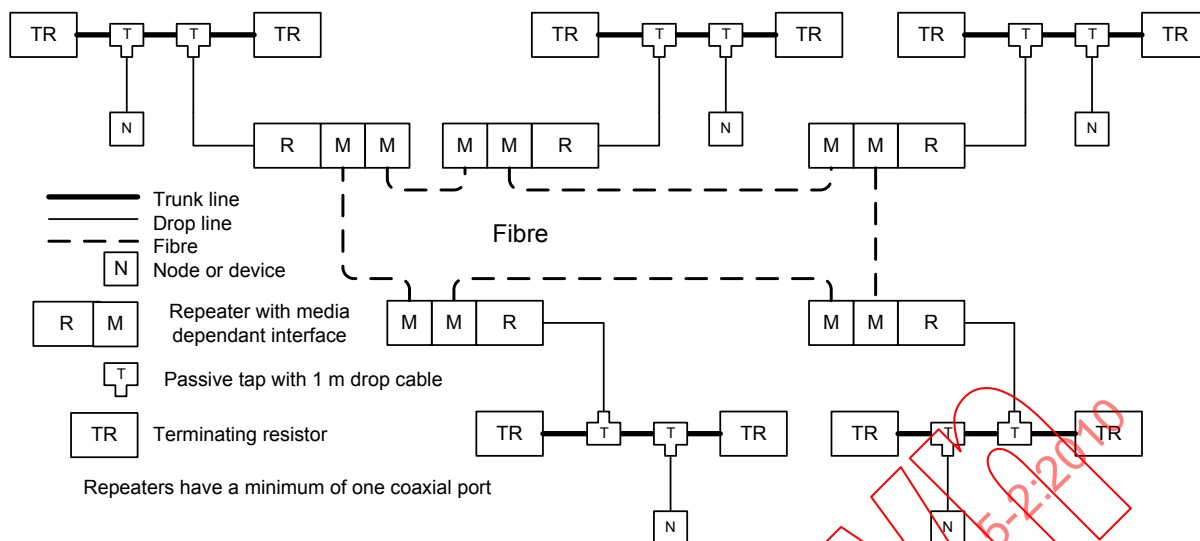


Figure A.14 – Ring repeater

A.4.4.3.3.3 Copper cabling splices

Addition:

The planner shall specify J-J BNC or TNC adaptors when splices are necessary.

A.4.4.3.3.4 Copper cabling bulkhead connections

Replacement:

Copper bulkheads shall be isolated from earth. Copper bulkhead shall be constructed of back to back BNC jacks, TNC jacks or a combination of BNC and TNC jacks. They shall provide environmental isolation. Examples of how bulkheads are used in this profile are shown in Figure A.15.

When copper adaptors are used they shall have a nominal characteristic impedance of 75 Ω , 45 Ω minimum and 80 Ω maximum, from d.c. to 50 MHz.

In this example, ControlNet cable:

- enters and exits the panel enclosure from the side using isolated-bulkhead connectors;
- contains two adjacent taps connected by a barrel connector;
- reserves one future tap location with a bullet.

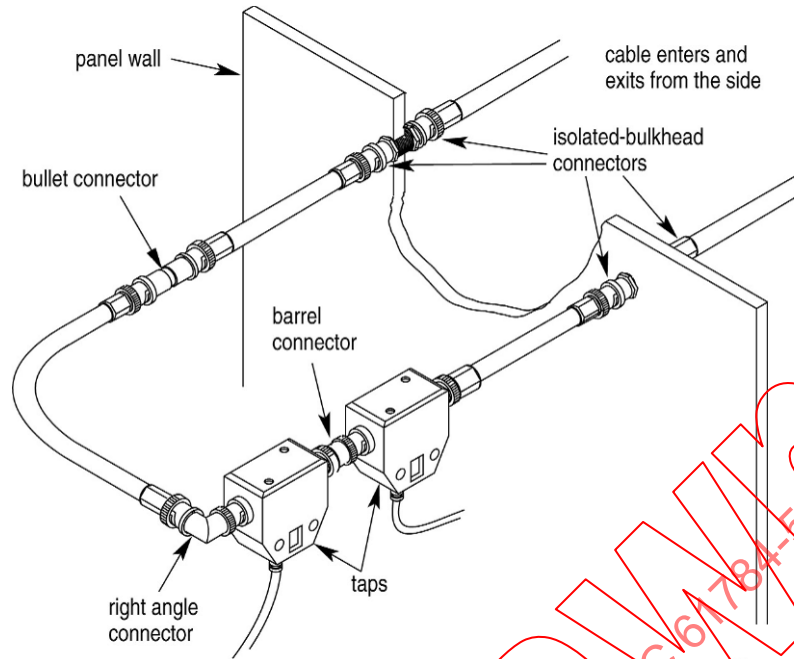


Figure A.15 – Installing bulkheads

A.4.4.3.3.5 Copper cabling J-J adaptors

Replacement:

When extending a trunk section, the appropriate BNC or TNC J-J (bullet) connector shall be used (see Figure A.15).

Copper adaptors shall have a nominal characteristic impedance of 75 Ω , 45 Ω minimum and 80 Ω maximum, from d.c. to 50 MHz

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

Not applicable.

A.4.4.3.5 Optical fibre cabling connections and splices for CPs not based on Ethernet

Addition:

The designer is encouraged to minimize the number of mechanical connections to minimise the risk of failure.

Each connection adds losses that shall be accounted for in the power budget found in Table A.3.

A.4.4.3.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.4.4.4 Terminators

A.4.4.4.1 Common description

A.4.4.4.2 Specific requirements for CPs

Addition:

Terminators are required for ControlNet in order to minimize reflections in the trunk system. Figure A.16 shows examples of BNC and TNC coaxial terminators. A $75\ \Omega$ terminator shall be placed at the end of each segment for the ControlNet cable system (see Figure A.17 for placement).

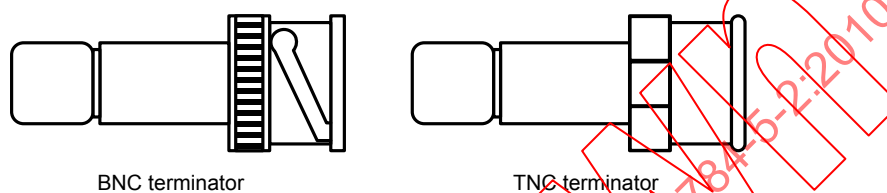


Figure A.16 – Coaxial BNC and TNC terminators

The number of required terminators is determined by multiplying the number of segments by two.

The terminators shall be coaxial $75\ \Omega$ 1 %, 0,5 W low inductance BNC or TNC.

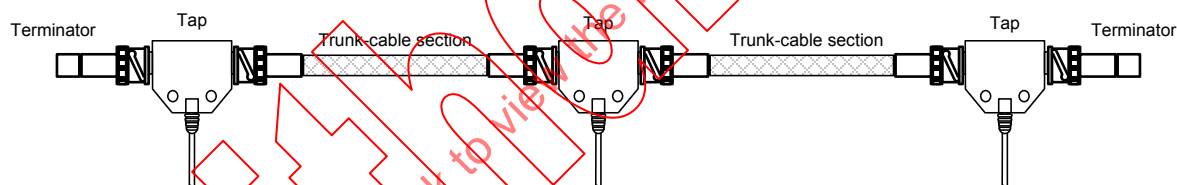


Figure A.17 – Terminator placement in a segment

A.4.4.4.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.4.4.5 Device location and connection

A.4.4.5.1 Common description

A.4.4.5.2 Specific requirements for CPs

Addition:

Devices shall be installed in accordance with the following:

- manufacturer's documentation;
- planner's documentation;
- cable routing;
- location of the taps.

A.4.4.5.3 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

A.4.4.5.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.4.4.6 Coding and labelling

A.4.4.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shielded cabling

A.4.4.7.1 Common description

A.4.4.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways

A.4.4.7.2.1 Equalisation and earthing conductor sizing and length

Addition:

If the building does not have an adequate equipotential earthing system, then star earthing method shall be used to mitigate earth potential offsets within the communications coverage area. Equipotential earthing can be installed in accordance with IEC 61918: 2010.

A.4.4.7.2.2 Bonding straps and sizing

Modification:

Equipotential bonding conductors should preferably be constructed of copper. Aluminium and steel constructions are not recommended for communications bonding straps.

Bonding plates and bus bars should preferably be of copper construction. Tin or zinc coating may be used to reduce corrosion. The plating minimum thickness shall be as detailed in IEC 61918:2010, Table 16.

A.4.4.7.3 Earthing methods

A.4.4.7.3.1 Mesh, equipotential

A.4.4.7.3.2 Star

A.4.4.7.3.3 Earthing of equipment (devices)

Replacement:

Equipment shall be earthed in accordance with the manufacturer's installation instructions.

A.4.4.7.3.4 Copper bus bars

Addition:

The bus bar surface shall be prepared in accordance with IEC 61918:2010, 5.7.2.3. The bonding conductor sizing shall be in accordance with IEC 61918:2010, 4.4.7.2.

A.4.4.7.4 Shield earthing

A.4.4.7.4.1 Non-earthing or parallel RC

Addition:

ControlNet coaxial shields are connected to earth via a parallel RC circuit that is integral to the active devices as modelled in Figure 32 of IEC 61918:2010. The coax shields shall not be directly bonded to earth as this will introduce noise in the network.

A.4.4.7.4.2 Direct

Not applicable.

A.4.4.7.4.3 Derivatives of direct and parallel RC

Not applicable.

A.4.4.7.5 Specific requirements for CPs

Not applicable.

A.4.4.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.4.4.8 Storage and transportation of cables

A.4.4.9 Routing of cables

A.4.4.9.1 Common description

A.4.4.9.2 Cable routing of assemblies

A.4.4.9.3 Detailed requirements for cable routing inside enclosures

Addition:

Cable sections that run inside protective equipment enclosures are relatively short. For wiring external to enclosures, the maximum separation shall be maintained between ControlNet cable and Category-1 conductors. The minimum separation from other circuits is defined in Table A.11. When running cable inside an enclosure, the installer shall route the conductors external to all pathways in the same enclosure, or in a pathway separate from Category-1 conductors.

Table A.11 – Separation from other circuits inside enclosures

Route cables at least this distance	From noise sources of this strength
0,08 m (3 in.)	Category-1 conductors of less than 20 A
0,15 m (6 in.)	a.c. power lines of 20 A or more, up to 100 kVA
0,6 m (24 in.)	a.c. power lines greater than 100 kVA

A.4.4.9.4 Cable routing inside buildings

A.4.4.9.5 Cable routing outside buildings

A.4.4.9.6 Installing redundant communication cables

Addition:

A second trunk cable is used between ControlNet nodes for redundant media. With redundant media, nodes send signals on two separate segments. The receiving node compares the quality of the two signals and accepts the better signal to permit use of the best signal. This

also provides a backup cable if one cable fails. Trunk cables on a redundant cable link are defined by the segment number and the redundant trunk-cable letter.

ControlNet products are labelled with the icons in Figure A.18 with shaded icon designates the redundant channel. See Figure A.19 for redundant coaxial media example. Figure A.20 is an example of a redundant network using repeaters to extend the network. The difference in length of redundant network A and network B shall not exceed the limits in Figure A.21 for coax repeaters and Figure A.22 for fibre repeaters.



Figure A.18 – Redundant network icons

In Figure A.19, trunk cable A is denoted by the light icon and trunk cable B is denoted by the dark icon. The cabling system should be marked accordingly with proper icon or letter.

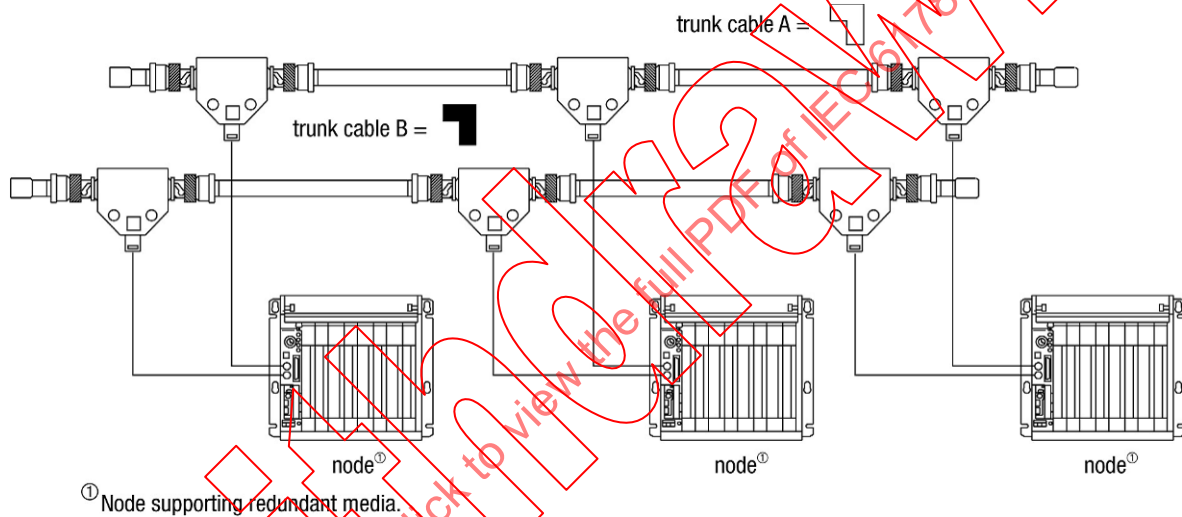


Figure A.19 – Redundant coax media

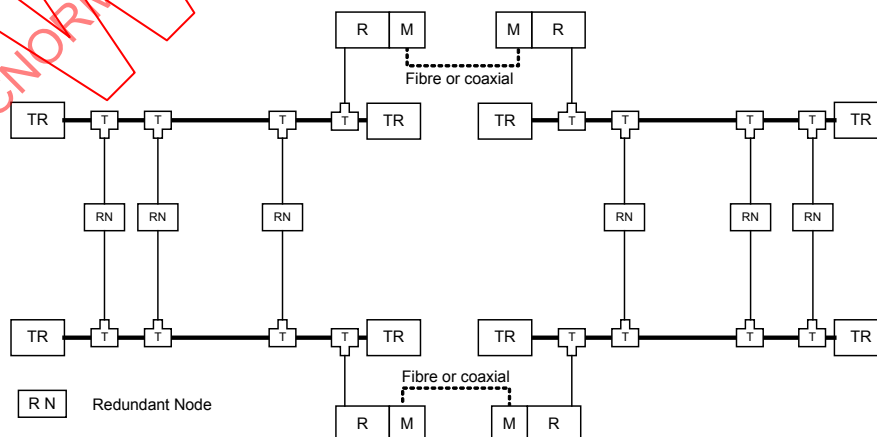


Figure A.20 – Redundant fibre media

The following guidelines shall be observed when planning a redundant media system.

- The two trunk cables (trunk cable A and trunk cable B) shall be routed differently to reduce the chance of both cables being damaged at the same time.
- Each node on a redundant-cable link shall support redundant coax connections and be connected to both trunk cables at all times. Any nodes connected to only one side of a redundant-cable link will result in media errors on the unconnected trunk cable.
- The cabling system shall be installed so that the trunk cables at any physical device location can be easily identified and labelled with the appropriate icon or letter. Each redundant ControlNet device is labelled so that it can be connected to the corresponding trunk cable.
- Both trunk cables (trunk cable A and trunk cable B) of a redundant-cable link shall have same configurations. Each segment shall contain the same number of taps, nodes and repeaters. Nodes and repeaters shall be connected in the same relative sequence on both trunk cables.
- Cable shall be installed on each side of a redundant cable so that each cable is about the same length. As the number of repeaters in a network increases, the allowable difference in length of the two redundant cabling systems is decreased as shown in Figure A.21.
- The difference in length between the two paths (trunk cable A and trunk cable B) shall not exceed the worst case limit line as detailed in Figure A.21 for coax media when using repeaters.
- The difference in length between the two paths (trunk cable A and trunk cable B) shall not exceed the worst case limit line as detailed in Figure A.22 for fibre media when using repeaters.
- When there are no repeaters in a redundant network the difference between the redundant paths (trunk cable A and trunk cable B) shall not exceed that detailed for zero repeaters in Figure A.21 or Figure A.22.
- Both redundant connections of a node shall not be connected to the same network; doing so will cause erratic operation. See Figure A.23 and Figure A.24 for both proper and improper connection of redundant nodes.
- The two networks shall not be connected together.
- ControlNet supports linear redundancy and ring topology. Dual redundant rings are not supported and will result in multiple communications paths and lead to network instabilities.

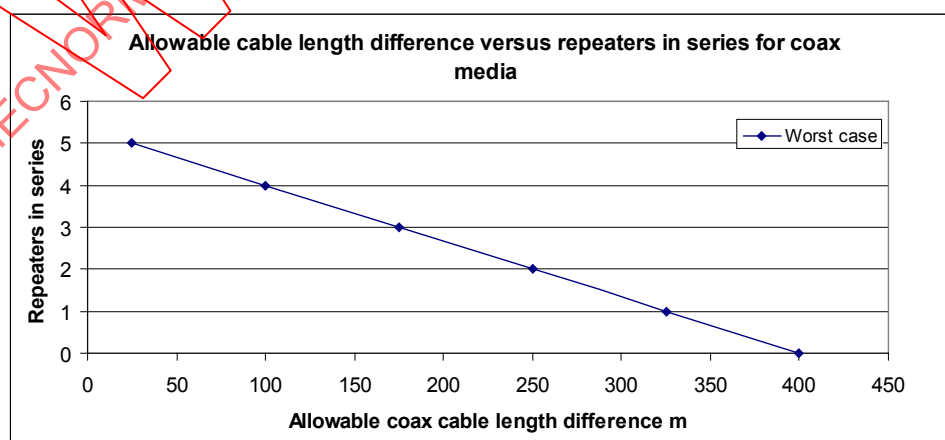


Figure A.21 – Repeaters in series versus length difference for coax media

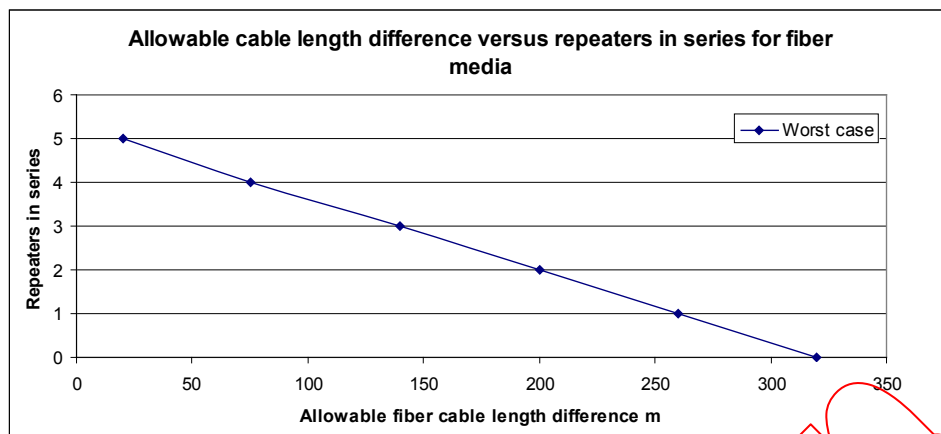


Figure A.22 – Repeaters in series versus length difference for fibre media

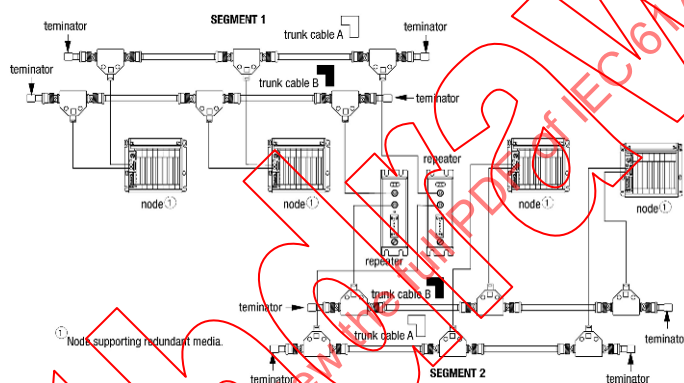


Figure A.23 – Example of redundant coax network with repeaters

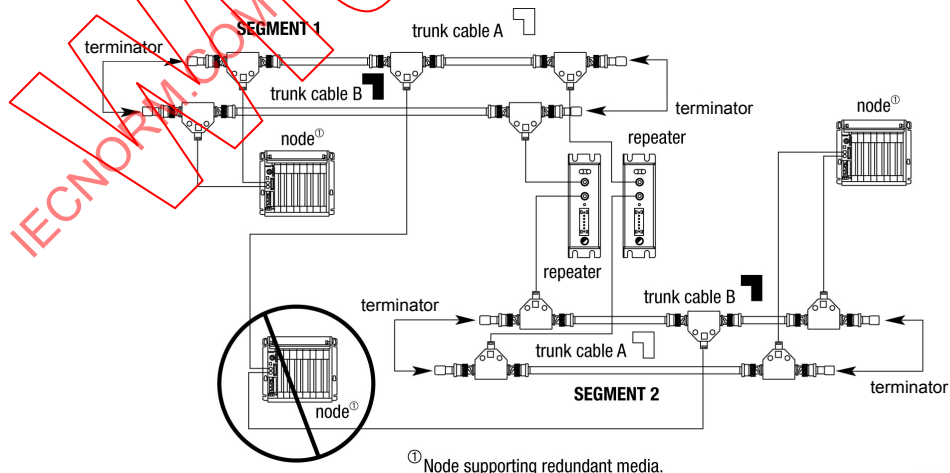


Figure A.24 – Example of improper redundant node connection

The allowable difference in length of trunk cable A and B can be found by counting the number of repeaters needed for the network and looking in the graph for coax repeaters above. When one repeater is used the allowable difference in length between network cable A and B is limited to 325 m (see Figure A.23).

A node supporting redundant trunk-cable connections will function even if trunk cable A is connected to the B connector on the node and vice-versa. However, doing so is not recommended because this makes cable fault indications (on the hardware or in software) difficult to interpret and this makes locating a bad cable segment very difficult.

A.4.4.10 Separation of circuits

Addition:

These additional guidelines shall be followed for wiring all ControlNet cables:

- if cables are required to cross power lines, it should do so at right angles;
- cable shall be routed at least 1,5 m (5 ft.) from high-voltage enclosures, or sources of rf/microwave radiation.

If the conductor is in a metal wireway or conduit, each section of the wireway or conduit shall be bonded to each adjacent section so that it has electrical continuity along its entire length, and shall be bonded to the enclosure at the entry point.

A.4.4.11 Mechanical protection of cabling components

A.4.4.11.1 Common description

A.4.4.11.2 Specific requirements for CPs

Not applicable.

A.4.4.11.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.4.4.12 Installation in special areas

A.4.4.12.1 Common description

A.4.4.12.2 Specific requirements for CPs

Addition:

The cabling components shall be selected based on the environmental and application requirements. Highflex applications shall use cables designed to meet high flex. Cables expected to be subjected to weld splatter shall have the appropriate protection or jacket designs. Cables used in outdoor applications, shall have the appropriate UV protection or jacketing design.

A.4.5 Cabling planning documentation

A.4.6 Verification of planning specification

A.5 Installation implementation

A.5.1 General requirements

A.5.1.1 Common description

A.5.1.2 Installation of CPs

A.5.1.3 Installation of generic cabling in industrial premises

Not applicable.

A.5.2 Cable installation

A.5.2.1 General requirements for all cabling types

Subclause 5.2.1.2 has replacement:

When pulling the RG6 type coax cable through multiple conduit bends, the specifications detailed in Table A.12 shall be followed.

Table A.12 – Parameters for Coaxial RG6 Cables

Characteristic		Value	
		PVC	FEP
Mechanical force	Minimum bending radius, single bending (mm)	77	70
	Bending radius, multiple bending (mm)	See manufacturer's data sheet	See manufacturer's data sheet
	Pull forces (N)	400	600
	Permanent tensile forces (N)	See manufacturer's data sheet	See manufacturer's data sheet
	Maximum lateral forces (N/cm)	See manufacturer's data sheet	See manufacturer's data sheet
	Temperature range during installation (°C)	See manufacturer's data sheet	See manufacturer's data sheet

Subclause 5.2.1.2 has addition:

When pulling outside conduit the RG6 type coax cable, the specifications detailed in Table A.13 shall be followed. Tables Table A.14 and Table A.15 provide values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 19 and Table 21.

Table A.13 – Bend radius for coaxial cables outside conduit

For this coax cable	The bend radius shall not exceed
PVC	38 mm
FEP	36 mm
Tap drop-cable	26 mm

Table A.14 – Parameters for silica optical fibre cables

Characteristic		Value	
		GI Single Mode	GI Multi Mode
Mechanical force	Minimum bending radius, single bending (mm)	See manufacturer's data sheet	See manufacturer's data sheet
	Bending radius, multiple bending (mm)	See manufacturer's data sheet	See manufacturer's data sheet
	Pull forces (N)	See manufacturer's data sheet	See manufacturer's data sheet
	Permanent tensile forces (N)	See manufacturer's data sheet	See manufacturer's data sheet
	Maximum lateral forces (N/cm)	See manufacturer's data sheet	See manufacturer's data sheet
	Temperature range during installation (°C)	See manufacturer's data sheet	See manufacturer's data sheet

Table A.15 – Parameters for hard clad silica optical fibre

Characteristic		Value
		200 micron SI MM Fibre
Mechanical force	Minimum bending radius, single bending (mm)	See manufacturer's data sheet
	Bending radius, multiple bending (mm)	See manufacturer's data sheet
	Pull forces (N)	See manufacturer's data sheet
	Permanent tensile forces (N)	See manufacturer's data sheet
	Maximum lateral forces (N/cm)	See manufacturer's data sheet
	Temperature range during installation (°C)	See manufacturer's data sheet

A.5.2.2 Installation and routing**A.5.2.3 Specific requirements for CPs**

Not applicable.

A.5.2.4 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

A.5.2.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.5.3 Connector installation**A.5.3.1 Common description****A.5.3.2 Shielded connectors****A.5.3.3 Unshielded connectors**

Not applicable.

A.5.3.4 Specific requirements for CPs

Addition:

a) Tools

To install the cable connector, it is recommended that the proper tools be used that match the cable and the connectors. An example toolkit is provided in Figure A.25.

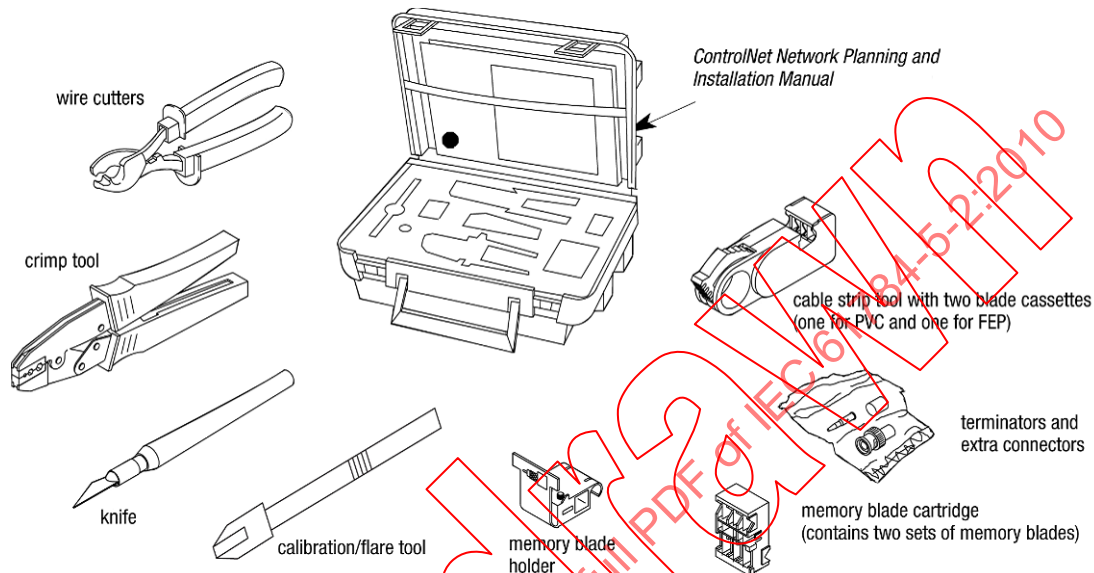


Figure A.25 – Example tool kit for installing BNC connectors

Additional tools:

- Heat gun (for IP67 sealed connectors)

If using a coaxial stripping tool, calibration is required.

b) Tool calibration

The following procedure shall be used to calibrate the cable strip tool to cut FEP or PVC cable.

- 1) Turn the three screws outward to back the blades out. This prevents the calibration tool from bottoming out.
- 2) Place the calibration tool into the cable strip tool with the narrow end installed and facing forward for FEP cable (use the wider end for PVC) as shown in Figure A.26.

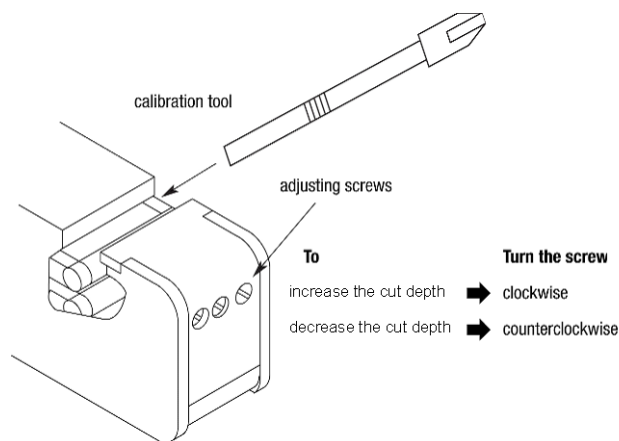


Figure A.26 – Calibration of coaxial stripper

- 3) Tighten the chamber gauge ring until the calibration tool is locked in place. Close all the way to the chamber gauge stop.

NOTE When aligned properly, the grooves of the calibration tool shall be aligned with the blades.

- 4) Adjust the three screws clockwise until the blades just contact the bottom of the calibration grooves
- 5) Retract the handle of the cable strip tool
- 6) Remove the calibration tools from the cable strip tool

When finished, the blade shall make a cut of the following dimensions in the cable as shown in Figure A.27.

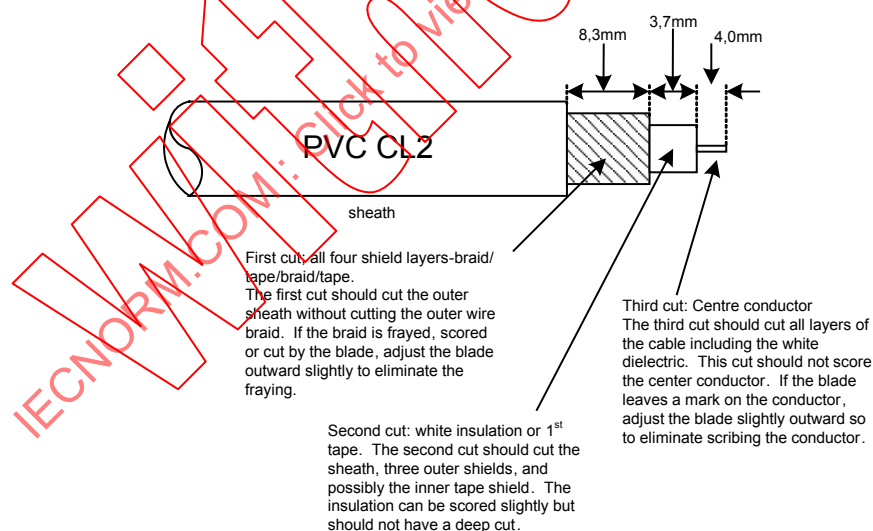


Figure A.27 – Coax PVC strip length detail

c) Stripping the cable

Important: The first and second cut adjustments need to be precise. Adjustments of 1/12 to 1/8 of a turn can make the difference between a correct and incorrect cut.

The calibration procedure shall be performed the first time the tool is used and every time the blade is changed. In addition, the calibration procedure shall be performed for each different coaxial cable that will be used.

Check the outer braid of cable for cut or scored braid wire after stripping the cable. If the braid is damaged, cut the damaged end off and strip the cable again. If needed, adjust the appropriate cutting blade by backing the set screw out 1/8 of a turn. Do not crimp the BNC to a damaged braid. This type of mistake accounts for the majority of the connectivity problems that occur. Precise, clean connections will reduce network errors.

When cutting cable sections, make them long enough to route from one tap to the next with sufficient length so that the bend radius is not less than:

- 77 mm for wiring external to enclosures;
- 38 mm for wiring inside enclosures.

Proceed as follows.

- 1) Verify that the proper memory blade holder installed for the type of cable to be stripped (PVC-CL2 or FEP-CL2P), see Figure A.28. The blades shall be recalibrated if the memory cartridge is replaced, see the calibration procedure above.

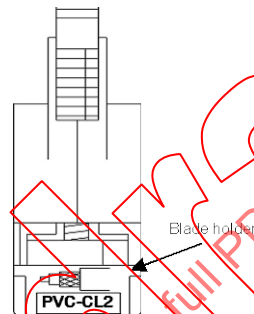


Figure A.28 – Memory cartridge and blade

- 2) Straighten out the end of the cable.
- 3) Insert the cable into the cable strip tool's cutting chamber so that approximately 26 mm (1 in.) of extra cable extends beyond the edge of the tool as shown in Figure A.29.

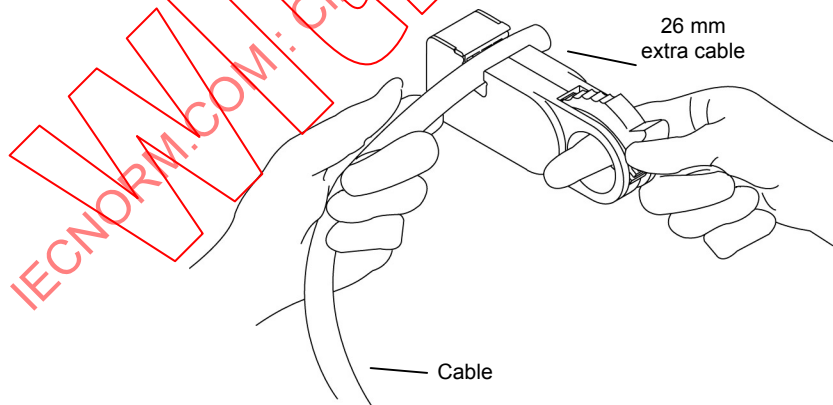


Figure A.29 – Cable position

- 4) Lock the cable into place by moving the chamber-gauge ring forward (see Figure A.30) until it meets the cable with slight resistance.

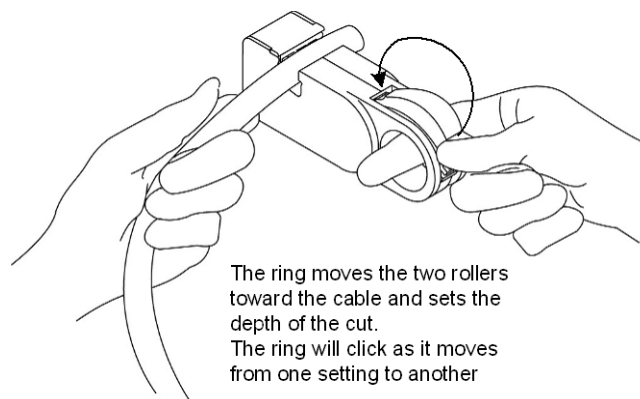


Figure A.30 – Locking the cable

- 5) Holding the cable in one hand, place the index finger of the other hand inside the chamber-gauge ring and turn the strip tool 360° around the cable. Turn four or five full rotations until the strip tool glides easily around the cable as indicated in Figure A.31.

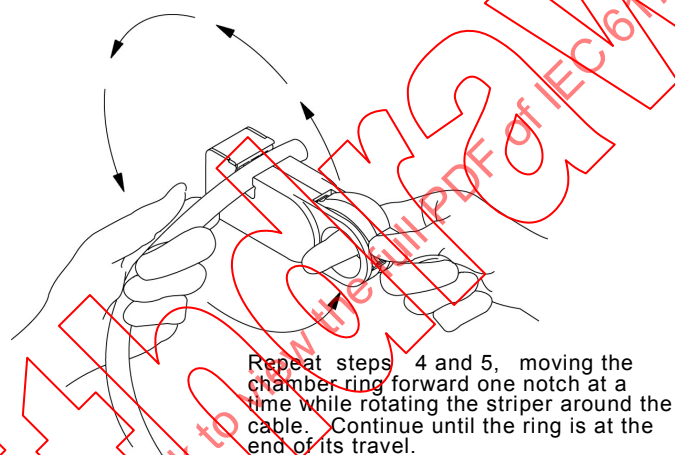


Figure A.31 – Stripping the cable

On the last repetition of steps 4 and 5, it is important to apply sufficient pressure on the chamber gauge ring to make sure the ring has reached the last stage. The chamber gauge should read “stop” for the last repetition.

- 6) After the chamber ring has been moved to the last position and turned the strip tool the final time:
- Move the chamber ring backward to release the strip tool and remove it from the cable.
 - If using IP65 and IP67 corrosion-resistant connectors, slide the heat shrink tubing over the cable.
 - Slip the crimp ferrule onto the cable as shown in Figure A.32. Push it back to the sheath area of the cable to keep it out of the way for the moment.

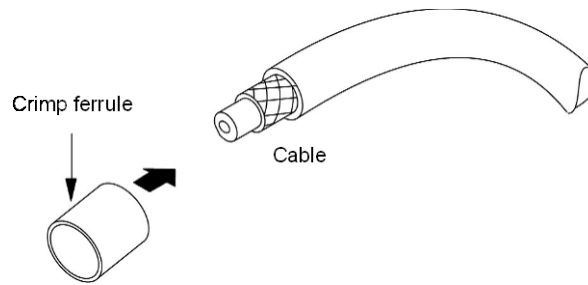


Figure A.32 – Install the crimp ferrule

iv) Strip away the appropriate portion of the cable without using the strip tool.

v) Clean the remaining cable parts from the strip chamber after each use.

This procedure should appropriately strip the cable, exposing these layers of the cable as detailed in Figure A.33.

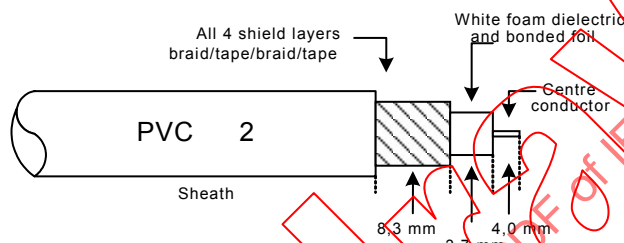


Figure A.33 – Cable preparation for PVC type cables

If there are not three distinct layers of cable or if the outer braid has been scored or cut, snip off the exposed end with the wire cutters and repeat the entire cable-stripping process. It is very important that the outer braid be intact before crimping the connector.

If stripping problems persist, the strip tool may need adjustment. See the calibration section for instructions on calibration.

7) For FEP cable cut off an additional 3 mm of the outer sheath with a knife as shown in Figure A.34.

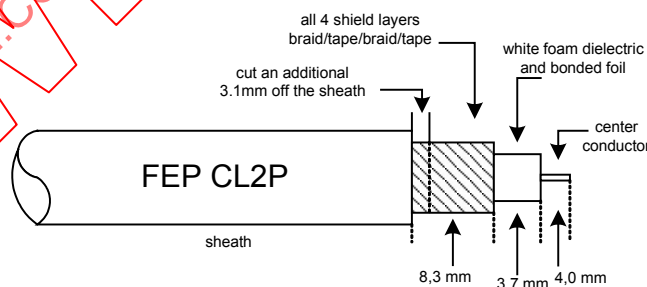


Figure A.34 – Cable preparation for FEP type cables

8) Confirm that the centre conductor is 4,0 mm long by using the strip guides on the tap body or an appropriate tool. Figure A.35 provides two examples of guides available.

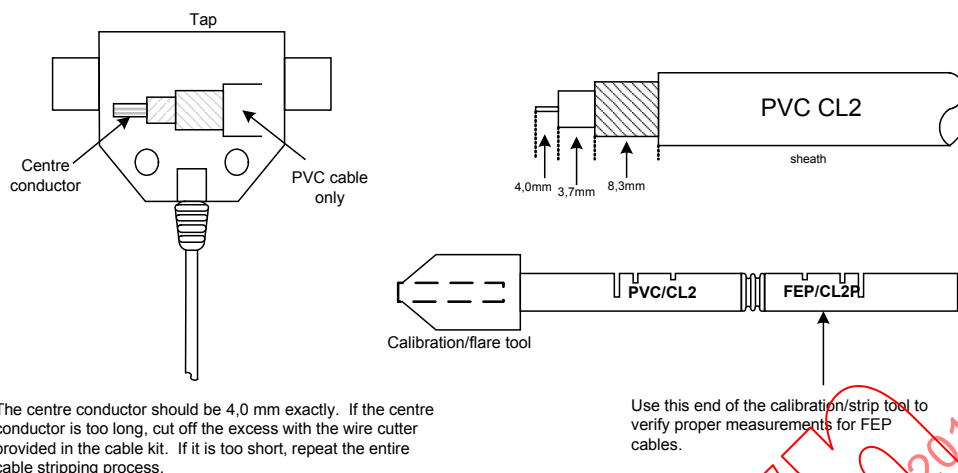


Figure A.35 – Strip guides

Check for any braid stranding that may not have been cut to the proper length. If any strand comes in contact with the centre conductor, it will short out the cable. Cut any shield strands to the proper length.

Important: Check the outer braid of cable for cut or scored braid wire after stripping the cable. If the braid is damaged, cut off the end and strip the cable again. Adjustment of the appropriate stripper blade by backing the set screw out 1/8 of a turn may be necessary. Do not crimp the connector to a damaged braid. This type of mistake accounts for most of the connectivity problems that can occur. Precise, clean connections will reduce network errors.

d) Installing the connectors

Proceed as follows.

- 1) Place the crimp ring over the cable if not already on the cable.
- 2) If installing an IP67 connector, slip the heat shrink tubing (provided by the connector manufacturer) on to the cable.
- 3) Push the flare tool onto the cable with a slight twisting motion (with sufficient inward pressure) to expand the braid as shown in Figure A.36 and Figure A.37.
- 4) Push the flare/calibration tool gently in working the tool in a circular motion onto the cable while applying forward pressure. This will work the tool underneath the wire braid.

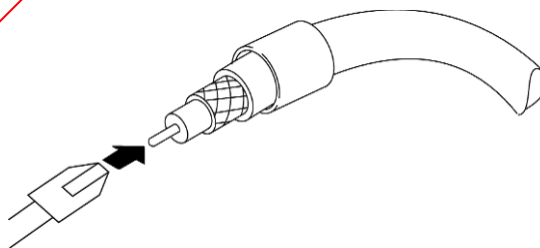


Figure A.36 – Using the flare tool

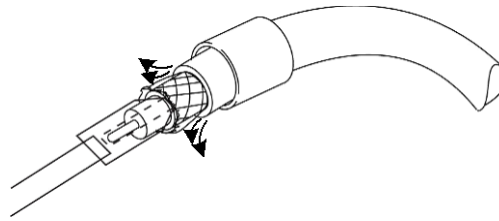


Figure A.37 – Expanding the shields

Figure A.38 shows the placement of the centre pin over the centre conductor.

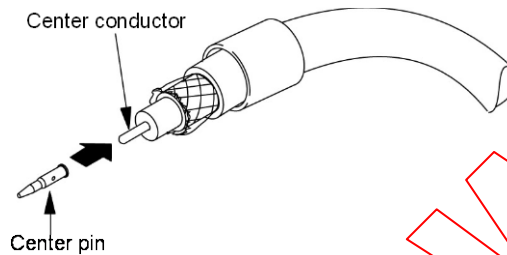


Figure A.38 – Install the centre pin

- 5) Check for strands of insulation or braid that are not cut properly. Remove any debris from the centre conductor before installing the centre pin.
- 6) Confirm that the centre pin slips onto the centre conductor completely. The back shoulder of the centre pin shall be up against the white dielectric. If it is not, recheck the centre wire length, trim if necessary.
- 7) With the centre pin in place, use the crimp tool to crimp the pin in place as shown in Figure A.39.

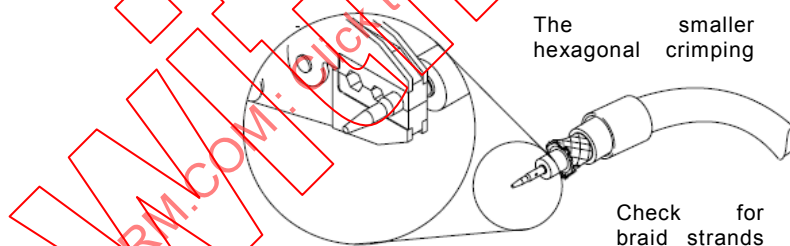


Figure A.39 – Crimping the centre pin

- 8) If the innermost shield is not bonded to the dielectric, then all four (foil, braid, foil, braid) shall remain on the outside of the connector body. If the innermost shield is bonded to the dielectric, it shall go inside the connector base. The outer three shields shall remain on the outside of the connector body. Slide the connector body onto the cable (see Figure A.40).

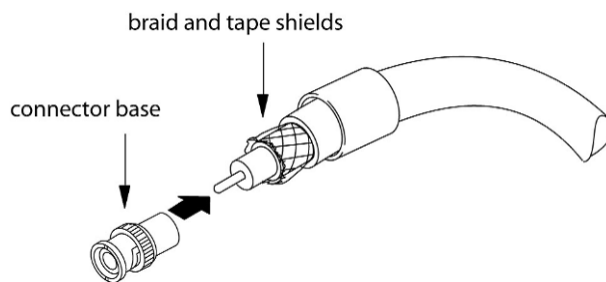


Figure A.40 – Installing the connector body

- 9) Slide the crimp ferrule over the three outer shields and connector base until it meets the shoulder of the connector as shown in Figure A.41.

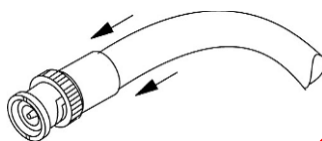


Figure A.41 – Installing the ferrule

- 10) Using the crimp tool in Figure A.42, crimp the ferrule. Position the crimp tool on the ferrule as close as possible to the connector base and ferrule meeting line. The larger hexagonal crimping notch is for crimping the ferrule which holds the connector to the cable. Squeeze the crimp tool handles until the crimp tool crimps the ferrule to the connector body and releases.

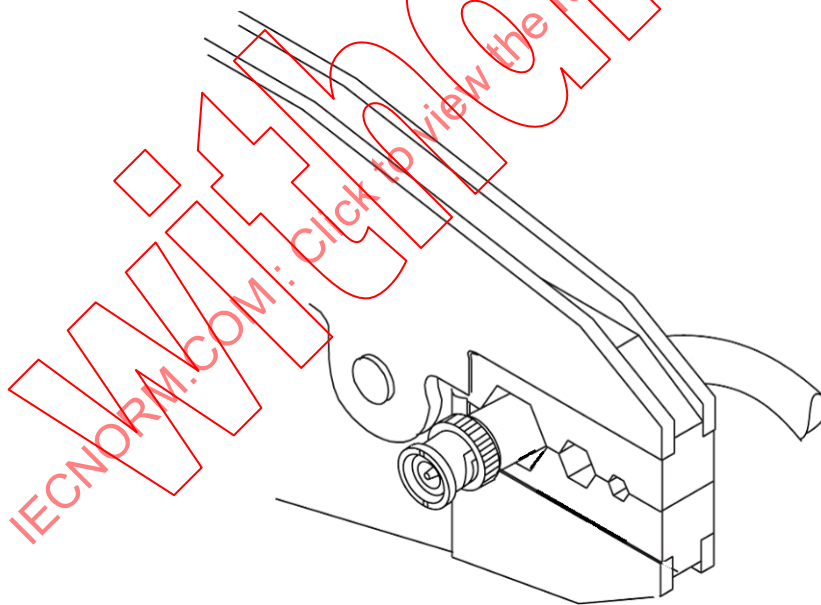


Figure A.42 – Crimp tool

Important: Many network problems are caused by improperly installed connectors. The connectors shall be tight-fitting on the end of all the cables. Pull the connector to verify that it is properly attached. If it is loose or comes off, cut off the end of the cable and install a new connector. The connector retention should be a minimum of 270 N if properly installed.

- 11) If installing IP67-rated connectors:

Use only the ACUM heat-shrink tubing provided in the IP67 Tap and Cable Kit. Do not substitute other types of heat-shrink tubing. Substitutions may cause a loss of the IP67 rating.

Warning: Be careful when using heat guns. High temperatures can lead to burns, risk of fire, or other property damage.

12) Follow these guidelines when heating the tubing (see Figure A.43):

- i) Place the tubing against the shoulder of the TNC connector.
- ii) Allow the heat gun to come to a temperature of between 110 °C and 160 °C.
- iii) Hold the cable assembly approximately 50 mm away from the heat exhaust area of the heat gun while shrinking the tubing.
- iv) Continuously rotate the cable assembly around the heat exhaust area of the heat gun. The entire process should take about 4 minutes.
- v) Inspect the heat-shrink tubing to ensure that there are no voids where the glue has incompletely melted. Voids could cause a loss of the IP67 rating.
- vi) Test the connection.
- vii) Test the final cable.

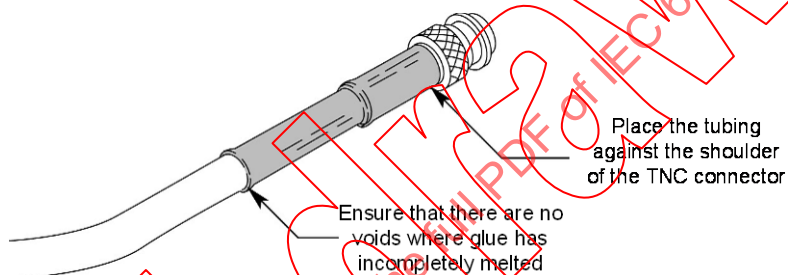


Figure A.43 – Sealed IP67 cable

A.5.3.5 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

A.5.3.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.5.4 Terminator installation

A.5.4.1 Common description

A.5.4.2 Specific requirements for CPs

Addition:

Each end or each cable segment shall be terminated with a coaxial BNC or TNC terminator. The location of the terminator shall be at the outermost port of the passive tap as shown in Figure A.44. For more details see the planner's documentation and Clause 4.

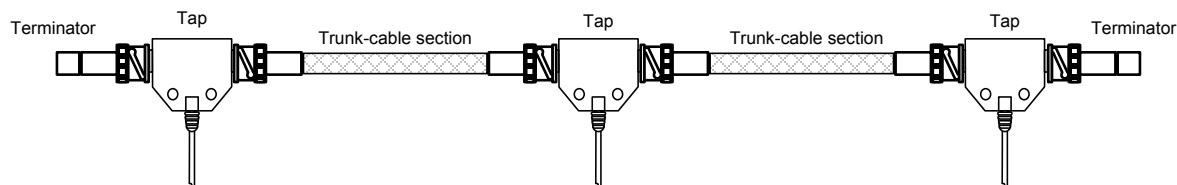


Figure A.44 – Terminator placement

A.5.5 Device installation

A.5.5.1 Common description

A.5.5.2 Specific requirements for CPs

Addition:

The drop cable on the tap shall not be extended or shortened under any circumstances.

Selecting where to mount the taps:

- there is no spacing requirement between taps; install two adjacent taps by using a barrel connector;
- be certain that the location where the tap is to be mounted is convenient for the cable route;
- be certain that the location where the tap is to be mounted does not cause any cable bend radii to exceed the limits listed in this clause;
- do not mount the tap in a position that routes the drop cable over any a.c. power terminals on nearby modules.

Do not allow any metal portions of the tap, such as the universal mounting bracket screws or connectors, to contact any conductive material. This contact could introduce noise on the network.

Mount the ControlNet taps (Y-tap and T-tap) options:

- to a universal mounting bracket, and then mount the tap and bracket as an assembly;
- through the body holes in the tap using:
 - screws and flat washers,
 - a tie wrap.

If mounting the ControlNet taps to the universal mounting bracket as shown in Figure A.45, follow the steps below:

- 1) Align the universal mounting bracket with the mounting holes on the tap.
- 2) Using the screws provided with the tap, attach the tap to the universal mounting bracket.

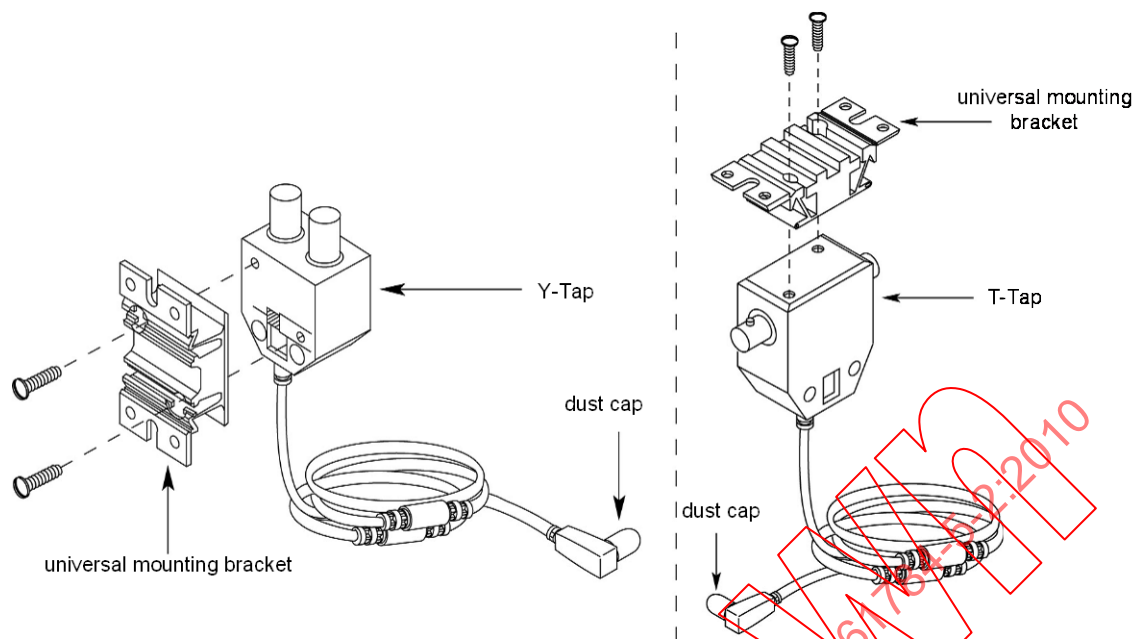


Figure A.45 – Mounting the taps

3) Figure A.46 shows how to mount the tap and bracket assembly to a DIN rail or flat surface.

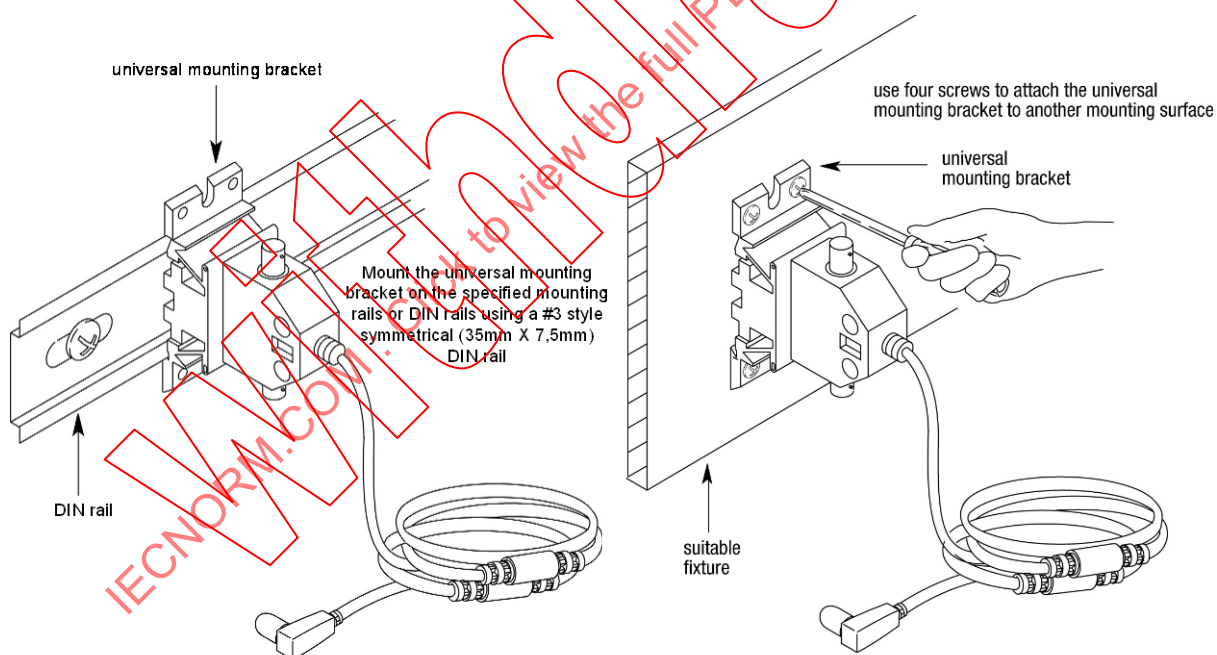


Figure A.46 – Mounting the tap assembly using the universal mounting bracket

Figure A.47 shows two alternate mounting methods using the mounting holes provided in the ControlNet tap body.

Mount the taps to a suitable fixture using tie wraps or screws as shown in Figure A.47.

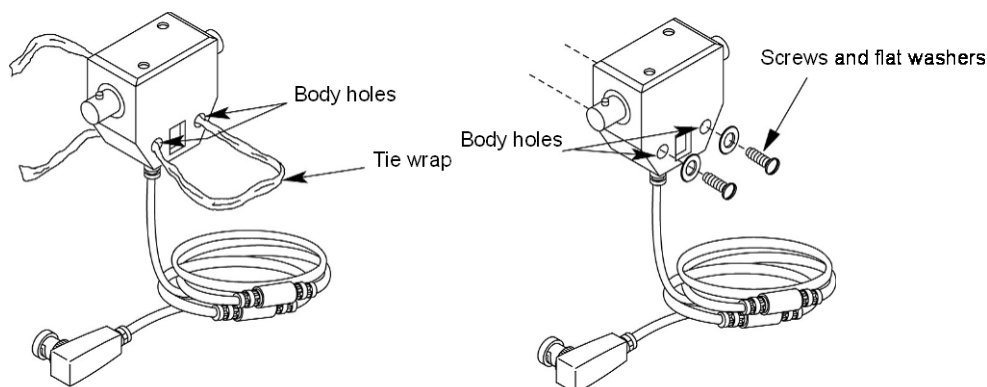


Figure A.47 – Mounting the tap using tie wraps or screws

Do not over-tighten the screws. Over tightening the screws can damage the tap.

A.5.6 Coding and labelling

A.5.6.1 Common description

A.5.6.2 Specific requirements for CPs

Addition:

ControlNet products are labelled in accordance with the icons in Figure A.48 with shaded icon representing redundant media.



Figure A.48 – Redundant network icons

A.5.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shield cabling

A.5.7.1 Common description

A.5.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways

A.5.7.3 Earthing methods

A.5.7.3.1 Equipotential mesh

Addition:

The earthing method shall be in accordance with the planner's documentation. If there is an earth potential offset in the communication coverage area, equalization conductors shall be installed to mitigate the offset. The cross sectional area of these conductors shall be accordance with IEC 61918:2010, 4.4.7.2.1.

A.5.7.3.2 Star

Addition:

In addition to the requirements of A.4.4.7.3.2, the following shall be observed.

Shields for the communications equipment shall be referenced only to the signal earth (functional earth), and no equipment such as motors or motor controllers shall be referenced to the functional earth. The star earth of the two systems (functional earth and protective

earth) shall converge at one point within the building as shown in IEC 61918:2010, Figure 16. Earthing connections for the cabinets shall not be daisy chained.

A.5.7.3.3 Earthing for equipment (devices)

Addition:

Equipment shall be earthed in accordance with the manufacturer's installation instructions and the planner's documentation.

A.5.7.4 Shield earthing methods

A.5.7.4.1 General

A.5.7.4.2 Parallel RC

Addition:

Shields are terminated to earth via a parallel RC circuits that is integral to the active devices. It is not necessary to provide a parallel RC circuits for the shields as these are an integral part of each active interface. The coaxial cables are not connected directly to earth at any point in the system; doing so may cause earth loops in the network causing communications faults. The installer shall completed the installation in such a way that the shield resistance to earth is greater than 2 MΩ when the active devices are disconnected using a suitable DVM. For each active device connected the shield resistance to earth shall follow the following formula.

$$\text{Shield_to_earth} = 1 \text{ M}\Omega / \text{number_of_nodes}$$

Since the repeaters are also required to have a 1 MΩ resistor to earth, they are also included in the number of nodes.

A.5.7.4.3 Direct

Not applicable.

A.5.7.4.4 Derivatives of direct and parallel RC

Not applicable.

A.5.7.5 Specific requirements for CPs

Not applicable.

A.5.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.5.8 As-implemented cabling documentation

A.6 Installation verification and installation acceptance test

A.6.1 Introduction

A.6.2 Installation verification

A.6.2.1 General

A.6.2.2 Verification according to cabling planning documentation

A.6.2.3 Verification of earthing and bonding

A.6.2.4 Verification of shield earthing

Addition:

The ControlNet cabling system uses a parallel RC between earth and the shield. The installer shall verify that the shield resistance to earth is greater than 2 MΩ when the active devices are disconnected using a suitable DVM. For each active device connected the shield resistance to earth shall follow the following formula:

$$\text{Shield_to_earth} = 1 \text{ M}\Omega / \text{number_of_nodes}$$

Since the repeaters are also required to have a 1 MΩ resistor to earth, they are also included in the number of nodes.

A.6.2.5 Verification of cabling system

A.6.2.5.1 Verification of cable routing

A.6.2.5.2 Verification of cable protection and proper strain relief

A.6.2.6 Cable selection verification

A.6.2.6.1 Common description

A.6.2.6.2 Specific requirements for CPs

Addition:

The installer shall use cables defined in the installation documentation.

A.6.2.6.3 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

A.6.2.7 Connector verification

A.6.2.7.1 Common description

A.6.2.7.2 Specific requirements for CPs

Addition:

The Coaxial Cabling Test tool shall be fitted with a BNC/TNC interface and capable of determining:

- cabling faults (open and shorts);
- distance to cable fault;

- presence of proper terminator;
- segment and or section length.

After installing the BNC or TNC connector use a suitable coaxial cable tester or a DVM or suitable network test tool as shown in Figure A.49 to confirm proper continuity.

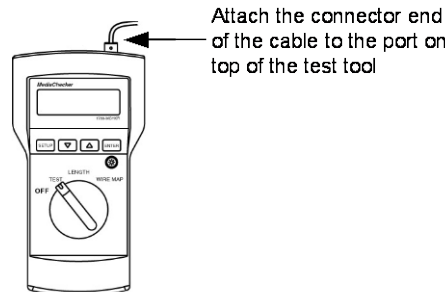


Figure A.49 – Network test tool

An alternate method is to use an ohm-meter or continuity tester to test for a short between the connector body and centre pin.

Use a shorting clips as shown Figure A.50 to connect a temporary short between the centre pin and connector body at one end of the cable.

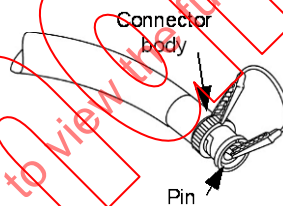


Figure A.50 – Shorting the cable to test for continuity

At the other end of the cable use a continuity tester or ohm-meter to test for electrical continuity. Use Table A.16 to determine the course of action to be taken depending on test results.

Table A.16 – Test matrix for BNC/TNC connectors

If resistance reading indicates:		Then:
Far end shorted with jumper	that a short exists	Remove jumper and test open
	there is no short	Use a set of wire cutters to cut off the connector, install a new connector and begin testing again
Far end open	that a short exists	Use a set of wire cutters to cut off the connector, install a new connector and begin testing again
	there is no short	Continue to next section

Replace the trunk cable section if problem persist with the cable after completing the tests.

Each cable section shall be fitted with a BNC or TNC plug. Inline cable jacks are not supported. Sections may be extended using a back to back jack (bulkhead or inline bullet).

Properly installed BNC/TNC connectors (crimp style) shall have a retention force of no less than 270 N. If the connector pulls off less than 270 N, it is either improperly installed or incorrect match between the cable, connector and crimp tool.

The following may help in determining the problem:

- confirm that the cable and connector are mechanically compatible;
- confirm that the strip lengths meet the connector manufacturer data sheet;
- check the connector manufacturer data sheet for crimp tool recommendations;
- verify the crimp dies are within specification (not worn out), if the crimp force is too high the braid will be damaged. A crimp force that is too high or too low will reduce the retention of the connector.

A.6.2.7.3 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

A.6.2.8 Connection verification

A.6.2.8.1 Common description

A.6.2.8.2 Number of connections and connectors

A.6.2.8.3 Wire mapping

Not applicable.

A.6.2.9 Terminators verification

A.6.2.9.1 Common description

A.6.2.9.2 Specific requirements for CPs

Addition:

With an DVM or suitable coaxial cable tester, verify that the terminator is properly installed. If a DVM is used, the DCR of the cable will need to be taken into account. If both terminators are installed in a segment, the DCR measurement shall be no less than 37,5 Ω .

A.6.2.10 Coding and labelling verification

A.6.2.11 Verification report

A.6.3 Installation acceptance test

A.6.3.1 General

Addition:

Following are other tools that may be useful in the verification and certification of the network:

- suitable coaxial cable test tool or Time Domain Reflectometer (TDR);
- suitable fibre optic Optical Time Domain Reflectometer (OTDR).

A.6.3.2 Acceptance test of Ethernet based cabling

Not applicable.

A.6.3.3 Acceptance test of non Ethernet based cabling

A.6.3.3.1 Copper cabling for non Ethernet based CPs

A.6.3.3.1.1 Common description

A.6.3.3.1.2 Specific requirements for copper cabling for non Ethernet based CPs

Addition:

The segment length shall be measured and confirmed to be within the length limit specified in Figure A.10 and the planner's documentation.

The cable attenuation shall be verified to meet the requirements in Clause A.4.

A.6.3.3.2 Optical fibre cabling for non Ethernet based CPs

A.6.3.3.2.1 Common description

A.6.3.3.2.2 Specific requirements for non Ethernet based CPs

Addition:

The segment length shall be measured and confirmed to be within the design guidelines in Clause A.4.

The fibre path loss shall be verified to be within the allowable power budget as defined in Clause A.4. If the path loss is greater than allowed and the fibre length is within the path loss, then the connector attenuation may be too great and may necessitate re-termination or additional polishing.

After the initial installation of fibre cable, the sections shall be checked using an optical power meter to verify that the attenuation is less than 13,3 dB (see Table A.3). The power source used to test the fibre shall match the power source rating of the cable being tested.

The power loss measurement shall be within the limits described in Table A.2, Table A.3 and Table A.7 for the types of fibres used as shown in Table A.17. The cable shall not be tested with the wrong light source, inaccurate readings will result. The power budgets are specified at the wavelengths of the light source.

Using a reference light source at the specific wavelength and an optical power meter, as shown in Figure A.51, the insertion loss of the fibre optic segment can be determined.

A ControlNet software configuration tool should be used to determine whether or not the system meets the network parameter requirements. Based on the system parameters entered, such as, NUT, SMAX, UMAX, and worst case network delay, The ControlNet software configuration tool will calculate scheduled messaging for the network.

Once the values have been entered into the ControlNet software configuration tool and scheduled messaging is calculated, the software will indicate whether the configured network is acceptable as planned. If the network is not valid, adjustments shall be made to meet the planned requirements.

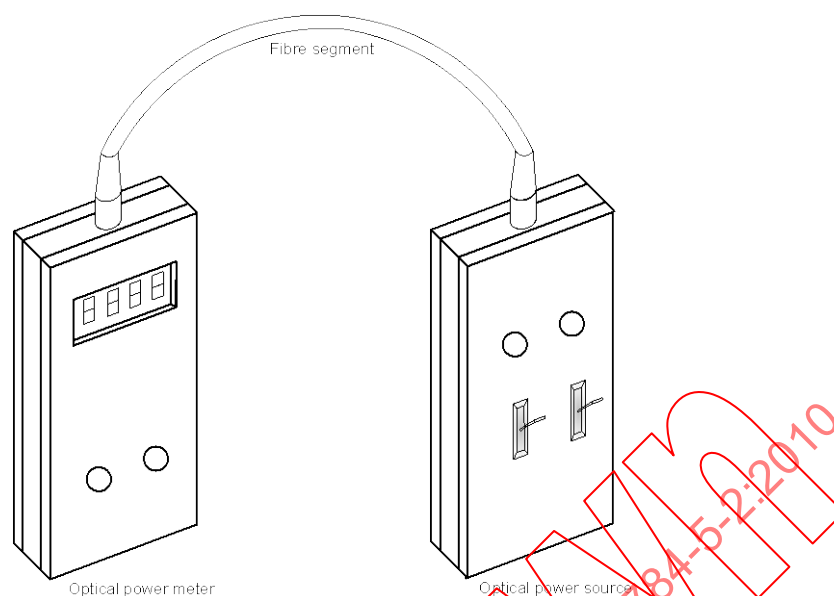


Figure A.51 – Testing fibre segments

Table A.17 – Wave length and fibre types

Wave length nm	Fibre type
640	200/230 μm Graded Index MM
1 300	62,5/125 μm MM
1 300	62,5/125 μm MM
1 300	62,5/125 μm and 9/125 μm SM

A.6.3.3.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

A.6.3.4 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

A.6.3.5 Acceptance test report

A.7 Installation administration

Subclause 7.8 is not applicable.

A.8 Installation maintenance and installation troubleshooting

A.8.1 General

A.8.2 Maintenance

A.8.3 Troubleshooting

Subclause 8.3.2 has addition:

If testing a single-mode or multimode cable with a 640 nm light source, an incorrect loss measurement will result. The correct wavelength light source shall be used to test the fibre. For medium, long and extra long fibre module, a 1 300 nm light source that matches the cable rating shall be used. Records should always be maintained for attenuation levels for each cable section strand. The attenuation records are valuable tools for troubleshooting and maintaining the network. Considerable power loss in the cable could be a result of:

- poor splices;
- improper bend radius;
- bending losses;
- broken fibres;
- poor connections;
- contaminated or damaged connectors;
- poorly polished connector.

a) OTDR measurement

In addition to power loss measurement, the total fibre network should be examined using an OTDR. The OTDR emits light into a strand of fibre optic cable and displays the reflected light. OTDR tests provide the following measurements that will help to troubleshoot and maintain the network:

- total distance along the cable to a fibre break;
- distance to an event (splice, bend, connector) that attenuates the light;
- distance between two attenuating events;
- light attenuation between two points of the cable;
- total reflected light or light reflected from a single event.

Records should be kept of the traces for each cable strand on either hard copy or computer backup. Figure A.52 shows an example of a connector panel with incoming multi-fibre backbone cable and connectors for interconnect cables.

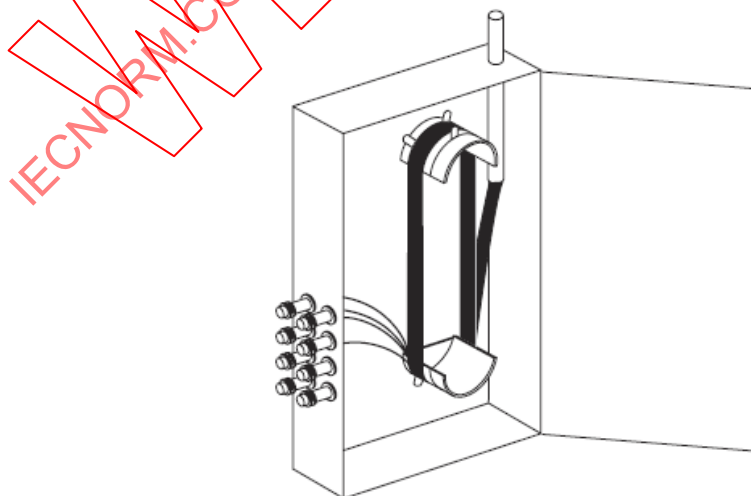


Figure A.52 – Multi-fibre backbone cable housing

There are many choices of fibre optic cables designed for use in different environments. The applications designer or an installation professional should be consulted to determine the best type of cable to use for the environmental conditions.

b) Troubleshooting fibre repeaters

See Figure A.53 for the following discussion. The fibre repeater has one LED for the coax connection and one for the accumulate indications of the fibre channels.

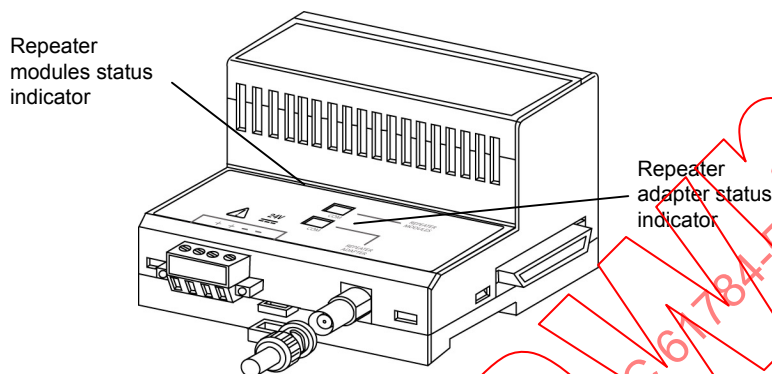


Figure A.53 – Repeater adapter module

The status indicator LEDs in the repeater adapter module can be interpreted singly or together. Table A.18 to Table A.21 list different combinations of LEDs and their interpretations.

Table A.18 – LED status table

These status indicator LEDs and their interpretation	Are shown in
Repeater adapter and repeater modules	Table A.19
Repeater adapter only	Table A.20
Repeater modules only	Table A.21

The following are the only valid indicator combinations. Other combinations are not valid. For example, the combination of the repeater adapter indicator being solid green and the repeater modules indicator being solid red is not valid and probably indicates a defective module.

Table A.19 – Repeater adapter and module diagnostic

If both indicators are	This means	Resolution
Alternating red/green	The repeater adapter is being powered up or reset	Do nothing. The repeater adapter is operating properly
Solid red	A jabber condition has occurred. Another node or repeater on the network is transmitting constantly	Check the network and component for proper operation
Off	The repeater adapter is not powered or has failed	Check the power input to the repeater adapter for correct voltage and polarity

Table A.20 – Repeater adapter indicator diagnostic

If the repeater adapter indicator is	This means	Resolution
Solid green	Error-free data is being recovered at the coax port of the repeater adapter	Do nothing. This is the normal operating mode
Flashing green/off	Data with errors is occasionally being recovered at the coax port of the repeater adapter	This situation will normally correct itself. If the situation persists check that: – all BNC connector pins are seated properly – all taps are ControlNet taps – all terminators are 75 Ω and are installed at both ends of all segments – the coax cable has not been earthed
Flashing red/off	Either no data is being received at the coax port of the repeater adapter, or data with a large number of errors is being received at the coax port of the repeater adapter	Check for: – broken cables – broken taps – missing segment terminators

Table A.21 – Repeater module indicator

If the repeater adapter indicator is	This means	Resolution
Solid green	Error-free data is being recovered at all of the attached repeater modules	Do nothing. This is the normal operating mode
Flashing green/off	Data with errors is occasionally being recovered at some or all of the repeater modules	This situation will normally correct itself. If the situation persists check that: – all BNC connector pins are seated properly – all taps are ControlNet Taps – all terminators are 75 Ω and are installed at both ends of all segments – the coax cable has not been earthed – fibre optic connectors are of the correct type and are correctly attached to the fibre optic cable – fibre optic cable is of the correct type
Flashing red/off	Either no data is being received at any repeater modules, or the received data at some or all of the repeater modules has a high number of errors	Check for: – broken cables – broken taps – missing segment terminators

c) Short distance and medium distance diagnostic LEDs

See Figure A.54 and Table A.22 for the diagnostic LED description.

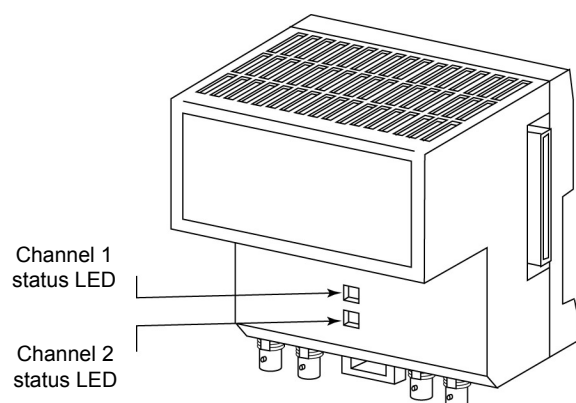


Figure A.54 – Short and medium distance fibre module LEDs

Table A.22 – Short and medium distance troubleshooting chart

If the repeater module indicator is	This means	Resolution
Off	Repeater not connected to the power supply or adapter module is faulted	Check power supply connections and status. Reset adapter by cycling power.
Green	Repeater is running without network errors	Do nothing
Flashing green/off	No data activity on network.	If the cable is attached: – confirm that the receive channel is connected to the transmit channel on both modules – check for broken fibres

d) Long and extra long distance diagnostic LEDs

See Figure A.55 and Table A.23 for the diagnostic LED description.

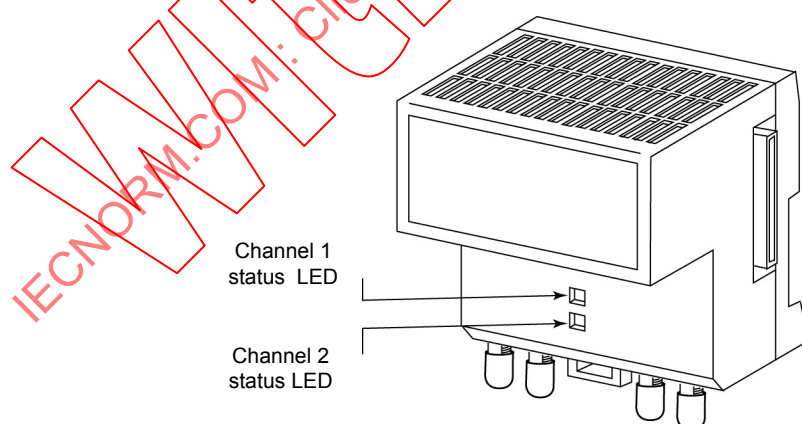


Figure A.55 – Long and extra long repeater module LEDs

Table A.23 – Long and extra long troubleshooting chart

If the repeater module indicator is	This means	Resolution
Off	Repeater not connected to the power supply or adapter module is faulted	Reset module
Green	Repeater is running without network errors	No action required
Flashing green/off	No data activity on network. If the cable is attached:	– confirm that the receive channel is connected to the transmit channel on both modules – check for broken fibres
Flashing red/off	Module is powered, but not ready for operation.	This state should also occur during module reset and last for approximately 5 s
Intermittent red	As more data error are detected the frequency of the flashing red increases until a solid red displays	Verify network parameters. Verify the network cabling
Red	Excessive receive signal distortion	– confirm that the correct fibre type matches the module. – check fibre length and attenuation to ensure that it is within specification. – replace the downstream fibre repeater module on the channel having the intermittently flashing red LED. – confirm that the total network length is not out of specification (see Clause A.4) – confirm that SMAX is correctly defined in the ControlNet software configuration tool

A.8.4 Troubleshooting

Not applicable.

Annex B (normative)

CP 2/2 (EtherNet/IP™) specific installation profile

B.1 Installation profile scope

Addition:

This standard specifies the installation profile for Communication Profile CP 2/2 (EtherNet/IP). The CP 2/2 is specified in IEC 61784-1 and IEC 61784-2. This profile is based on standard implementations of ISO/IEC8802-3 TP-PMDs and FO-PMD such as 100BASE-FX.

B.2 Normative references

Addition:

IEC 60603-7-3, *Connectors for electronic equipment – Part 7-3: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 100 MHz*

IEC 61156-5, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 5: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 600 MHz – Horizontal floor wiring – Sectional specification*

ANSI/TIA/EIA 568-B.1: *Commercial building telecommunications cabling standards – Part 1: General requirements*

B.3 Installation profile terms, definitions, and abbreviated terms

B.3.1 Terms and definitions

B.3.2 Abbreviated terms

Addition:

FO-PMD	Fibre optic – Physical layer medium dependent
LLCR	Low level contact resistance
RF	Radio frequency
ST	Optical fibre connector in accordance with IEC 61754-2
T568A / T568B	Wiring conventions (see ANSI/TIA/EIA 568-B.1)
TN-S	Terminal node – Separate earth
TP-PMD	Twisted pair – Physical layer medium dependent

B.3.3 Conventions for installation profiles

Not applicable.

B.4 Installation planning

B.4.1 Introduction

B.4.1.1 Objective

B.4.1.2 Cabling in industrial premises

Addition:

CP 2/2 is designed to be deployed within the automation island and between automation islands as detailed in IEC 61918:2010, 4.1.2, Figure 5. CP 2/2 may be directly connected to a generic cabling system with the appropriate firewall protection and the AO as shown in 0. In this case, the AO is the demarcation point between the generic cabling and EtherNet/IP. The AO shall be the AO defined in this profile. For further requirements, see B.4.4.2.2.

The interconnection of CP 2/2 with CP 2/1 and CP 2/3 can be accomplished through converter/adaptor (linking device) as shown in Figure B.1. Direct physical connection from the TO to the AO is possible, this CP 2/2 supports Variant 1 of IEC 61076-3-106.

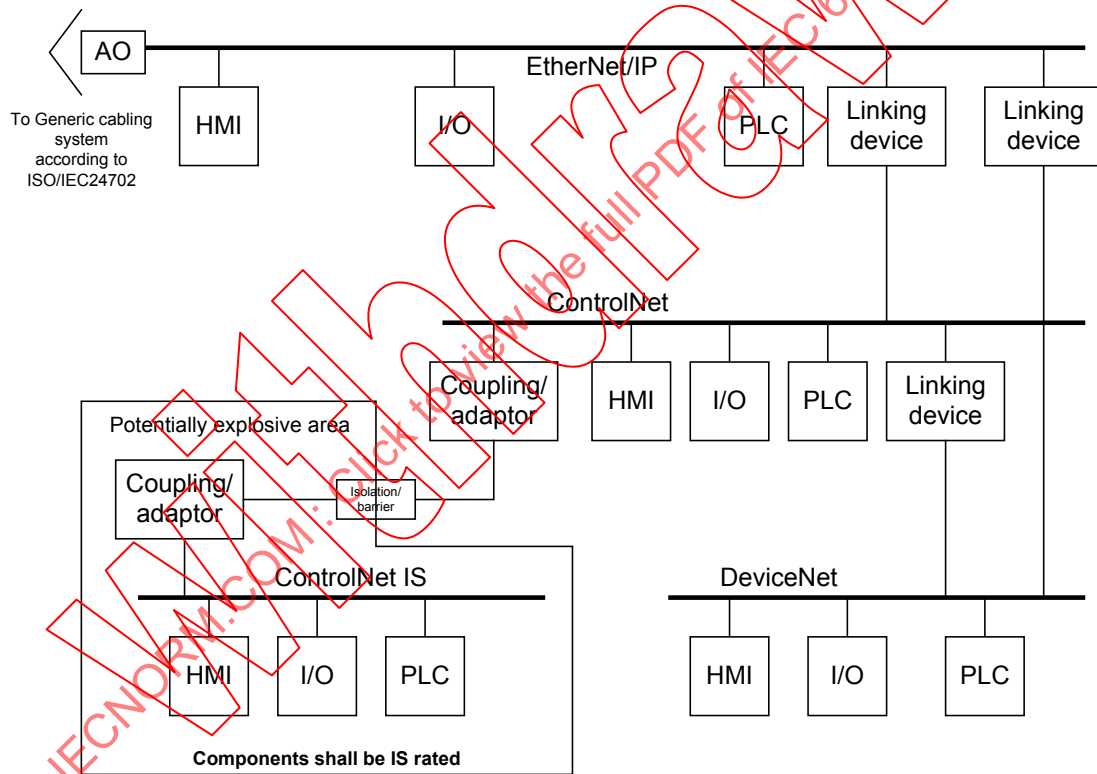


Figure B.1 – Interconnection of CPF 2 networks

B.4.2 Planning requirements**B.4.2.1 Safety****B.4.2.1.1 General****B.4.2.1.2 Electrical safety****B.4.2.1.3 Functional safety****B.4.2.1.4 Intrinsic safety**

Not applicable.

B.4.2.1.5 Safety of optical fibre communication systems (OFCS)**B.4.2.2 Security**

Addition:

The control network shall be isolated from the office environment and the Internet. The designer shall provide appropriate security through the use of gateways, firewalls, routers and/or appropriate security software.

Careful consideration shall be given to the placement of access ports to prevent unauthorized connection of devices into control networks. Cabinets housing control networks shall not be accessible to unauthorized personnel. Cabling components shall be protected from damage by machinery or tampering.

B.4.2.3 Environmental considerations and EMC**B.4.2.3.1 Description methodology****B.4.2.3.2 Use of the described environment to produce a bill of material****B.4.2.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702**

Not applicable.

B.4.3 Network capabilities**B.4.3.1 Network topology****B.4.3.1.1 Common description****B.4.3.1.2 Basic physical topologies for passive networks**

Not applicable.

B.4.3.1.3 Basic physical topologies for active networks**B.4.3.1.4 Combination of basic topologies**

Not applicable.

B.4.3.1.5 Specific requirements for CPs

Addition:

EtherNet/IP supports point to point connections as shown in Figure B.2 through a crossover cable. The crossover cable shall meet the wiring scheme detailed in IEC 61918:2010, Annex H.



Figure B.2 – Peer to peer connections

B.4.3.2 Network characteristics

B.4.3.2.1 General

B.4.3.2.2 Network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet

Not applicable.

B.4.3.2.3 Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet

Modification:

Table B.1 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 2.

Table B.1 describes the minimum basic network characteristics for EtherNet/IP networks.

Table B.1 – Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet

Characteristic	CP 2/2
Supported data rates (Mbit/s)	10/100 and 1 Gbit/s
Supported channel length (m)	100 maximum (see channel and link length and limits below)
Number of connections in the channel (max.)	6 ^a
Patch cord length (m)	See IEC 61918:2010, Clause 4 and ISO/IEC 24702
Channel class per ISO/IEC 11801:2002 and ISO/IEC 24702 (min.)	Class D
Cable category ISO/IEC 11801:2002 and ISO/IEC 24702 (min.)	5
Connecting HW category per IEC 11801:2002 and ISO/IEC 24702 (min.)	5
Cable types	As needed for application
^a Category 5E channel requires Category 6A connectors with Category 5E cabling when there are more than 4 connections in a channel.	

B.4.3.2.4 Network characteristics for optical fibre cabling

Replacement:

The fibre cables supported by EtherNet/IP are specified in Table B.2, Table B.3, and Table B.4.

Table B.2 – Network characteristics for optical fibre cabling

Characteristic	CP 2/2		
Optical fibre type Min. modal bandwidth	Minimum length m	Maximum length km	Λ nm
9 μm /125 μm	0	10 minimum	1 310 1 550
50 μm /125 μm	0	2 minimum	850 1 300
62,5 μm /125 μm	0	2 minimum	850 1 300
0,980/1 mm POF step index 10 MHz $\times$ 100 m	0	55 ^a	650
200 μm /230 μm step index hard clad silica 17 MHz $\times$ km	For further study	For further study	650
^a Dependant on the number of bends			

Table B.3 – Fibre lengths for 1 mm POF A4a.2 POF 0.5 NA

Maximum link length with additional losses due to bend radius and number of connections			Number of connections (Note 2)		
Number of bends / Loss	Worst case losses dB		0	1	2
			0 dB	3 dB	6 dB
	Number of bends	Maximum losses due to bend radius (Note 3) dB	Maximum length (Note 1) m		
	0	0,00	55	43	32
	1	0,87	52	40	29
2		0,96	51	40	28
3		1,03	51	40	28
4		1,06	51	39	28
5		1,09	51	39	28
NOTES 1, 2 and 3 are given at the end of this subclause.					

Table B.4 – Fibre lengths for 1 mm POF A4d POF 0.3 NA

Maximum link length with additional losses due to bend radius and number of connections			Number of connections (Note 2)		
Number of bends / Loss	Worst case losses		0	1	2
	dB		0 dB	3 dB	6 dB
	Number of bends	Maximum losses due to bend radius (Note 3)	Maximum length (Note 1)		
		dB	m		
	0	0,00	65	53	41
	1	0,87	63	51	39
	2	0,96	62	50	38
	3	1,03	62	50	38
	4	1,06	62	50	38
	5	1,09	62	50	38

NOTES 1, 2 and 3 are given at the end of this subclause.

NOTE 1 Fibre loss

Fibre base loss includes environmental influences mainly from absorption of water (which is reversible), and the Launch NA of the source.

NOTE 2 Connections

Bulkhead coupling loss is included in minimum launch power of the transmitter and worse case receiver sensitivity. Worst case fibre to fibre loss by a connector is assumed to be 3,0 dB. Two mated connectors coupled with an adapter make a connection see Figure B.3.



Figure B.3 – Mated connections

NOTE 3 Bending loss

Bend loss is measured for the fibre with maximum link length. The bending losses at 25 mm radius given in Table B.3 and Table B.4 are used as typical value, 1 bend = 360°. If a bend radius is greater than 180 mm, it is considered straight with no loss. Other bend radiuses are allowable. Manufacturer's data sheet should be consulted for bending losses.

B.4.3.2.5 Specific network characteristics

Not applicable.

B.4.3.2.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

B.4.4 Selection and use of cabling components

B.4.4.1 Cable selection

B.4.4.1.1 Common description**B.4.4.1.2 Copper cables****B.4.4.1.2.1 Balanced cables for Ethernet based CPs**

Replacement for Table 4 and Table 5:

Table B.5 to Table B.9 provide values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 4 and Table 5.

Table B.5 – Information relevant to copper cable: fixed cables

Characteristic	CP 2/2
Nominal impedance of cable (tolerance)	95 Ω to 110 Ω from 1 MHz to 4 MHz 95 Ω to 107 Ω from 4 MHz to 100 MHz
Return loss (dB)	1 MHz to 10 MHz: $20 + 6 \times \log_{10}(f)$ 10 MHz to 20 MHz: 26 20 MHz to 100 MHz: $26 - 5 \times \log_{10}(f/20)$
NEXT	$NEXT(f) \geq 64 - 15 \times \log_{10}(f)$
Balanced or unbalanced	Balanced
DCR of conductors	Compliant to ISO/IEC 11801
DCR of shield	Compliant to ISO/IEC 11801
Number of conductors	4 ^a and 8 ^a
Shielding	User defined
Colour code for conductor	Compliant to Table B.10 and Table B.11
Jacket colour requirements	User defined
Jacket material	User and application defined
Resistance to harsh environment (e.g., UV, oil resist, LS0H)	User and application defined
Agency ratings	According to local regulations
^a In pairs, star quad cable designs are not allowed.	

Table B.6 – Information relevant to copper cable: cords

Characteristic	CP 2/2
Nominal impedance of cable (tolerance)	95 Ω to 110 Ω from 1 MHz to 4 MHz 95 Ω to 107 Ω from 4 MHz to 100 MHz
Return loss (dB)	1 MHz to 10 MHz: $20 + 6 \times \log_{10}(f)$ 10 MHz to 20 MHz: 26 20 MHz to 100 MHz: $26 - 5 \times \log_{10}(f/20)$
NEXT	$NEXT(f) \geq 64 - 15 \times \log_{10}(f)$
Balanced or unbalanced	Balanced
DCR of conductors	Compliant to ISO/IEC 11801
DCR of shield	Compliant to ISO/IEC 11801
Number of conductors	4 ^a and 8 ^a
Length	82 m maximum (see IEC 61918:2010, Clause 4)
Shielding	User defined

Characteristic	CP 2/2
Colour code for conductor	Compliant to Table B.10 and Table B.11
Jacket colour requirements	User defined
Jacket material	User and application defined
Resistance to harsh environment (e.g.: UV, oil resist, LS0H)	User and application defined
Agency ratings	According to local regulations
^a In pairs, star quad cable designs are not allowed.	

Modification:

The following additional cable performance is required.

Cables shall be selected based on ability to support the channel and permanent link balance as defined below.

The UTP cable shall be selected and installed based on the ability to meet the (Transverse Conversion Loss (TCL) and Equal Level Transverse Conversion Transfer Loss (ELTCTL) requirements at both ends of the cabling in accordance with Table B.7 and Table B.8 and the environment local to the cabling.

Table B.7 – TCL limits for unshielded twisted-pair cabling

Category	Frequency MHz	Minimum TCL dB		
		E1	E2	E3
5e	$1 \leq f \leq 100$	$60 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$70 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$80 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)
6	$1 \leq f \leq 250$	$60 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$70 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$80 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)

Table B.8 – ELTCTL limits for unshielded twisted-pair cabling

Frequency MHz	Minimum ELTCTL dB		
	E1	E2	E3
$1 \leq f \leq 30$	$30 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$40 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$50 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)

The shielded cable shall be selected and installed based on the ability to meet the coupling attenuation requirements at both ends of the cabling in accordance with Table B.9 and the environment local to the cabling. Coupling attenuation (see Table B.9) shall be measured in accordance with IEC 61156-5.

Table B.9 – Coupling attenuation limits for screened twisted-pair cabling

Frequency MHz	Minimum dB		
	E1	E2	E3
$30 \leq f \leq 100$	$30 - 20 \times \log_{10}(f/100)$ (max. 45 dB)	$40 - 20 \times \log_{10}(f/100)$ (max. 45 dB)	$50 - 20 \times \log_{10}(f/100)$ (max. 45 dB)

Colour codes for 2 pair and 4 pair cabling shall conform to the colour code in IEC 61918:2010 Annex D. The connector pin mapping shall conform to IEC 61918:2010 Annex H

B.4.4.1.2.2 Copper cables for non Ethernet based CPs

Not applicable.

B.4.4.1.3 Cables for wireless installation

Not applicable.

B.4.4.1.4 Optical fibre cables

Replacement:

Table B.10 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 6.

Table B.10 – 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 clad silica
Attenuation per km (650 nm)	-	-	-	18	For further study
Attenuation per km (820 nm)	-	-	-	-	-
Maximum attenuation per km (1 310 nm)	1,0 dB	2,0 dB	3,0 dB	-	-
Number of optical fibres	2 minimum	2 minimum	2 minimum	-	-
Connector type (e.g. duplex or simplex)	Duplex, duplex-able, simplex	Duplex, duplex-able, simplex	Duplex, duplex-able, simplex	-	-a
Jacket colour requirements	User defined	User defined	User defined	-	-
Jacket material	User defined	User defined	User defined	-	-
Resistance to harsh environment (e.g. UV, oil resist, LSOH)	As needed to support application and environment	As needed to support application and environment	As needed to support application and environment	-	-
Breakout (Y/N)	Yes	Yes	Yes	-	-
Other characteristics ^a					
^a None					

B.4.4.1.5 Special purpose balanced copper and optical fibre cables

B.4.4.1.6 Specific requirements for CPs

Not applicable.

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

Not applicable.

B.4.4.2 Connecting hardware selection

B.4.4.2.1 Common description

B.4.4.2.2 Connecting hardware for balanced cabling CPs based on Ethernet

Replacement:

Table B.11 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 7.

Table B.11 – Connectors for balanced cabling CPs based on Ethernet

	IEC 60603-7-x		IEC 61076-3-106		IEC 61076-3-117	IEC 61076-2-101
	a		b		b	
	(shielded)	(unshielded)	Variant 1	Variant 6	Variant 14	(M12-4 with D-coding)
CP 2/2	IEC 60603-7-3 or IEC 60603-7-5	IEC 60603-7-2 or IEC 60603-7-4	Yes	No	No	Yes
^a For IEC 60603-7-x, the connector selection is based on the desired channel performance. ^b Housings to protect connectors.						

Addition:

a) EtherNet/IP sealed 8-way modular connector housings

Sealed 8-way modular connectors play an important role in providing a reliable connection in harsh environments. EtherNet/IP supports Variant 1 in IEC 61076-3-106 international standard. This connector is suitable for use in information and control applications. The planner shall consult the manufacturer's data sheet for environmental compatibility as defined by the MICE concept.

Table B.12 contains the connector parameters for the 8-way modular connectors for use in sealed and unsealed industrial EtherNet/IP systems.

Table B.12 – Industrial EtherNet/IP 8-way modular connector parameters

Parameter	Type	
	Shielded	Unshielded
Conductors	8+1 shielded	8
Contact LLCR over life	< 20 mΩ	< 20 mΩ
Initial	< 2,5 mΩ	< 2,5 mΩ
Contact life	750 insertions and extractions min.	750 insertions and extractions min.

Sealed 8-way modular connectors shall meet the EtherNet/IP specification and utilize the encapsulation method defined in IEC 61076-3-106 Variant 1. Figure B.4 and Figure B.5 provide examples of the Variant 1 connector housing.



Figure B.4 – The 8-way modular sealed jack & plug (plastic housing)



Figure B.5 – The 8-way modular sealed jack & plug (metal housing)

b) 4- Pole M12 D-coding connectors

4-Pole M12 D-coding connectors are sealed to meet the IP65/IP67 specification for EtherNet/IP and designed to operate in harsh environments in accordance with IEC 61076-2-101.

4-Pole M12 D-coding connectors shall be used only with 2-pair cables. If support for all generic applications such as voice, video and data (1 Gb/s and 10 Gb/s Ethernet) is required, 4-pair cables and 8-way modular connector and compatible components shall be used.

See IEC 61918:2010, 4.4.3 for rules on 2 and 4-pair cabling within a channel.

Table B.13 provides the contact requirements for the M12-4 D-coding connector to ensure network reliability and connector compatibility.

Table B.13 – Industrial EtherNet/IP M12-4 D-coding connector parameters

Parameter	Type	
	M12 shielded	M12 unshielded
Conductors	4+1 Shield	4
Contact LLCR over Life	Maximum: 5 mΩ	Maximum: 5 mΩ
Initial Contact LLCR	Nominal: < 1 mΩ	Nominal: < 1 mΩ
Contact rating	3 A minimum	3 A minimum
Contact Plating	0,762 μm gold over 1,27 μm nickel or 0,127 μm gold minimum over 0,508 μm palladium nickel over 1,27 μm nickel Gold shall be 24 karat minimum.	0,762 μm gold over 1,27 μm nickel or 0,127 μm gold minimum over 0,508 μm palladium nickel over 1,27 μm nickel Gold shall be 24 karat minimum.
Contact Life	750 insertions-extractions	750 insertion-extractions

Figure B.6 is an example of a metallic shell M12-4 D-coding connector.



Figure B.6 – M12-4 connectors

Manufacturer's assembly instructions shall be followed to minimize the chance of failure or degraded performance.

B.4.4.2.3 Connecting hardware for copper cabling CPs not based on Ethernet

Not applicable.

B.4.4.2.4 Connecting hardware for wireless installation

Not applicable.

B.4.4.2.5 Connecting hardware for optical fibre cabling

Replacement:

Table B.14 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 9.

Table B.14 – Optical fibre connecting hardware

	IEC 61754-2	IEC 61754-4	IEC 61754-24	IEC 61754-20	IEC 61754-22	Others
	BFOC/2,5	SC	SC-RJ	LC	F-SMA	Circular M12
CP 2/2	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
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 61753 series.						

Addition:

Most ferrules are ceramic, but some are metal or plastic. To minimize potential noise coupling, ceramic or plastic ferrules are recommended.

LC style connector

LC is a small form factor connector that uses a plastic or ceramic 1,25 mm diameter ferrule. It is available in a simplex or duplex configuration (see Figure B.7 and Figure B.8). The LC connector is available in sealed housing compliant with Variant 1 of IEC 61076-3-106 and the EtherNet/IP specification as shown in Figure B.9. The LC shall meet the requirements of IEC 61754-20.



Figure B.7 – Simplex LC connector



Figure B.8 – Duplex LC connector



Figure B.9 – IP65/IP67 sealed duplex LC connector

Replacement: Table B.15 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 10, modified as needed.

Table B.15 – Relationship between FOC and fibre types (CP2/2)

Connector type	Fibre type					
	9/125 μm	50/125 μm	62,5/125 μm	POF 1 mm	200/230 μm step index hard cladded silica	Others
SC	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
ST	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
LC	Yes	Yes	Yes	No	No	
SC-RJ	Yes	Yes	Yes	Yes	NO	
Circular M12	NO	Yes	Yes	NO	NO	

The connector insertion loss shall be met by the connectors as shown in Table B.16.

Table B.16 – Connector insertion loss

Connector type	Insertion loss	Return loss
SC, ST, SC-RJ and LC, Circular M12	0,75 dB maximum	Single-mode: 26 dB minimum Multimode 20 dB minimum
SC-RJ	2,0 maximum (POF)	SI Multimode 20 dB minimum

The installation of fibre connectors is manufacturer specific and require the manufacturer's specific tools for installation. Please consult the specific manufacturer for installation tools and methods for installing the connector.

B.4.4.2.6 Specific requirements for CPs

Not applicable.

B.4.4.2.7 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

B.4.4.3 Connections within a channel/permanent link

B.4.4.3.1 Common description

B.4.4.3.2 Balanced cabling connections and splices for CPs based on Ethernet

B.4.4.3.2.1 Common description

Addition:

The number of mated connections allowed in a channel is determined by the desired channel performance (category) and the performance level of the components selected as detailed in IEC 61918:2010, Annex J.

Alternate configurations shall be field tested to ensure adequate performance.

B.4.4.3.2.2 Connections minimum distance

Addition:

There is no minimum distance between back-to-back jacks or connections.

B.4.4.3.2.3 Balanced cabling splices

B.4.4.3.2.4 Balanced cabling bulkhead connections

Replacement:

See IEC 61918:2010, Annex J for the performance requirements of the bulkhead connector.

The designer shall be aware of metallic bulkhead feedthroughs that connect the cabling at the enclosure wall. This may form a earth loop that could disrupt communications. Where a earth loop is formed, a separate equalization conductor shall be installed to create an equal potential between the two points. An alternative method would be to isolate the bulkhead feedthrough using an insulator between the bulkhead feedthrough and the enclosure wall.

Bulkhead feedthroughs connectors allow systems to be designed and built in modular configurations. This method should be considered based on user design and service preferences. Modularity provides quick deployment and ease of serviceability.

When bulkhead connectors are used they need to be counted in the number of connections within a channel. See IEC 61918:2010, Annex J to determine how many connections are allowed in a channel.

Figure B.10 is an example of M12-4 D-coding EtherNet/IP bulkhead feedthrough connectors.



Figure B.10 – M12-4 to 8-way modular bulkhead

See the manufacturer's data sheet for mounting hole cut-out dimensions. Consider the panel minimum and maximum wall thickness of the enclosure when selecting a bulkhead connector. In addition, consider the earthing aspects when using shielded cabling with bulkhead connectors that provide earthing connections local to the bulkhead. Earth loops may be formed in the cabling system as a result of shield being earthed in the system.

B.4.4.3.2.5 Balanced cabling J-J adaptors

Replacement for first paragraph:

See IEC 61918:2010, Annex J for the performance requirements of the J-J adaptors.

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

Not applicable.

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

B.4.4.3.4.1 Common description

B.4.4.3.4.2 Optical fibre splices

B.4.4.3.4.3 Optical fibre J-J adaptors (optical fibre couplers)

Addition:

The fibre cable should be long enough for the intended installation. Splices should be avoided.

B.4.4.3.5 Optical fibre cabling connections and splices for CPs not based on Ethernet

Not applicable.

B.4.4.3.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

B.4.4.4 Terminators

Not applicable.

B.4.4.5 Device location and connection

B.4.4.5.1 Common description

B.4.4.5.2 Specific requirements for CPs

Addition:

Devices shall be installed in accordance with the following:

- manufacturer's documentation;
- planner's documentation;
- cable routing.

B.4.4.5.3 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

B.4.4.5.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

B.4.4.6 Coding and labelling

B.4.4.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shielded cabling

B.4.4.7.1 Common description

B.4.4.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways

B.4.4.7.2.1 Equalization and earthing conductor sizing and length

Addition:

If the building does not have an adequate equipotential earthing system, then star earthing method shall be used to mitigate earth potential offsets in the communications coverage area.

B.4.4.7.2.2 Bonding straps and sizing

Modification:

Equipotential bonding conductors should preferably be constructed of copper. Aluminium and steel constructions are not recommended for communications bonding straps.

Bus bars shall be of copper construction. Tin or zinc coating may be used to reduce corrosion. The plating minimum thickness shall be as detailed in IEC 61918:2010, Table 15.

B.4.4.7.3 Earthing methods

B.4.4.7.3.1 Mesh, equipotential

B.4.4.7.3.2 Star

B.4.4.7.3.3 Earthing of equipment (devices)

Replacement:

Equipment shall be earthed in accordance with the manufacturer's installation instructions.

B.4.4.7.3.4 Installing copper bus bars

Addition:

In some cases it may be necessary to install copper bus bars in accordance with the star earthing system. When doing so insulators may be required to isolate the bus bar from the enclosure or building earth. When it is necessary to isolate the copper bus bar, the d.c. resistance to the local earth shall be 2 MΩ minimum. If the bus bar is plated, it shall be in accordance with IEC 61918:2010, Table 15.

The bus bar surface shall be prepared in accordance with IEC 61918:2010, 5.7.2.3. The conductor sizing shall be in accordance with IEC 61918:2010, 4.4.7.2.

B.4.4.7.4 Shield earthing**B.4.4.7.4.1 Non-earthing or parallel RC**

Not applicable.

B.4.4.7.4.2 Direct

Not applicable.

B.4.4.7.4.3 Derivatives of direct and parallel RC

Addition:

EtherNet/IP requires that the communications shield be parallel RC earthed at one end of the channel and directly earthed at the other end (see IEC 61918:2010, Figure 36). The communications shield is normally directly earthed at the switch. If the device does not provide a parallel RC between the connector shell and earth, then the communications shield shall be left unterminated at the connector plug. If this is not possible, then appropriate steps shall be taken to equalize any earth potential offset.

B.4.4.7.5 Specific requirements for CPs

Not applicable.

B.4.4.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

B.4.4.8 Storage and transportation of cables**B.4.4.9 Routing of cables****B.4.4.9.1 Common description****B.4.4.9.2 Cable routing of assemblies****B.4.4.9.3 Detailed requirements for cable routing inside enclosures**

Addition:

To guard against coupling noise from one conductor to another, the general guidelines in IEC 61918:2010, Table 17 shall be followed when routing wires and cables (both inside and outside of an enclosure). The spacing given in these general guidelines shall be used, with the following exceptions:

- where connection points (for conductors of different EMC categories) on a device are closer together than the specified spacing;
- application-specific configurations for which the spacing is described in a publication for that specific application.

These guidelines are for noise immunity only. All local regulations for safety requirements shall be followed.

B.4.4.9.4 Cable routing inside buildings

B.4.4.9.4.1 Outside enclosures

Cables that run outside protective enclosures can run along other conductors and circuits. To minimize cross-talk from nearby cables, it is good practice to maintain maximum separation between the Ethernet/IP cables and other potential noise carrying conductors. The magnitude of the coupled noise voltage increases as a function of the length that the two cables run in close proximity. Most of the noise coupling will occur within the first 3 m.

With respect to low voltages, the EtherNet/IP cables shall be routed following the guidelines in IEC 61918:2010, Table 17.

B.4.4.9.4.2 Pathways

Consult the local and national regulations regarding the grouping of cables. Ethernet cables shall be installed in accordance with the minimum limits defined in IEC 61918:2010, Clauses 4.4.9.3 and Clause 4.4.9.4

B.4.4.9.5 Cable routing outside buildings

B.4.4.9.6 Installing redundant communication cables

B.4.4.10 Separation of circuits

B.4.4.11 Mechanical protection of cabling components

B.4.4.11.1 Common description

Addition:

Communication enclosures may sometimes be placed close to the work area and in harsh conditions. Entry into and exit out of these enclosures either through openings in the side, back, bottom, top, or door, may require an adapter to transition from the dry, clean interior of the enclosure to the possible wet or dirty exterior, i.e. one MICE environment to another MICE environment. The connector shall be located in such a way to minimize exposure to liquids, dusts, mechanical damage and vibration. Bulkhead connectors or bulkhead cable glands shall be used where cables enter or exit the enclosures to maintain enclosure seal integrity. The sealed IP65/IP67 connectors specified in this installation profile shall be used in the bulkhead assemblies.

B.4.4.11.2 Specific requirements for CPs

Not applicable.

B.4.4.11.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

B.4.4.12 Installation in special areas

B.4.4.12.1 Common description**B.4.4.12.2 Specific requirements for CPs**

Addition:

When installing cables in the vicinity of welding equipment, cables that have weld splatter proof jackets or provide protective covering for the cable shall be used. Cables installed on moving machinery shall use flexible cable designs consistent with the flexing requirements of the application.

Cables installed in areas where liquids and chemicals are present shall have the appropriate jacket constructions to protect the cabling components.

Cables installed in environments where high UV radiation is present shall have material constructions that provide the appropriate protection.

B.4.4.12.3 Specific requirements for CPs**B.4.4.12.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702**

Not applicable.

B.4.5 Cabling planning documentation**B.4.6 Verification of cabling planning specification****B.5 Installation implementation****B.5.1 General requirements**

Addition:

The installer should be trained and certified in installation practices for generic cabling.

B.5.1.1 Common description**B.5.1.2 Installation of CPs****B.5.1.3 Installation of generic cabling in industrial premises****B.5.2 Cable installation****B.5.2.1 General requirements for all cabling types****B.5.2.1.1 Storage and installation****B.5.2.1.2 Protecting communication cables against potential mechanical damage**

Replacement:

Table B.17 Table B.18 and Table B.19 provide values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 18, Table 19 and Table 20

Table B.17 – Parameters for balanced cables

Characteristic		Value
Mechanical force	Minimum bending radius, single bending (mm)	25 at –20 °C
	Bending radius, multiple bending (mm)	User specified
	Pull forces (N)	110
	Permanent tensile forces (N)	n/a
	Maximum lateral forces (N)	400
	Temperature range during installation (°C)	Vendor specified

Table B.18 – Parameters for silica optical fibre cables

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

Table B.19 – Parameters for POF optical fibre cables

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

B.5.2.2 Installation and routing

B.5.2.3 Specific requirements for CPs

Not applicable.

B.5.2.4 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

B.5.2.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

B.5.3 Connector installation

B.5.3.1 Common description

Addition:

Not all 8-way modular connectors are suitable for harsh environments as classified by the MICE concept. The 8-way modular connector shall be carefully selected for the intended environment. The planner shall specify connectors that meet the requirements of Clause B.4 and IEC 61918:2010, Clause 4 and the environment as classified by MICE.

The connector housings in Figure B.11 and Figure B.12 are examples of the EtherNet/IP compliant housings in accordance with B.4.4.2.2. The planner shall specify in the design documentation the correct shell material (plastic or metal) for the application.

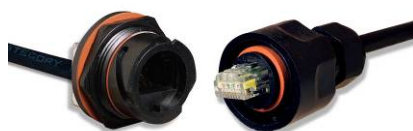


Figure B.11 – The 8-way modular sealed jack & plug (plastic housing)



Figure B.12 – The 8-way modular sealed jack & plug (metal housing)

The EtherNet/IP specification provides for the use of small sealed connectors such as the M12-4 D-coding connector found in Figure B.13.



Figure B.13 – M12-4 connectors

The connector wiring standard to use shall be determined.

There are two 8-way modular wiring methods in use today. Pairs 2 and 3 are swapped depending on which wiring standard, T568A or T568B is used (see Figure H.2 of IEC 61918: 2010).

T568A shall be used in generic applications where support of 2-pair phone systems is needed. If 2-pair phone system support is not needed, then either wiring system (T568A or T568B) is acceptable. See Figure H.2 of IEC 61918: 2010 for wiring. The wiring scheme selected shall be used throughout the entire link and/or channel.

B.5.3.2 Shielded connectors

B.5.3.3 Unshielded connectors

B.5.3.4 Specific requirements for CPs

Addition:

See the manufacturer's data sheet for the assembly instructions of the sealed RJ-45 connector housing.

B.5.3.5 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

B.5.3.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

B.5.4 Terminator installation

Not applicable.

B.5.5 Device installation

B.5.6 Coding and labelling

B.5.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shield cabling

B.5.7.1 Common description

B.5.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways

B.5.7.3 Earthing methods

B.5.7.3.1 Equipotential mesh

Addition:

The earthing method shall be in accordance with the planner's documentation. If there is an earth potential offset in the communication coverage area, equalization conductors shall be installed to mitigate the offset. The cross sectional area of these conductors shall be accordance with IEC 61918:2010, 4.4.7.2.1, Table 13.

B.5.7.3.2 Star

Earthing connections for the cabinets shall not be daisy chained.

B.5.7.3.3 Earthing of equipment (devices)

Replacement:

Equipment shall be earthed in accordance with the manufacturer's installation instructions and the planner's documentation.

B.5.7.4 Shield earthing methods

B.5.7.4.1 General

B.5.7.4.2 Parallel RC

Not applicable.

B.5.7.4.3 Direct

Not applicable.

B.5.7.4.4 Derivatives of direct and parallel RC

Modification:

Figure B.14 and Figure B.15 only applies if both the switch and the device are directly earthed. In this case, see Figure B.15 for instructions on cable construction. EtherNet/IP requires that the active devices provide a parallel RC termination for the communications shield integral to the device. Therefore IEC 61918:2010, Figure 37 applies.

The switch provides direct connection to functional or protective earth as shown in Figure B.14.

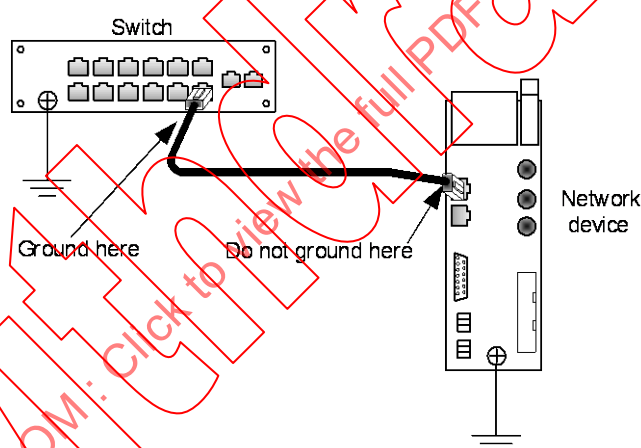


Figure B.14 – Earthing of cable shield

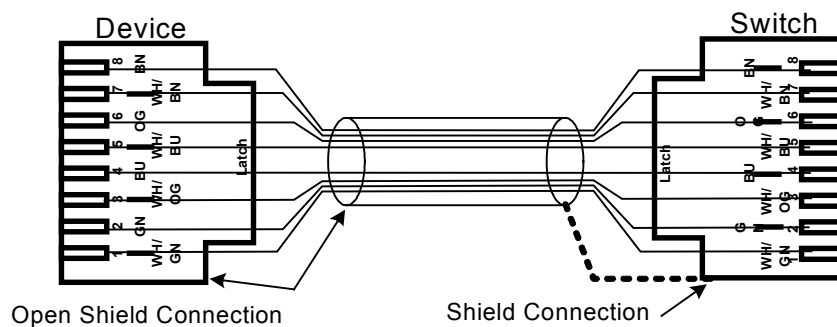


Figure B.15 – Open shield example

Addition:

If the active device is other than a switch (or hub) and provides a low d.c. resistance (less than 500 k Ω) earth at the jack, an equalizing shunt conductor shall be used to mitigate earth voltage offsets between the two end points see Figure 35 in IEC 61918:2010. The sizing of the conductor shall be in accordance with Table 14 of IEC 61918:2010

B.5.7.5 Specific requirements for CPs

Not applicable.

B.5.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

B.5.8 As-implemented cabling documentation

B.6 Installation verification and installation acceptance test

B.6.1 Introduction

B.6.2 Installation verification

B.6.2.1 General

Addition:

The following additional parameters shall be verified:

- jacketed length;
- shields floating or not floating (the shield may intentionally be open at one end (see Figure B.15);
- kinks in cable;
- breaks in the jacket, abraded or burned;
- bend radius;
- presence of dust caps for connectorized cabling;
- labelling per design documentation (outlets and cables);
- routing of cables with respect to other EMC 1, 2 and 3 circuits.

B.6.2.2 Verification according to cabling planning documentation

B.6.2.3 Verification of earthing and bonding

B.6.2.4 Verification of shield earthing

B.6.2.5 Verification of cabling system

B.6.2.5.1 Verification of cable routing

Addition:

- a) The length of the permanent link/channel is the sum of the lengths of the fixed horizontal cables and cords between the two end points. Length of the permanent link/channel may be determined by physically measuring the length(s) of the cable(s), determined from the length markings on the cable(s), when present.
- b) The length of the permanent link shall not be greater than 90 m (295 ft.). Test equipment cords are excluded from the permanent link model. The length of the channel shall not be

greater than 100 m (328 ft.), including equipment cords and patch cords. If the channel or permanent link has been de-rated because of temperature or cable attenuation then the total channel length is less than 100 m (328 ft.) and the permanent link will be less than 90 m (295 ft.). See the derating tables in IEC 61918:2010, Table 11 and Table 12.

B.6.2.5.2 Verification of cable protection and proper strain relief

B.6.2.6 Cable selection verification

B.6.2.6.1 Common description

B.6.2.6.2 Specific requirements for CPs

Not applicable.

B.6.2.6.3 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

B.6.2.7 Connector verification

B.6.2.7.1 Common description

B.6.2.7.2 Specific requirements for CPs

Not applicable.

B.6.2.7.3 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

B.6.2.8 Connection verification

B.6.2.9 Terminators verification

Not applicable.

B.6.2.10 Coding and labelling verification

B.6.2.10.1 Common description

B.6.2.10.2 Specific coding and labelling verification requirements

Not applicable.

B.6.2.11 Verification report

B.6.3 Installation acceptance test

B.6.3.1 General

B.6.3.2 Acceptance test of Ethernet based cabling

B.6.3.2.1 Validation of balanced cabling for CPs based on Ethernet

B.6.3.2.1.1 Common description

Addition:

Acceptance testing shall include the following aspects of the network:

- Physical Installation attributes that may affect life of installation, such as:

- location of cabling with respect to electrical noise and environmental conditions,
- earthing of devices and equipment where specified,
- wire ways,
- bend radii,
- cable supports (hangers),
- cable loading and crushing,
- proper media commensurate with the environment.
- Electrical performance commensurate with the needs of the application, such as:
 - electrical and physical lengths of channels and permanent links,
 - swept frequency measurements as detailed later in this clause.

Electrical performance testing shall be performed either on the channel or permanent link or both.

B.6.3.2.1.2 Transmission performance test parameters

Addition:

The network test tools required for certification are usually more complex than the go/no go tools used in verification. These tools are required to perform both d.c. and swept frequency at both the local and remote ends of a channel or permanent link. There are several off-the-shelf test tools that provide different levels of accuracy. Field test tool shall be Level IIe or higher and it is highly recommend in using either a Level III or IV tester for network certification. Additionally the test time and frequency range is also a variable. For example testers may take anywhere from 5 s to 20 s per channel or permanent link. Additionally they may only test to Category 5E channels/permanent links. The test tool usually requires separate test heads for testing channels, permanent links and patch cords. It is important to have a tester that is capable of testing all components and parts of a channel, including patch cords. Additional tools that are beneficial for the certification process are, digital camera, digital multimeter with milliohm scale, hand tools and software for generating reports. It is assumed that the certifier has access to a computer and the design documentation.

The test tool shall be capable of validating 2 and 4 pair cabling.

B.6.3.2.1.3 Specific requirement for CPs based on Ethernet

Not applicable.

B.6.3.2.2 Validation of optical fibre cabling for CPs based on Ethernet

B.6.3.2.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

B.6.3.3 Acceptance test of non Ethernet based cabling

Not applicable.

B.6.3.4 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

B.6.3.5 Acceptance test report

B.7 Installation administration

Subclause 7.8 is not applicable.

B.8 Installation maintenance and installation troubleshooting

Subclause 8.4 is not applicable.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61784-5-2:2010

Annex C (normative)

CP 2/3 (DeviceNet™) specific installation profile

C.1 Installation profile scope

Addition:

This standard specifies the installation profile for Communication Profile CP 2/3 (DeviceNet). The CP 2/3 is defined in IEC 61784-1.

C.2 Normative references

Addition:

IEC 60947-5-2:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*

ISO 11898-1, *Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 1: Data link layer and physical signalling*

ISO 11898-2, *Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 2: High-speed medium access unit*

C.3 Installation profile terms, definitions, and abbreviated terms

C.3.1 Terms and definitions

C.3.2 Abbreviated terms

Addition:

CAN	Controller Area Network	(ISO 11898)
CL2/CL3	Class 2/3 power limited circuits	
DVM	Digital voltmeter	
PELV	Protective extra low voltage	
RF	Radio frequency	
SELV	Safety extra low voltage	
UL	Underwriters Laboratories	

C.3.3 Conventions for installation profiles

Not applicable.

C.4 Installation planning

C.4.1 Introduction

C.4.1.1 Objective

C.4.1.2 Cabling in industrial premises

Addition:

DeviceNet is a fieldbus network, connectivity to the generic cabling system is accomplished through fieldbus interfaces directly, or through EtherNet/IP which connects directly to the generic cabling system through appropriate network security interfaces. Figure C.1 shows the relationship of CPF 2 networks and interconnectivity between them.

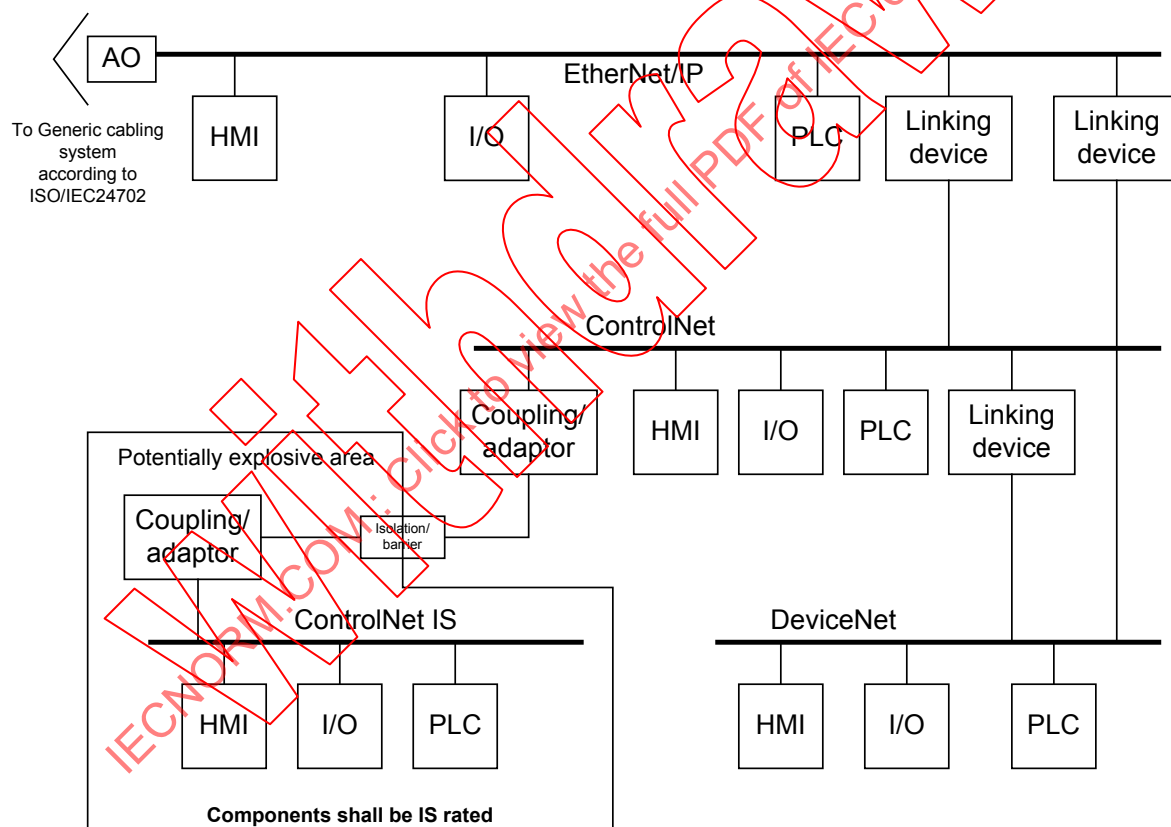


Figure C.1 – Interconnection of CPF 2 networks

DeviceNet is a four or five wire linear passive powered bus topology. Devices are normally powered by the network or optionally self powered with a power supply either connected to the device or internal to the device. This topology also supports active devices (bridges) to extend the trunk and connect to other networks alike and not alike (see Figure C.2).

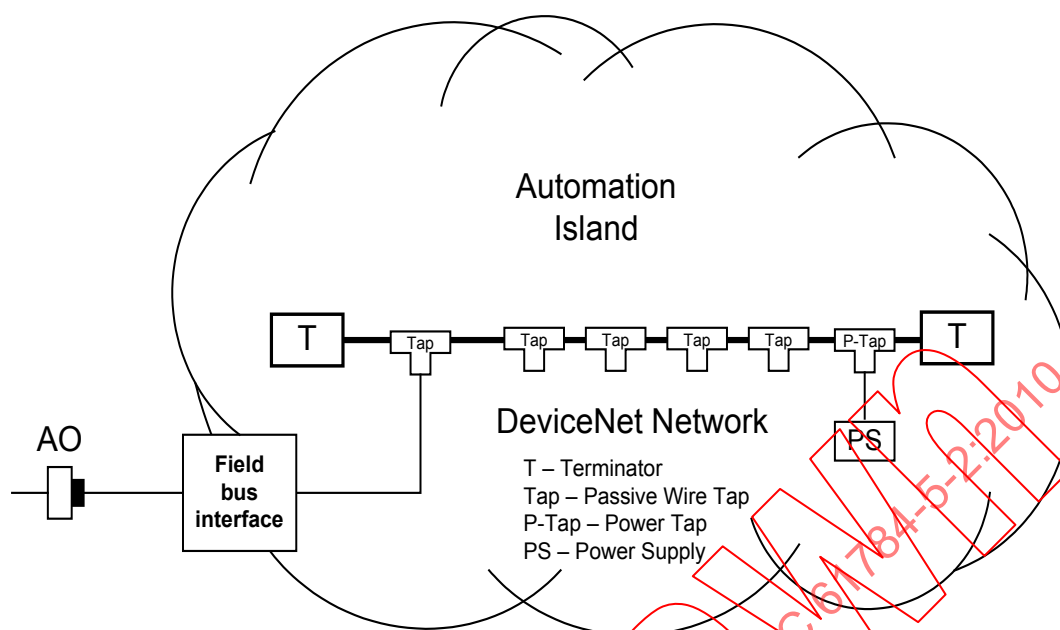


Figure C.2 – Connection to generic cabling

C.4.2 Planning requirements

C.4.2.1 Safety

C.4.2.1.1 General

C.4.2.1.2 Electrical safety:

C.4.2.1.2.1 Requirement 1 (LV)

Addition:

The configuration of the low-voltage power distribution system shall comply with applicable local, national or international regulations. In some cases and geographical areas additional earthing and bonding is necessary to control noise currents and provide a low noise functional earth for the low signal communications devices. This may be achieved through methods described in IEC 61918:2010, 4.4.7 and C.4.4.7.3 of this standard.

This network uses a parallel RC between the communications shield and earth. The shields are referenced to earth at one point in the system only. Multiple earth points may cause earth loop currents in the cabling shields thus causing high error rates in the network.

If multiple earthing is required by local regulations, then an equipotential earthing method is recommended.

C.4.2.1.2.2 Requirement 2 (Protection by extra-low-voltage: SELV and PELV)

Addition:

The 24 V power supplies in use shall be SELV/PELV rated. In the USA the power supply shall be limited to 8 A. For the UL CL2 type wiring the power supply current shall have a nameplate rating of ≤ 100 VA. For additional information on power supplies see C.4.3.2.5.

C.4.2.1.3 Functional safety**C.4.2.1.4 Intrinsic safety**

Not applicable.

C.4.2.1.5 Safety of optical fibre communication systems (OFCS)

Not applicable.

C.4.2.2 Security**C.4.2.3 Environmental considerations and EMC****C.4.2.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702**

Not applicable.

C.4.3 Network capabilities**C.4.3.1 Network topology****C.4.3.1.1 Common description****C.4.3.1.2 Basic physical topologies for passive networks**

Modification:

DeviceNet supports bus and complex bus drop branch configurations (see Figure C.3). A pure star is not recommended since there is no defined trunk line ends for terminator placement.

C.4.3.1.3 Basic physical topologies for active networks

Modification:

Active star and ring topologies are not supported by DeviceNet.

When repeaters are added to the network, the planner shall reduce the trunk length according to the delay of the repeater. Networks may be connected together through bridges or routers. When routers are used, each network will have its own independent addressing and timing constraints.

C.4.3.1.4 Combination of basic topologies**C.4.3.1.5 Specific requirements for CPs**

Addition:

DeviceNet supports passive and active elements in the trunk system. Daisy chain, branch and “chicken foot” physical topologies are also supported. These derivative topologies are connected into the trunk line through passive taps and drop lines as shown in Figure C.3. Repeaters are not generally supported but can be used if proper length derating is used. Repeaters that use store and forward can be used to extend the network at the cost of latency.

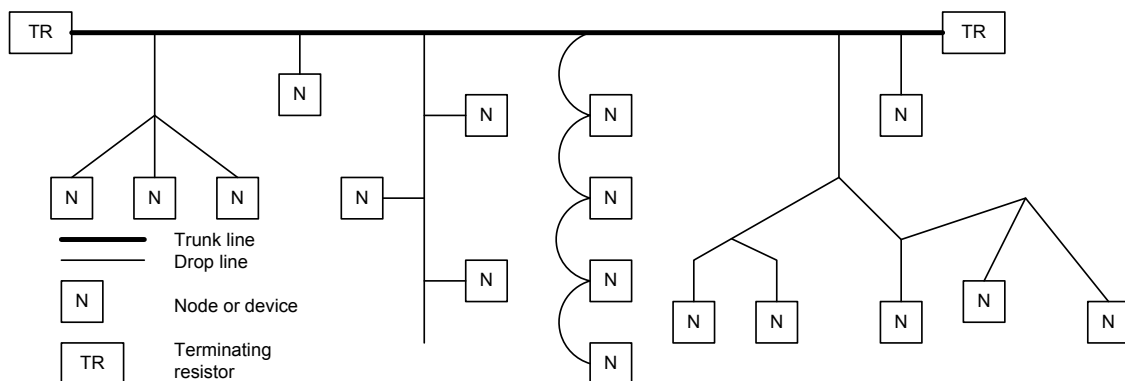


Figure C.3 – DeviceNet cable system uses a trunk/drop line topology

C.4.3.1.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.4.3.2 Network characteristics

C.4.3.2.1 General

C.4.3.2.2 Network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet

Replacement:

Table C.1 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 1.

Table C.1 – Basic network characteristics for copper cabling not based on Ethernet (ISO/IEC-8802-3)

Characteristic	CP 2/3
Basic transmission technology	ISO 11898-1 and ISO 11898-2 (CAN)
Length / transmission speed	Segment length m
125 kbit/s	500 maximum (see Table C.2)
250 kbit/s	250 maximum (see Table C.2)
500 kbit/s	100 maximum (see Table C.2)
Maximum capacity	Max. No.
Devices / segment	64
Devices / network	64 ^a
^a Unlimited address and nodes with bridging.	

Addition:

Table C.2 provides guidance on selecting cables to support segment length and the required data rate.

Table C.2 – Cable trunk and drop lengths for CP 2/3

Cable profile	Trunk length			Cumulative drop length ^a		
	Data rate			Data rate		
	125 kbit/s	250 kbit/s	500 kbit/s	125 kbit/s	250 kbit/s	500 kbit/s
	Trunk length at data rate m			Cumulative drop length at data rate ^a m		
Thick	500	250	100	156	78	39
Thin	100	100	100	156	78	39
Flat	420	200	75	156	78	39
Flat II	265	150	75	135	48	35
Cable I	100	100	100	156	78	39
Cable II	500	250	100	156	78	39
Cable III	300	250	100	156	78	39
Cable IV	n/a	n/a	n/a	156	78	39
Cable V	420	200	75	156	78	39
^a Maximum length of any individual drop cable is limited to 6 m.						

DeviceNet is a delay limited and attenuation limited network. In addition the connection of the taps and drop cables to the trunk cause reflections. The physical topology limits take into consideration 4 limiting parameters below:

- delay;
- attenuation;
- reflection amplitude and delay;
- V- common mode offset (IR drop).

Table C.2 sets the lengths for drop and trunk based on the first three limits listed above. Under no circumstances shall the lengths in Table C.2 be exceeded. The last limit (common mode offset) is dependant on the power bus DCR of the cable being used, the node current requirements and placement of node with respect to the power supply. The common mode offset voltage and network calculations are described in C.4.3.2.5.

The maximum distance in a network is the distance between the farthest two devices as shown in Figure C.4 and Figure C.5. This distance shall be less than or equal to the distance in Table C.2 for the specific cable to be used. The drop cable length shall be considered in the total network length when the farthest distance between any two nodes is longer than the maximum distance between the two terminators as shown in Figure C.5. The length limits shall be considered independent of the voltage drop in V- caused by the devices.

The maximum distance between any two nodes on the network includes drop line length. Therefore, the drop line lengths shall be counted when calculating the maximum delay. This is especially important when drop lines are at the end of the trunk.

Any individual drop line from the trunk is limited to 6 m in length. All drop lines shall be accounted for in the total cumulative drop line length.

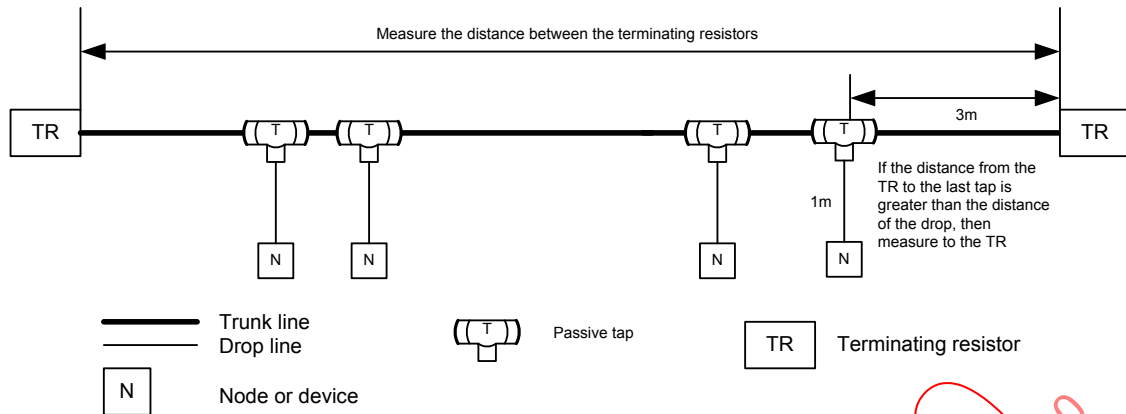


Figure C.4 – Measuring the trunk length

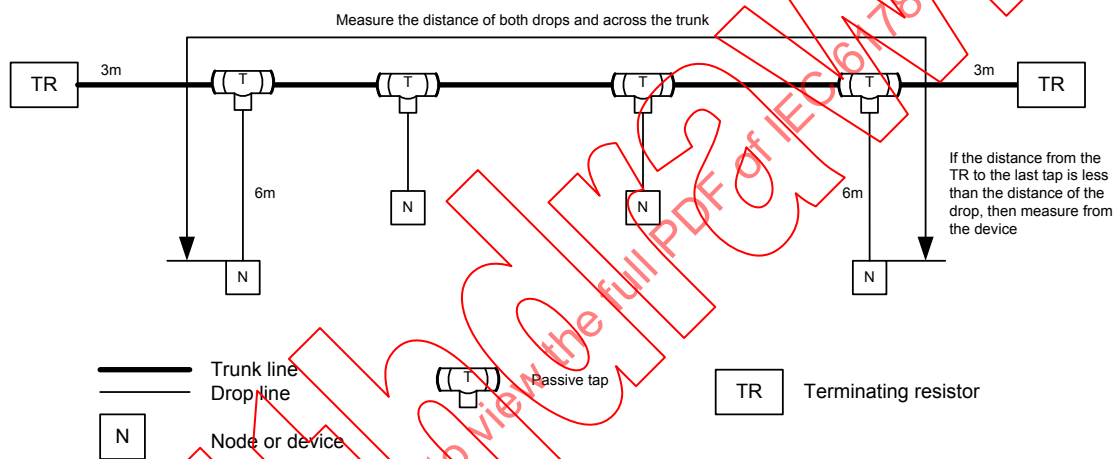


Figure C.5 – Measuring the trunk and drop length

The drop cable length between the trunk and the farthest node shall not exceed 6 m. For example in Figure C.6 the 8 port tap is located 3 m from the trunk with devices located up to 3 m from the 8 port tap. The total length for this specific drop cable is then 6 m. The total cumulative drop cable that the 8 port tap and its connections is 20 m. The total cumulative drop cable length for this example is 42 m. The cumulative drop length of 42 m exceeds the permissible drop length for 500 kbit/s.

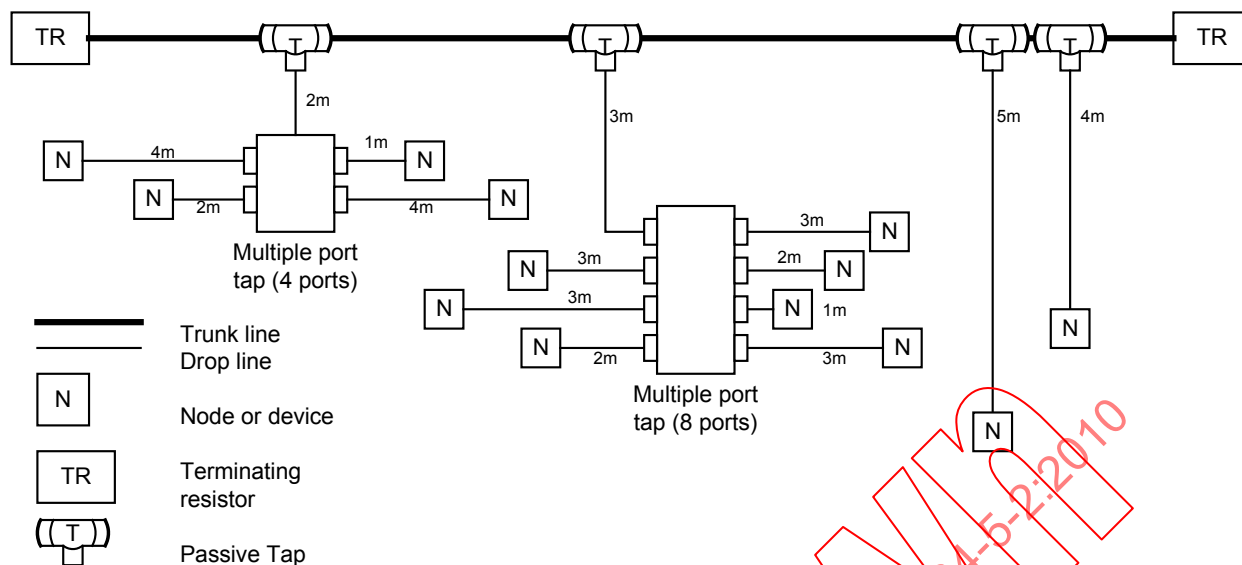


Figure C.6 – Measuring drop cable in a network with multiports

All devices connected to the network trunk cable shall be connected in such a way that removal is possible without severing the network. Examples in Figure C.7 and Figure C.8 show how connections shall be made that will allow removal without disrupting the network.

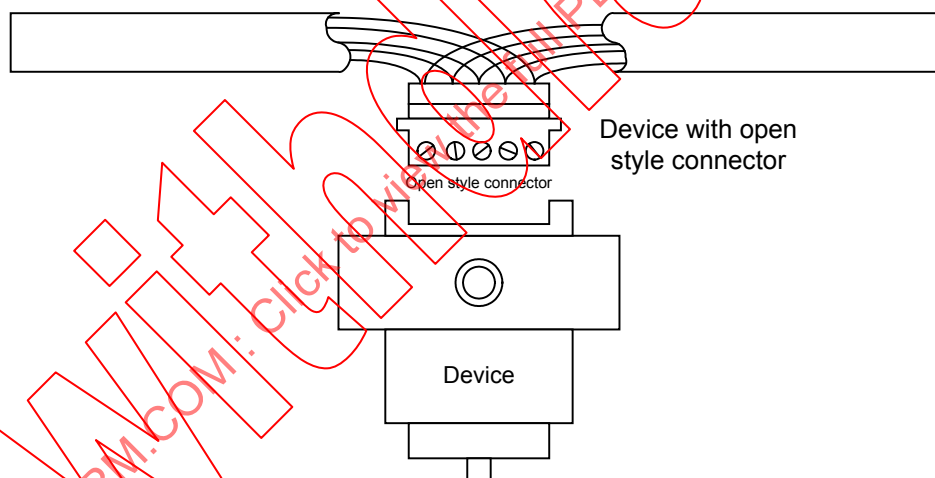


Figure C.7 – Removable device using open-style connectors

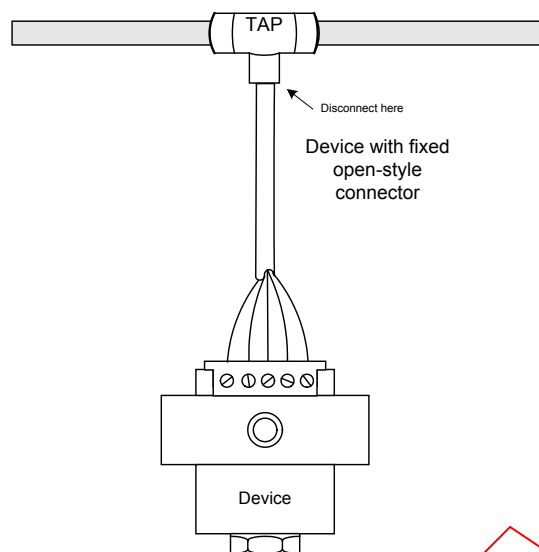


Figure C.8 – Fixed connection using open-style connector

The wiring colour code for fixed open-style connectors is detailed in Figure C.9 and Figure C.10. The 2X5 (10) position open-style connector should be used for daisy chaining. Both Figure C.9 and Figure C.10 support a diagnostic probe cable.

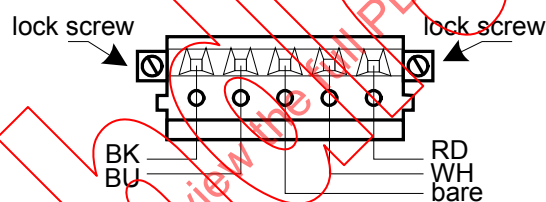


Figure C.9 – Open-style connector pin out

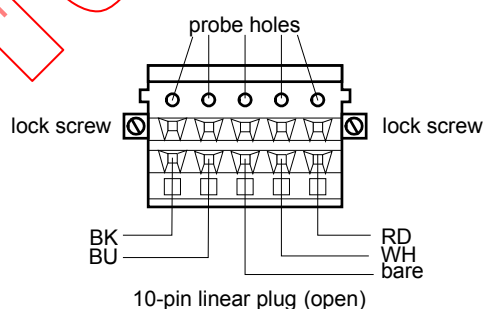


Figure C.10 – Open-style connector pin out 10 position

C.4.3.2.3 Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet

Not applicable.

C.4.3.2.4 Network characteristics for optical fibre cabling

Not applicable.

C.4.3.2.5 Specific network characteristics

C.4.3.2.5.1 General

Replacement:

DeviceNet is a 24 V powered bus. The power supply placement shall be determined by the planner based on the network loading requirements to provide less than equal to 4,65 V voltage drop on V- in the trunk at any point in the network. The minimum operating voltage for the devices is 11 V. The voltage drop is dependant on two parameters, the DCR of the cabling and the device current requirements. Table C.3 is provided to help the planner determine power supply placement and or length of the cabling system. The current in any drop line is limited to 3 A maximum and limited to a voltage drop of 0,35 V in the V- line between the trunk connection point and the end of the drop cable. In many cases the voltage drop will limit the length of the drop cable. Table C.4 provides current versus drop line length that shall be used by the planner in designing the cabling system.

Table C.3 – Summary of available current for trunk cables (CP 2/3)

Cable profile	Distance from power supply											
	m											
	0	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	Allowable current											
	A											
Thick	8,00	8,00	5,42	2,93	2,01	1,53	1,23	1,03	0,89	0,78	0,69	0,63
Thin	3,00	2,50	1,26	0,64	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Flat	8,00	8,00	5,65	2,86	1,91	1,44	1,15	0,96	0,82	0,72	n/a	n/a
Flat II	5,00	5,00	4,40	2,20	1,50	1,10	0,90	0,80	n/a	n/a	n/a	n/a
Cable I	3,00	2,50	1,26	0,64	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Cable II	8,00	8,00	5,42	2,93	2,01	1,53	1,23	1,03	0,89	0,78	0,69	0,63
Cable III	1,50	1,50	1,50	1,50	1,28	0,81	0,65	0,55	n/a	n/a	n/a	n/a
Cable IV	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Cable V	8,00	8,00	5,65	2,86	1,91	1,44	1,15	0,96	0,82	0,72	n/a	n/a
NOTE Allowable current can be determined for other cable lengths by extrapolation.												

Table C.4 – Permissible current for thin cable drop lines of various lengths

Drop line length	Allowable current
m	A
1,5	3
2,0	2
3	1,5
4,5	1
6	0,75

The maximum current is calculated using the following formula:

$$I_{\max} = 4,57 / L$$

where

$I_{\max}$ is the maximum current in amperes (A);

L is the drop line length in meters (m).

C.4.3.2.5.2 Choosing a power supply

The power supply used for powering the DeviceNet power bus shall meet the specifications in Table C.5. The planner shall also consider the voltage tolerance stack up in Table C.6 when selecting the network power supply.

Table C.5 – Power supply specification for DeviceNet

Parameter	Specification
Initial tolerance	(24 ± 1 %) V or adjustable to 0,2 %
Line regulation	0,3 % maximum
Load regulation	0,3 % maximum
Temperature coefficient	0,03 % per °C maximum
Output ripple	250 mV p-p
Load capacitance capability	7 000 µF maximum
Temperature range	Operating 0 °C to 60 °C ^a Non-operating -40 °C to 85 °C
Inrush current limit	Less than 65 A peak
Over voltage protection	Yes (no value specified)
Over current protection	Yes (current limit 125 % maximum)
Turn-on time (with full load)	250 ms maximum at 5 % of final value
Turn-on overshoot	0,2 % maximum
Stability	0 % to 100 % load (all conditions)
Isolation	Output isolated from a.c. and chassis earth
Output voltage	(24 ± 1 %) V
Output current	Up to 16 A
Surge current capability	10 % reserve capability
Agency ratings	Shall conform to local and national regulations
^a Derating acceptable for 60 °C operation.	

Table C.6 – Power supply tolerance stack up for DeviceNet

Parameter	Specification
Initial power supply setting	1,00 %
Line regulation	0,30 %
Temperature coefficient ^a	0,60 % (total)
Time drift	1,05 %
Load regulation	0,30 %
Schottky diode drop (0,65 V nominal)	0,75 % (of 24 V)
Total stack up	3,25 %
^a The temperature coefficient tolerance of 0,6 % is based on an actual rating of 0,03 % per °C and a 20 °C differential between supplies that are used on the bus. If a supply in one location is in an ambient of 40 °C, it is assumed that other supplies are within 10 °C or in the range of 30 °C to 50 °C (or another 20 °C range). If this stipulation is not met, and all the other tolerances are just being met, then power capability will need to be derated.	

A power supply that is current limited as per the national and/or local regulations shall be used.

When the power supply is supplied from an a.c. source, the d.c. output of all power supplies shall be isolated from the a.c. line and the power supply case (earthing connection).

The cable system requires the power supply to have a rise time of less than 250 ms to within 5 % of its rated output voltage under a load of 7 000 μ F.

The designer shall verify the following:

- the power supply has its own current limit protection;
- fuse protection is provided for each segment of the cable system – any section leading away from a power supply shall have protection;
- the power supply is sized correctly to provide each device with its required power;
- derate the supply for temperature using the manufacturer's guidelines.

Some local regulations may not permit the full use of the power system capacity when installed as building wiring. The designer is strongly encouraged to consult national and local regulations for power restrictions. If local regulations restrict the power to levels less than needed to support the application, segmenting may be necessary (see Figure C.18).

C.4.3.2.5.3 Sizing the power supply

The maximum allowable current on the drop line applies to the sum of currents for all devices on the drop line regardless of physical placement on the drop line. The maximum allowable current is also limited by the voltage drop in the V+ and V- lines and the common mode offset voltage in the V-. The voltage across V+ and V- shall not drop below 11,0 V. Further for common mode performance the voltage drop in V- of the trunk line shall not exceed 4,65 V. The power supply placement can be optimized to reduce the common mode offset in a network.

EXAMPLE

The example in Figure C.11 will help to determine the minimum continuous current rating of a power supply servicing a common section. In this example the V+ line is cut between the tap for N2 and the power tap for Power supply 2.

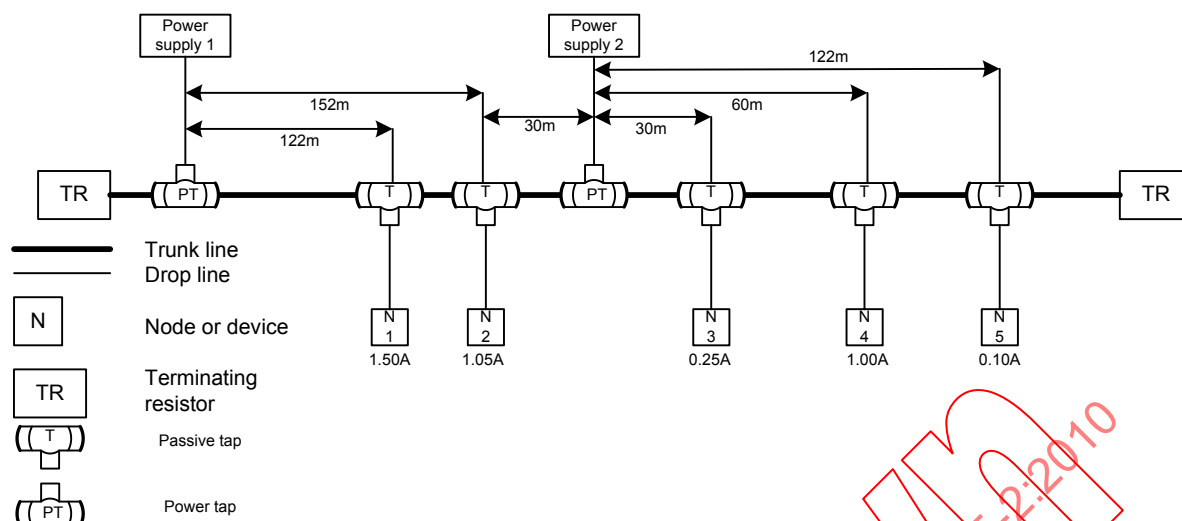


Figure C.11 – Power supply sizing example

a) Power supply 1

Add each device's (N1, N2) DeviceNet current draw together for power supply 1 ($1,5\text{ A} + 1,05\text{ A} = 2,55\text{ A}$).

2,55 A is the minimum rating of power supply 1. Remember to consider temperature derating recommended by the manufacturer.

b) Power supply 2

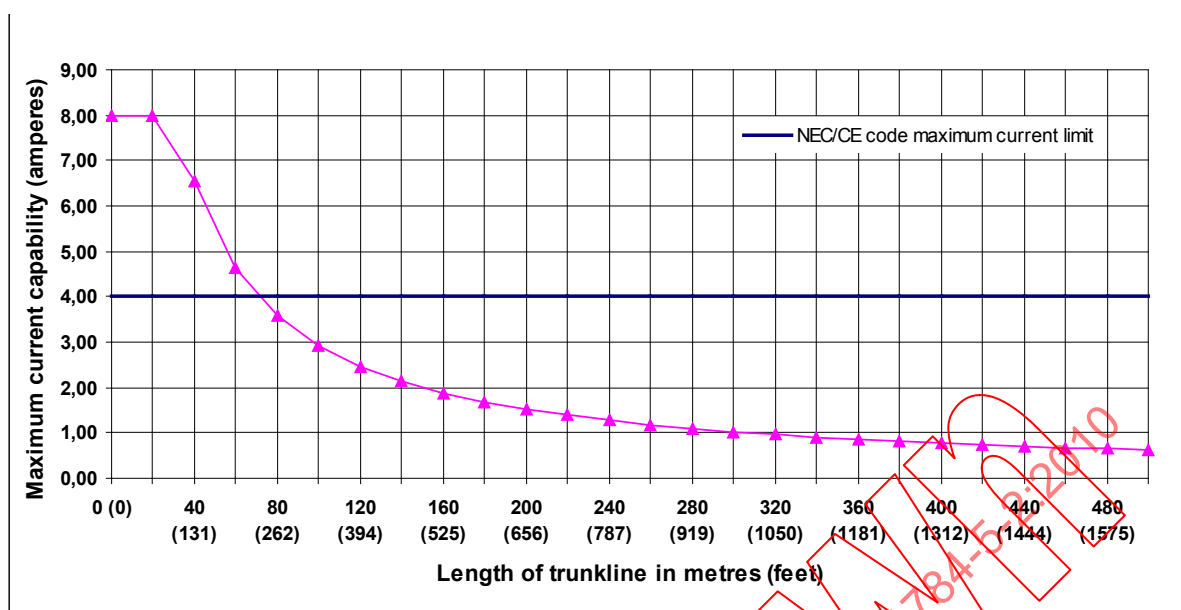
Add each device's (N3, N4, N5) current together for power supply 2 ($0,25\text{ A} + 1,00\text{ A} + 0,10\text{ A} = 1,35\text{ A}$).

1,35 A is the minimum rating of power supply 2. Remember to consider temperature derating recommended by the manufacturer.

C.4.3.2.5.4 Examples of calculating network power

Due to common mode off-set limitations in the CAN transceiver (5,00 V) the voltage drop in V_- between any two nodes is limited to 5,00 V. There are two factors that cause the voltage drop, DCR of the V_- in the communications cabling and the current requirements of the devices. The voltage drop is partitioned as follows: 4,65 V in the trunk line and 0,35 V in the drop line. To work around this limitation, an additional power supply shall be added, or an existing power supply shall be moved closer to the larger current loads. In addition, the voltage between V_+ and V_- shall never fall below 11 V.

The graph specified in Figure C.12 and Table C.7 is an example of one power supply end connected using the look-up method.



NOTE It is assumed that all nodes are at the opposite end of the cable from the power supply.

Figure C.12 – Current limit for thick cable for one power supply

Table C.7 – Current versus cable length for one power supply thick cable

Network length m (ft.)	Maximum current A	Network length m (ft.)	Maximum current A
0 (0)	8,00	260 (853)	1,19
20 (66)	8,00	280 (919)	1,10
40 (131)	6,53	300 (984)	1,03
60 (197)	4,63	320 (1 050)	0,97
80 (262)	3,59	340 (1 115)	0,91
100 (328)	2,93	360 (1 181)	0,86
120 (394)	2,47	380 (1 247)	0,82
140 (459)	2,14	400 (1 312)	0,78
160 (525)	1,89	420 (1 378)	0,74
180 (591)	1,69	440 (1 444)	0,71
200 (656)	1,53	460 (1 509)	0,68
220 (722)	1,39	480 (1 575)	0,65
240 (787)	1,28	500 (1 640)	0,63

The graphs specified in Figure C.13 and Table C.8 are examples of current versus cable length when there are two power supplies in the network. In this example there are two power supplies, one end conneted and the other middle connected. The V+ is cut at segment B power tap to segment the power bus.

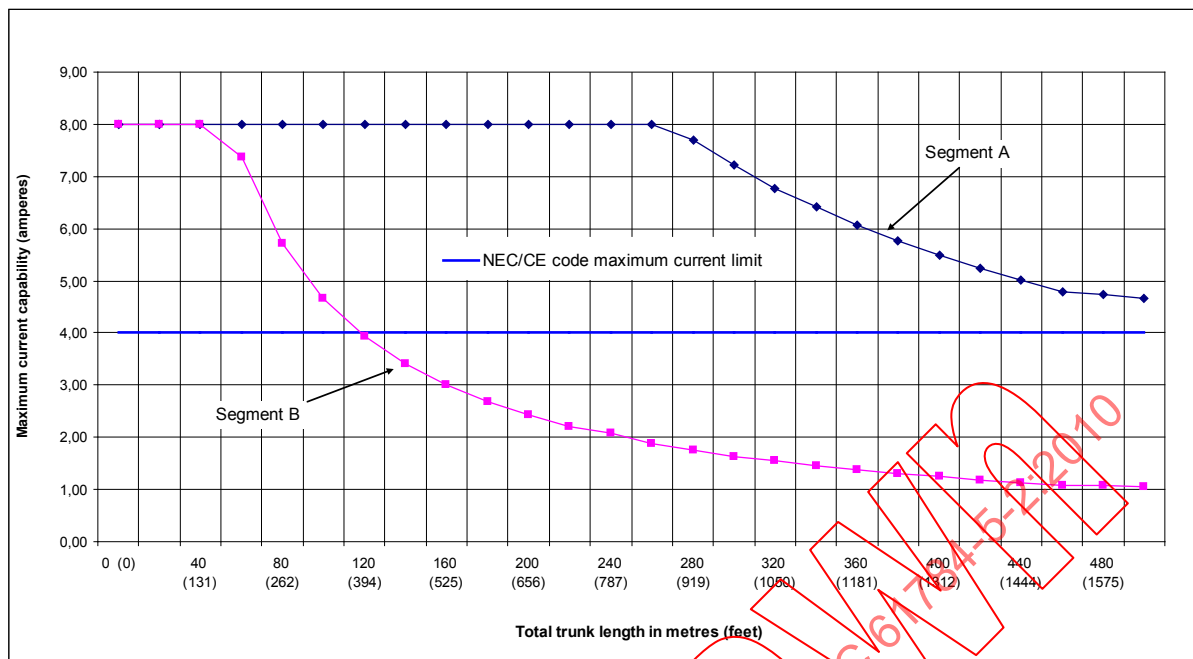


Figure C.13 – Current for thick cable and two power supplies

Table C.8 – Current versus length for two power supplies

Power supply A				Power supply B			
Network length m (ft.)	Maximum current A	Network length m (ft.)	Maximum current A	Network length m (ft.)	Maximum current A	Network length m (ft.)	Maximum current A
0 (0)	8,00	260 (853)	8,00	0 (0)	8,00	260 (853)	1,89
20 (66)	8,00	280 (919)	7,69	20 (66)	8,00	280 (919)	1,76
40 (131)	8,00	300 (984)	7,21	40 (131)	8,00	300 (984)	1,64
60 (197)	8,00	320 (1 050)	6,78	60 (197)	7,38	320 (1 050)	1,54
80 (262)	8,00	340 (1 115)	6,41	80 (262)	5,71	340 (1 115)	1,46
100 (328)	8,00	360 (1 181)	6,07	100 (328)	4,66	360 (1 181)	1,38
120 (394)	8,00	380 (1 247)	5,76	120 (394)	3,94	380 (1 247)	1,31
140 (459)	8,00	400 (1 312)	5,49	140 (459)	3,40	400 (1 312)	1,24
160 (525)	8,00	420 (1 378)	5,24	160 (525)	3,00	420 (1 378)	1,18
180 (591)	8,00	440 (1 444)	5,01	180 (591)	2,68	440 (1 444)	1,13
200 (656)	8,00	460 (1 509)	4,80	200 (656)	2,43	460 (1 509)	1,08
220 (722)	8,00	480 (1 575)	4,73	220 (722)	2,22	480 (1 575)	1,07
240 (787)	8,00	500 (1 640)	4,66	240 (787)	2,08	500 (1 640)	1,05

To determine if there is adequate power for the devices in the cable system, the look-up method which is fully described here should be used. See the example in Figure C.14 and Figure C.15. There is enough power if the total load does not exceed the value shown by the curve in Figure C.13 or the values given in Table C.8.

The worst-case scenario is when all of the nodes are together at one end of the cable and the power supply is at the opposite end (see Figure C.14), so all current flows over the longest distance of the trunk cable.

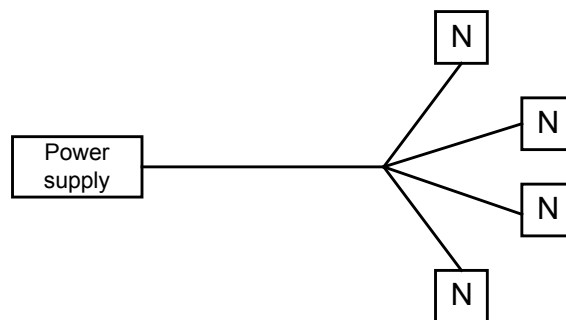


Figure C.14 – Worst case scenario

Important: This method may underestimate the capacity of the network by as much as 4 to 1. See C.4.3.2.5.5 for the full calculation method if the current does not fit under the curve.

The following example uses the look-up method to determine the configuration for one end-connected power supply. One end connected power supply provides as much as 8 A near the power supply.

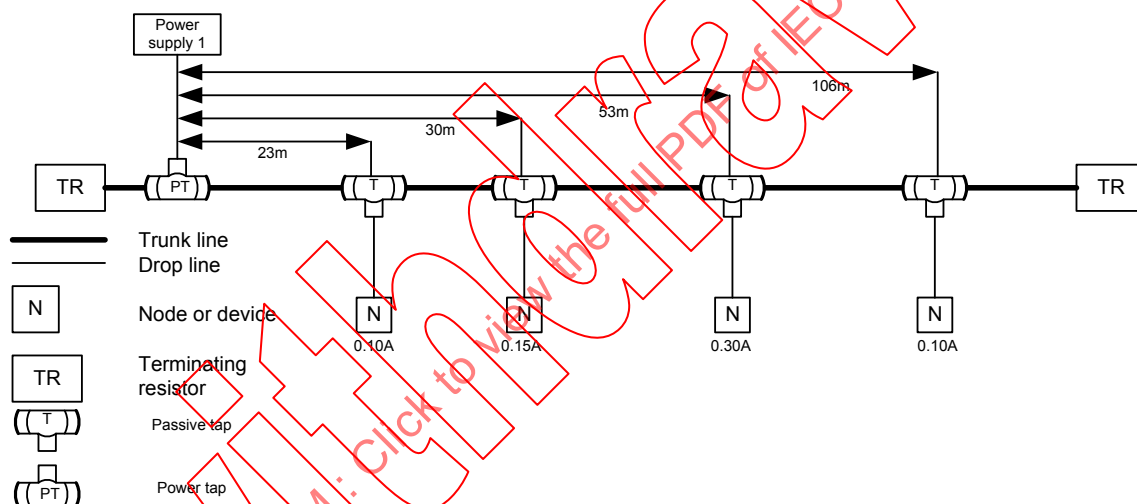


Figure C.15 – Example using the lookup method

- 1) Using the example in Figure C.15, the total length of the network is 106 m

- 2) Add each device's current together to find the total current.

$$0,10 \text{ A} + 0,15 \text{ A} + 0,30 \text{ A} + 0,10 \text{ A} = 0,65 \text{ A}$$

Important: Make sure that the required power is less than the rating of the power supply. Power supply derating may be necessary if it is in an enclosure or at elevated temperature.

- 3) Find the next largest network length using the values given in Table C.7 to determine the maximum current for thick round trunk cable allowed for the system (approximately).

$$120 \text{ m (2,47 A)}$$

Since the total current does not exceed the maximum allowable current, the system will operate properly (0,65 A is less than 2,47 A).

Important: If the application does not fit “under the curve” it will be necessary to either perform:

- full-calculation method describe later or;

- move the power supply to somewhere in the middle of the cable system and re-evaluation per the previous section.

C.4.3.2.5.5 Full calculation method

Use the full-calculation method if initial evaluation indicates that one section is overloaded or if the requirements of the configuration cannot be met by using the look-up method.

Important: Before construction of the cable system, repeat all calculations to avoid errors.

A supply that is not end-connected creates two sections of trunk line. Evaluate each section independently.

Use the following equation and Table C.9 to determine if the voltage drop for V- is within the specification limit of $\leq 4,65$ V (trunk).

$$\text{Sum}\{[(L_n \times R_c) + (N_t \times 0,005)] \times I_n\} \leq 4,65 \text{ V}$$

Table C.9 – Definition of equation variables

Term	Definition
L_n	L = the distance (m or ft.) between the device and the power supply, excluding the drop line distance N = the number of a device being evaluated, starting with one for the device closest to the power supply and increasing by one for the next device. The equation sums the calculated drop for each device and compares it to 4,65 V
R_c	Thick cable --- 0,015 Ω /m Mid cable --- 0,023 Ω /m Thin cable --- 0,069 Ω /m Flat cable --- 0,019 Ω /m
N_t	The number of taps between the device being evaluated and the power supply. For example: When a device is the first one closest to the power supply, this number is 1 When a device has one device between it and the power supply, this number is 2. When 10 devices exist between the evaluated device and the power supply, this number is 11. For devices attached to a multi port tap, treat the tap as one tap. The current for all devices attached to one of these taps shall be summed and used with the equation only once. For flat cable, $N_t = 1 +$ twice the number of intermediate splice kits
0,005	The nominal contact resistance used for every connection to the trunk line
I_n	I = The current drawn from the cable system by the device. For current within 90 % of the maximum, use the nominal device current. Otherwise, use the maximum rated current of the device. For multiport taps, sum the currents of all the attached devices, and count the tap as one tap N = The number of a device being evaluated, starting with one for the device closest to the power supply and increasing by one for the next device
4,65 V	The maximum voltage drop allowed on the DeviceNet trunk line in V- line. This is the total cable system (V-) voltage drop of 5,00 V minus 0,35 V reserved for the drop line voltage drop

C.4.3.2.5.6 Example of one power supply (end-connected) using thick cable

The example in Figure C.16 uses the full-calculation method to determine the configuration for one end-connected power supply on a thick cable trunk line:

- Device 1 and device 2 cause the same voltage drop but Device 2 is twice as far from the power supply and draws half as much current;

- Device 4 draws the least amount of current but it is furthest from the power supply and causes the greatest incremental voltage drop.

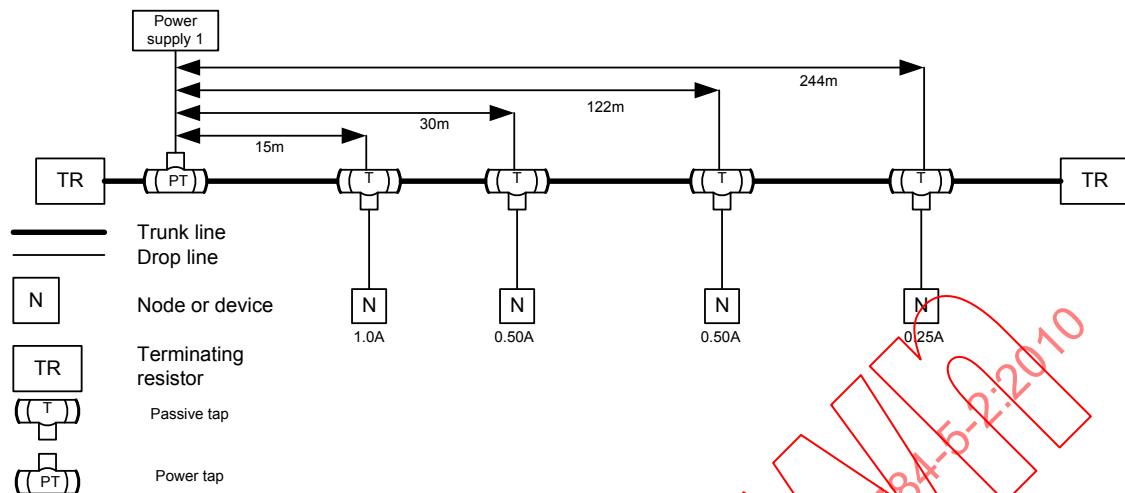


Figure C.16 – One power supply end connected

- 1) Find the voltages for each device using the equation for thick cable.

$$\text{SUM } \{[(L_n \times (0,0045)) + (N_t \times (0,005))] \times I_n\} \leq 4,65 \text{ V}$$

$$\text{A. } [(15 \times (0,015)) + (1 \times (0,005))] \times 1,00 = 0,23 \text{ V}$$

$$\text{B. } [(30 \times (0,015)) + (2 \times (0,005))] \times 0,50 = 0,23 \text{ V}$$

$$\text{C. } [(120 \times (0,015)) + (3 \times (0,005))] \times 0,50 = 0,9 \text{ V}$$

$$\text{D. } [(242 \times (0,015)) + (4 \times (0,005))] \times 0,25 = 0,91 \text{ V}$$

- 2) Add each device's voltage together to find the total voltage.

$$0,23 \text{ V} + 0,23 \text{ V} + 0,91 \text{ V} + 0,91 \text{ V} = 2,27 \text{ V}$$

Since the total voltage does not exceed 4,65 V, the system will operate properly ($2,27 \text{ V} < 4,65 \text{ V}$).

The percent loading is found by dividing the total voltage by 4,65 V.

$$\% \text{Loading} = 2,28 / 4,65 = 49 \%$$

In some cases the network power will need to be segmented. Segmenting the network power requires cutting the V+ line to separate the power supplies. V- shall be continuous throughout the network. The power calculation for segmented power is the same for single power supplies.

C.4.3.2.5.7 Adjusting the power configuration

To make the system operational, the designer can do one or more of the following:

- move the power supply in the direction of the overloaded section;
- move higher current loads as close to the supply as possible;
- move devices from the overloaded section to another section;
- shorten the overall length of the cable system;

- perform the full-calculation method for the segment described in clause C.4.3.2.5.6 for the non-operational section;
- add a second power supply to the cable system as shown in the following example. Figure C.17 and Figure C.18 show how to segment the power bus to add an additional power supply. This example has the two power supplies in the centre of the network which is convenient for power mains connection and reducing the number of enclosures needed.

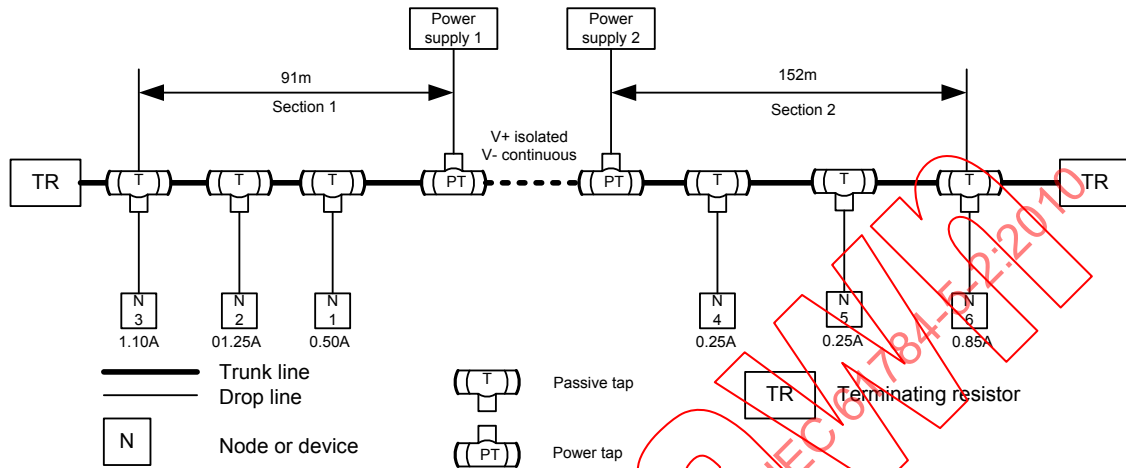


Figure C.17 – Segmenting power in the power bus

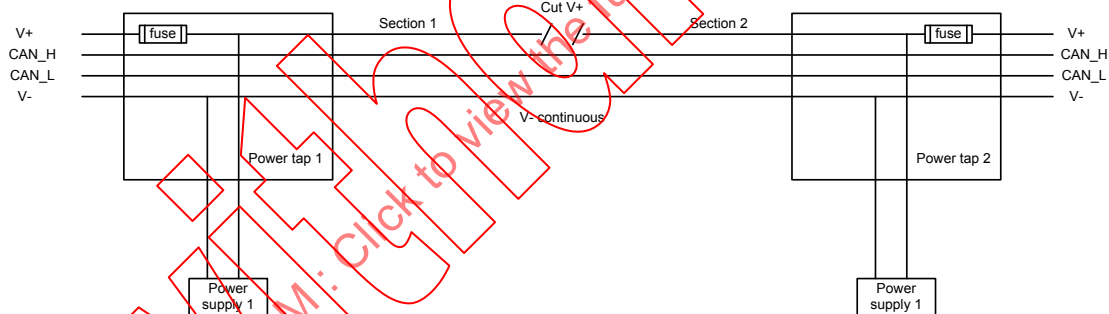


Figure C.18 – Segmenting the power bus using power taps

C.4.3.2.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.4.4 Selection and use of cabling components

C.4.4.1 Cable selection

C.4.4.1.1 Common description

C.4.4.1.2 Copper cables

C.4.4.1.2.1 Balanced cables for Ethernet based CPs

Not applicable.

C.4.4.1.2.2 Copper cables for non Ethernet based CPs

Replacement:

Table C.10 and Table C.11 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 4 and Table 5.

Table C.10 – Information relevant to copper cable: fixed cables

Characteristic	CP 2/3
Nominal impedance of cable (tolerance)	(120 ± 10 %) Ω
Balanced or unbalanced	Balanced
DCR of conductors	See Table C.13
DCR of shield	See Table C.13
Number of conductors	4 minimum 5 with shield
Shielding	As needed (see Table C.13)
Colour code for conductor	Data WH & BU, Power RD & BK
Jacket colour requirements	User defined
Jacket material	To comply with local regulations and application/environment
Resistance to harsh environment (e.g.: UV, oil resist, LS0H)	Application dependant
Agency ratings	As required by local regulations

Table C.11 – Information relevant to copper cable: cords

Characteristic	CP 2/3
Nominal impedance of cable (tolerance)	(120 ± 10 %) Ω
Balanced or unbalanced	Balanced
DCR of conductors	See Table C.13
DCR of shield	See Table C.13
Number of conductors	4 minimum 5 with shield
Length	See Table C.13
Shielding	See Table C.13
Colour code for conductor	Data WH & BU, Power RD & BK
Jacket colour requirements	User defined
Jacket material	To comply with local regulations and application/environment
Resistance to harsh environment (e.g.: UV, oil resist, LS0H)	Application dependant
Agency ratings	As required by local regulations

Addition:

The cables in Table C.12 are approved for DeviceNet networks. Table C.12 also provides connector compatibility and trunk lengths for each cable profile.

Table C.12 – DeviceNet cables and connector support cross reference

Parameter	Cable profiles								
	Thick	Thin	Flat	Flat II	Cable I	Cable II	Cable III	Cable IV	Cable V
Cable geometry	Round	Round	Flat	Flat	Round	Round	Round	Round	Round
Number of conductors	4+1	4+1	4	4	4+1	4+1	4+1	4	4+1

Parameter	Cable profiles								
	Thick	Thin	Flat	Flat II	Cable I	Cable II	Cable III	Cable IV	Cable V
Shielded	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Max. trunk length (m)									
125 kbit/s	500	100	420	265	100	500	300	0	420
250 kbit/s	250	100	200	150	100	250	250	0	200
500 kbit/s	100	100	75	75	100	100	100	0	75
Maximum current (A)	8	3	8	5	3	8	1,5	8	8
Connector support									
Micro	No	Yes	No	No	No	Yes	Yes	See NOTE	No
Mini	Yes	Yes	No	No	No	Yes	Yes	See NOTE	Yes
Open-style CombiCon	Yes	Yes	No	No	No	Yes	Yes	See NOTE	Yes
Flat IDC	No	No	Yes	No	No	No	No	See NOTE	No
Flat IDC Type II	No	No	No	Yes	No	No	No	No	No
NOTE Connector support is vendor specific.									

Addition:

DeviceNet cables shall meet the following specifications. Table C.13 provides specifications for the three most common cable profiles.

NOTE See Volume 3 of the ODVA specifications ([6]⁷) for other cable specifications.

Table C.13 – DeviceNet cable profiles

	Cable profile		
	Thick	Thin	Flat
Data pair			
Physical characteristics	Specification		
Conductor pair size	18 AWG or 0,82 mm ² copper minimum; 19 strands minimum (individually tinned)	24 AWG or 0,204 mm ² copper minimum; 19 strands minimum (individually tinned)	16 AWG or 1,3 mm ² copper minimum; 19 strands minimum (individually tinned)
Insulation diameter	3,8 mm (nominal)	1,96 mm (nominal)	2,8 mm (nominal)
Colours	Lt BU and WH	Lt BU WH	Lt BU WH
Pair twist/m	9,8/m (approx.)	16,5/m (approximately)	n/a
Tape shield over pair	0,05 mm/0,025 mm, Al/Mylar, Al side out w/shorting fold (pullon applied)	0,025 4 mm/0,025 mm, Al/Mylar, Al side out w/shorting fold (pullon applied)	n/a

⁷ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

	Cable profile		
	Thick	Thin	Flat
Electrical characteristics	Specification		
Impedance	$(120 \pm 10 \%) \Omega$ (at 1 MHz)	$(120 \pm 10 \%) \Omega$ (at 1 MHz)	$(120 \pm 10 \%) \Omega$ (at 500 kHz)
Propagation delay	4,46 ns/m (maximum)	4,46 ns/m (maximum)	5,25 ns/m (maximum)
Capacitance between conductors	39,37 pF/m at 1 kHz (nominal)	39,37 pF/m at 1 kHz (nominal)	48,23 pF/m at 500 kHz (maximum)
Capacitance between one conductor and other conductors connected to shield.	78,74 pF/m at 1 kHz (nominal)	78,74 pF/m at 1 kHz (nominal)	n/a
Capacitive unbalance	3 937 pF/ 1 000 m at 1 kHz (nominal)	3 937 pF/ 1 000 m at 1 kHz (nominal)	3 937 pF/ 1 000 m at 500 kHz (maximum) ASTM D4566-94
DCR at 20 °C	22,60 Ω /1 000 m (maximum)	91,9 Ω /1 000 m (maximum)	16,1 Ω /1 000 m (maximum)
Attenuation	0,43 dB/100 m at 125 kHz (maximum) 0,82 dB/100 m at 500 kHz (maximum) 1,31 dB/100 m at 1,00 MHz (maximum)	0,95 dB/100 m at 125 kHz (maximum) 1,64 dB/100 m at 500 kHz (maximum) 2,3 dB/100 m at 1,00 MHz (maximum)	0,43 dB/100 m at 125 kHz (maximum) 0,82 dB/100 m at 250 kHz (maximum) 1,31 dB/100 m at 500 kHz (maximum)
Power pair			
Physical characteristics	Specification		
Conductor pair size	15 AWG or 1,65 mm ² copper minimum; 19 strands minimum (individually tinned)	22 AWG or 0,33 mm ² copper minimum; 19 strands minimum (individually tinned)	16 AWG or 1,3 mm ² copper minimum; 19 strands minimum (individually tinned)
Insulation diameter	2,49 mm (nominal)	1,4 mm (nominal)	2,8 mm (nominal)
Colours	Red, black	Red, black	Red, black
Pair twist/m	9,8 approximately	16,4 approximately	n/a
Tape shield over pair	0,025 mm/0,025 mm, Al/Mylar, Al side out w/shorting fold (pullon applied)	0,025 mm/0,025 mm, Al/Mylar, Al side out w/shorting fold (pullon applied)	n/a
Electrical characteristics	Specification		
DCR at 20 °C	11,81 Ω /1 000 m (maximum)	57,4 Ω /1 000 m (maximum)	16,1 Ω /1 000 m (maximum)
General specifications			
Physical characteristics	Specification		
Geometry	Two shielded pairs, common axis with drain wire in centre	Two shielded pairs, common axis with drain wire in centre	n/a
Overall braid shield	65 % coverage 36 AWG or 0,012 mm ² tinned Cu braid minimum (individually tinned)	65 % coverage 36 AWG or 0,12 mm ² tinned Cu braid minimum (individually tinned)	n/a
Drain wire	18 AWG or 0,82 mm ² copper minimum; 19 strands minimum (individually tinned)	22 AWG or 0,33 mm ² copper 19 strands minimum (individually tinned)	n/a
Outside diameter	10,41 mm (minimum) to 12,45 mm (maximum)	6,1 mm (minimum) to 7,11 mm (maximum)	See Figure C.22

	Cable profile		
	Thick	Thin	Flat
Roundness	Radius delta to be within 15 % of 0,5 outer diameter	Radius delta to be within 20 % of 0,5 outer diameter	n/a
Jacket marking	Vendor name and part #, and additional markings	Vendor name and part # and additional markings	Vendor name and part # and additional markings
Electrical characteristics	Specification		
DCR (braid+tape+drain)	5,74 Ω /1 000 m (nom. at 20 °C)	10,5 Ω /1 000 m (nom. at 20 °C)	n/a
Applicable environmental characteristics	Specification		
Agency Certifications (U.S. and Canada)	NEC (UL) type, CL2/CL3 (minimum)	NEC (UL) type CL2 (minimum)	NEC (UL) type CL2 (minimum)
Flexure	2 000 cycles at bend radius, 90 °, 8,9 N pull force, 15 cycles per minute, tic-toc or rolling "C" track method	2 000 cycles at bend radius, 90 °, 8,9 N pull force, 15 cycles per minute, tic-toc or rolling "C" track method	1,0 Mcycles at bend radius, 15,24 cm minimum length, 15 cycles per minute, rolling "C" track method
Bend radius	20 $\times$ diameter (installation) / 7 $\times$ diameter (fixed)	20 $\times$ diameter (installation) / 7 $\times$ diameter (fixed)	10 $\times$ thickness (installation and fixed)
Operating ambient temperature	-20 °C to +60 °C at 8 A; derate current linearly to zero at 80 °C	-20 °C to +70 °C at 1,5 A; derate current linearly to zero at 80 °C	-25 to +75 °C at 1,5 A; derate current linearly to zero at 80 °C
Storage temperature	-40 °C to +85 °C	-40 °C to +85 °C	-40 °C to +85 °C
Pull tension	800 N maximum	280 N maximum	390 N maximum
Connector Compatibility	mini, open	Mini, micro, open	Flat
Topology compatibility	Trunk, drop	Trunk, drop	Trunk

C.4.4.1.3 Cables for wireless installation

Not applicable.

C.4.4.1.4 Optical fibre cables

Not applicable.

C.4.4.1.5 Special purpose balanced copper and optical fibre cables

Addition:

Data communications and power bus cables that are part of hybrid cables shall comply with one of the profiles in Table C.13. Cable constructions that provide hyflex and special chemical resistivity, oil resistant and UV shall comply with one or more of the profiles in Table C.13 and related material standards.

C.4.4.1.6 Specific requirements for CPs

Not applicable.

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

Not applicable.

C.4.4.2 Connecting hardware selection**C.4.4.2.1 Common description****C.4.4.2.2 Connecting hardware for balanced cabling CPs based on Ethernet**

Not applicable.

C.4.4.2.3 Connecting hardware for copper cabling CPs not based on Ethernet

Modification:

Table C.14 provides values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 8.

Table C.14 – Copper connectors for non-Ethernet based fieldbus

	IEC 60807-2 or IEC 60807-3	IEC 60947-5-2 or IEC 61076-2-101			IEC 61169-8	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)	M18	7/8-16 UN-2B THD	Open-style	Terminal block	Others
CP 2/3	No	Yes	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	See Table C.15
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.										

Addition:

Table C.15 provides a list of available connectors for DeviceNet networks. This table is an extension of Table C.14.

Table C.15 – Additional connectors for CP 2/3 (DeviceNet)

Connector	M12-5 A-coding	Mini 7/8-16 UN-2A THD / M18	Open	Flat
Standard	IEC 60947-5-2:2007, Figure D.2	ANSI/(NFPA)T3.5.29	ODVA (see [6])	ODVA (see [6])
Contacts	5	5	5	4
Current (A)	3	8	8	8
Sealed	Yes	Yes	No	Yes

C.4.4.2.4 Connecting hardware for wireless installation

Not applicable.

C.4.4.2.5 Connecting hardware for optical fibre cabling

Not applicable.

C.4.4.2.6 Specific requirements for CPs

Not applicable.

C.4.4.2.7 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.4.4.3 Connections within a channel/permanent link

C.4.4.3.1 Common description

Not applicable.

C.4.4.3.2 Balanced cabling connections and splices for CPs based on Ethernet

Not applicable.

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

Replacement:

128 mated pairs in a trunk segment are allowed: this includes bulkheads and taps.

Copper splices are not allowed. All connections shall be made at a connection or on suitable terminal blocks.

Bulkhead connectors may be used as needed to provide modularity.

C.4.4.3.4 Optical fibre cabling connections for CPs based on Ethernet

Not applicable.

C.4.4.3.5 Optical fibre cabling connections and splices for CPs not based on Ethernet

Not applicable.

C.4.4.3.6 Specification requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.4.4.4 Terminators

C.4.4.4.1 Common description

C.4.4.4.2 Specific requirements for CPs

Addition:

The trunk line shall be terminated at each end of the network into its characteristic impedance of 121 Ω . The terminator can be an integral part of a plug or a resistor. The terminator shall conform to the values below:

- Value: 121 Ω ;
- Tolerance: $\pm 1\%$;
- Power rating: $\frac{1}{4}$ W.

Physical: recommend axial lead or embedded in mini or micro connectors.

Terminators shall be placed across the data pair (white and blue) only. Terminators shall not be located inside an active device.

Copper splices are not allowed. All connections shall be made at a connector or on suitable terminal blocks.

C.4.4.4.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.4.4.5 Device location and connection

C.4.4.5.1 Common description

C.4.4.5.2 Specific requirements for CPs

Addition:

Devices shall be installed in accordance with the following:

- manufacturer's documentation;
- planner's documentation;
- cable routing.

C.4.4.5.3 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

C.4.4.5.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.4.4.6 Coding and labelling

C.4.4.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shielded cabling

C.4.4.7.1 Common description

C.4.4.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways

C.4.4.7.2.1 Equalization and earthing conductor sizing and length

Addition:

If the building does not have an adequate equipotential earthing system, then star earthing method shall be used to mitigate earth potential offsets in the communications coverage area.

C.4.4.7.2.2 Bonding straps and sizing

Modification:

Equipotential bonding conductors should preferably be constructed of copper. Aluminium and steel constructions are not recommended for communications bonding straps.

Bonding plates should preferably be of copper construction. Tin or zinc coating may be used to reduce corrosion. The plating minimum thickness shall be as detailed in IEC 61918:2010, Table 15.

C.4.4.7.3 Earthing methods

C.4.4.7.3.1 Mesh, equipotential

C.4.4.7.3.2 Earthing of equipment (devices)

Replacement:

Equipment shall be earthed in accordance with the manufacturer's installation instructions.

C.4.4.7.3.3 Installing copper bus bars

Addition:

In some cases it may be necessary to install copper bus bars in accordance with the star earthing system. When doing so insulators may be required to isolate the bus bar from the enclosure or building earth reference. When it is necessary to isolate the copper bus bar, the d.c. resistance to the local earth shall be a minimum of 2 MΩ. If the bus bar is plated, it shall be in accordance with IEC 61918:2010, Table 15.

The bus bar surface shall be prepared in accordance with IEC 61918:2010, 5.7.2.3. The conductor sizing shall be in accordance with IEC 61918:2010, 4.4.7.2.1, Table 13.

C.4.4.7.4 Shield earthing

C.4.4.7.4.1 Non-earthing or parallel RC

C.4.4.7.4.2 Direct

Not applicable.

C.4.4.7.4.3 Derivatives of direct and parallel RC

Addition:

DeviceNet shall be earthed at one location in the network only. This location is recommended to be at the power supply or power tap where the power supply connects to the trunk. In addition the V- is earthed at this location. This location shall provide an earth connection for the communications cable shield. Devices shall not connect V-, or the shield directly to earth. Devices may connect the shield to earth through a 1 MΩ resistor in parallel with a 0,01 μF capacitor or float the shield. The flat trunk cabling system has no shield, therefore provides no earthing for devices.

C.4.4.7.5 Specific requirements for CPs

Addition:

DeviceNet V- and the communications shield may be earthed. To prevent earth loops, Earthing shall be only at one location in the network. This location should be at the power supply or power tap, where the power supply connects to the trunk. If local standards require additional earthing of the shield, then it is mandatory that the earthing and bonding system in the communications coverage area provide equipotential earthing characteristics as described in IEC 61918:2010, 4.4.7.2.1, or a suitable star earthing system be installed as described in IEC 61918:2010, 4.4.7.2.2.

C.4.4.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.4.4.8 Storage and transportation of cables**C.4.4.9 Routing of cables****C.4.4.9.1 Common description****C.4.4.9.2 Cable routing of assemblies****C.4.4.9.3 Detailed requirements for cable routing inside enclosures****C.4.4.9.4 Cable routing inside buildings****C.4.4.9.5 Cable routing outside buildings****C.4.4.9.6 Installing redundant communication cables****C.4.4.10 Separation of circuits****C.4.4.11 Mechanical protection of cabling components****C.4.4.11.1 Common description****C.4.4.11.2 Specific requirements for CPs**

Not applicable.

C.4.4.11.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.4.4.12 Installation in special areas**C.4.4.12.1 Common description****C.4.4.12.2 Specific requirements for CPs**

Addition:

The cabling components shall be selected based on the environmental and application requirements. Highflex applications shall use cables designed to meet high flex. Cables expected to be subjected to weld splatter shall have the appropriate protection or jacket designs. Cables used in outdoor applications, shall have the appropriate UV protection or jacketing design.

C.4.4.12.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.4.5 Cabling planning documentation**C.4.6 Verification of cabling planning specification**

C.5 Installation implementation

C.5.1 General requirements

C.5.1.1 Common description

C.5.1.2 Installations of CPs

C.5.1.3 Installation of generic cabling in industrial premises

C.5.2 Cable installation

C.5.2.1 General requirements for all cabling types

C.5.2.1.1 Storage and installation

C.5.2.1.2 Protecting communications cables against potential damage

Replacement:

Table C.16 values based on the template given in IEC 61918:2010, Table 18.

Table C.16 – Parameters for balanced cables

Characteristic		Value
Mechanical force	Minimum bending radius, single bending (mm)	10 × diameter
	Bending radius, multiple bending (mm)	7 × diameter
	Pull forces (N)	840
	Permanent tensile forces (N)	n/a
	Maximum lateral forces (N)	n/a
	Temperature range during installation (°C)	20 °C to 60 °C

Tables 19 and 20 of IEC 61918:2010 are not applicable.

C.5.2.2 Installation and routing

C.5.2.3 Specific requirements for CPs

Addition:

Thick cable, with an outside diameter of 12,2 mm, is generally used as the trunk line on the DeviceNet network. Thick cable can also be used for drop lines. The cable construction is detailed in Figure C.19.

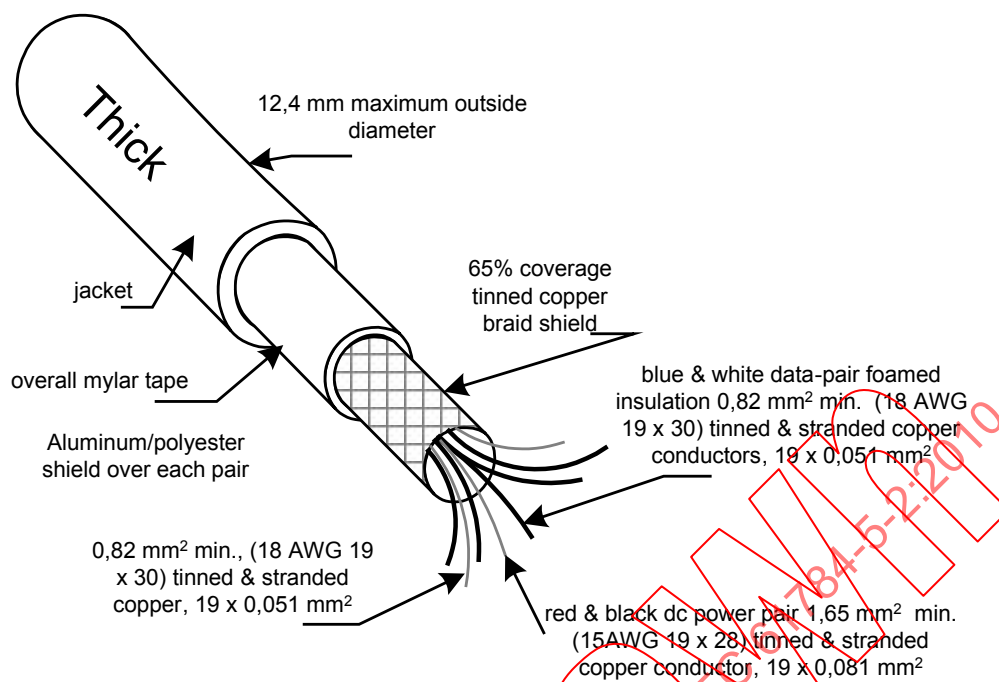


Figure C.19 – Thick cable construction

NOTE The mm² wire sizes in this and similar drawing are for information only. The wires are specified in AWG sizes.

Mid cable, with an outside diameter specified by the vendor, connects devices to the DeviceNet trunk line via taps. Mid cable can be used for trunk lines and drop lines. The construction of the mid cable is detailed in Figure C.20.

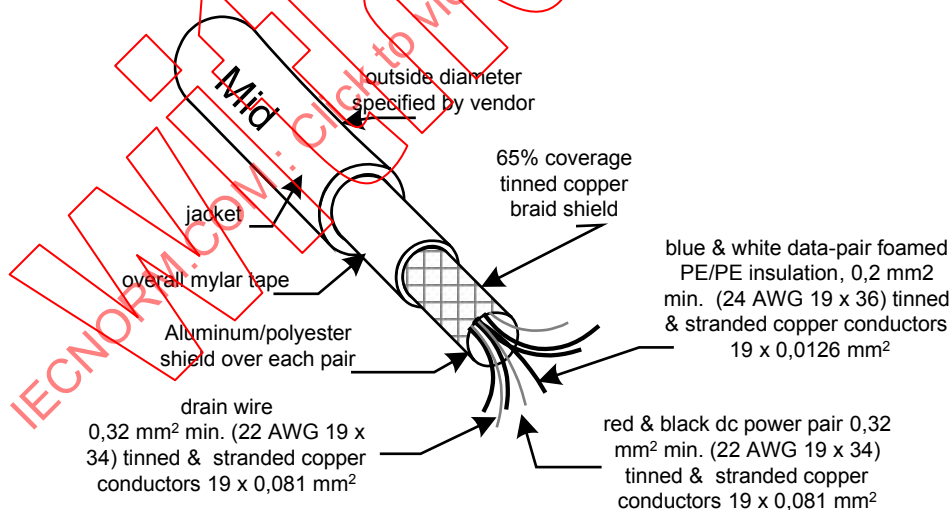


Figure C.20 – Mid cable construction

Thin cable, with an outside diameter of 6,1 mm minimum, connect devices to the DeviceNet trunk line via taps. Thin cable can be used for trunk lines and drop lines. The construction of the thin cable is detailed in Figure C.21.

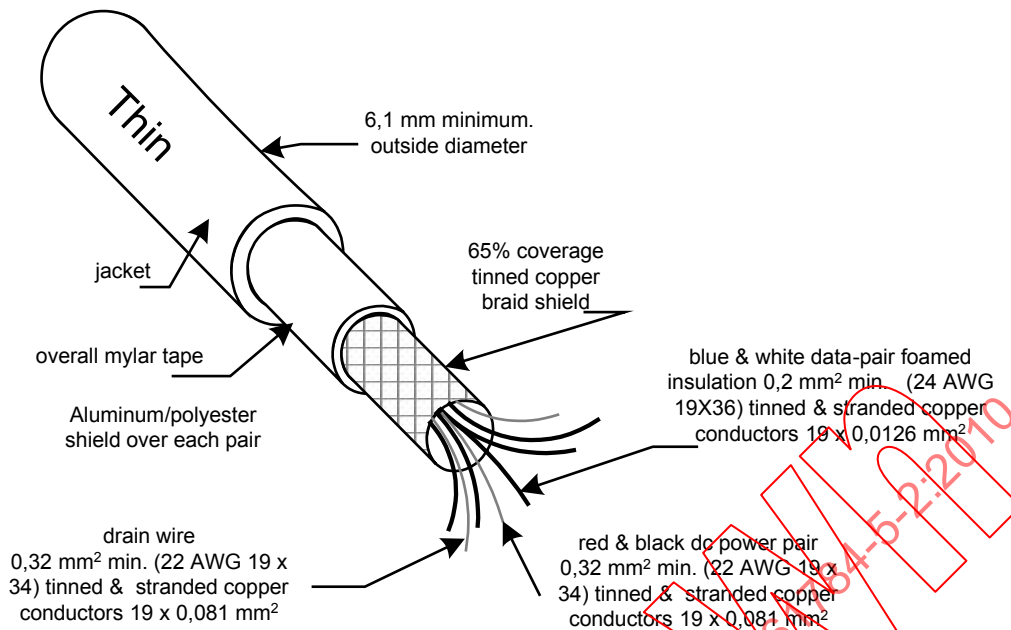


Figure C.21 – Thin cable construction

Flat cable is physically keyed to prevent wiring mishaps. Flat cable is unshielded and contains four parallel conductors. Flat cable is usually used only for the trunk line. The flat cable construction is detailed in Figure C.22.

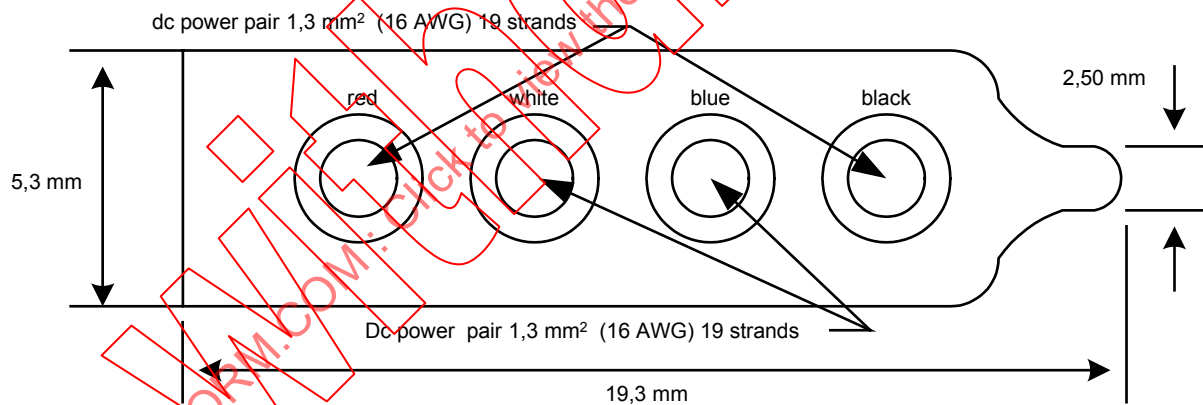


Figure C.22 – Flat cable construction

It is common practice to use a special flat cable to power output, e.g. valves, actuators or indicators. This cable is called the auxiliary power cable. It is typically distinguished from the DeviceNet by the jacket colour; typically black for auxiliary power, typically grey for DeviceNet trunk.

C.5.2.4 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

C.5.2.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.5.3 Connector installation

C.5.3.1 Common description**C.5.3.2 Shielded connectors**

The following steps are required to install shielded connectors on round cables.

- 1) Prepare the cable jacket by cleaning loose particles from the jacket as shown in Figure C.23.

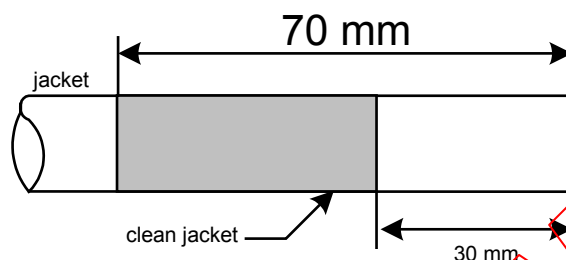


Figure C.23 – Cable preparation

- 2) Strip 30 mm of the cable jacket from the end of the cable.
- 3) Cut the braided shield and the foil shields surrounding the power and signal conductors.
- 4) Trim the conductors to the same length.
- 5) Slide the connector hardware onto the cable in the order shown in Figure C.24.

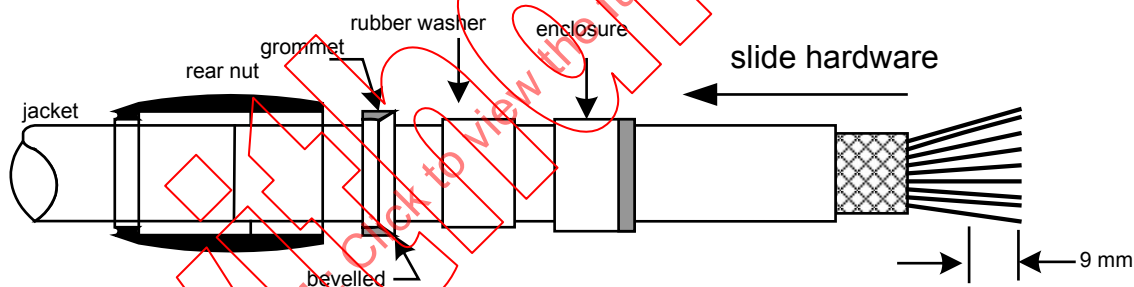


Figure C.24 – Connector assembly

- 6) Strip 9 mm of the insulation from the ends of all conductors except the bare drain wire.
- 7) Attach the wires to the connector using screw terminals as shown in the wiring diagrams in Figure C.25 and Figure C.26..
- 8) Attach the shield drain wire to the connector.

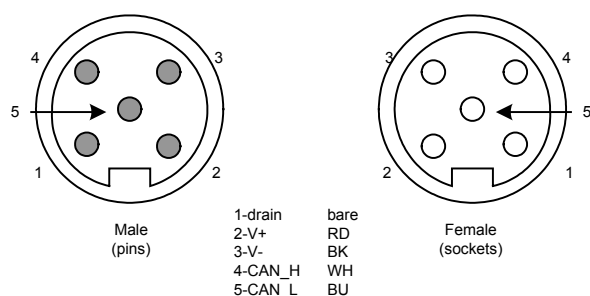


Figure C.25 – Micro connector pin assignment

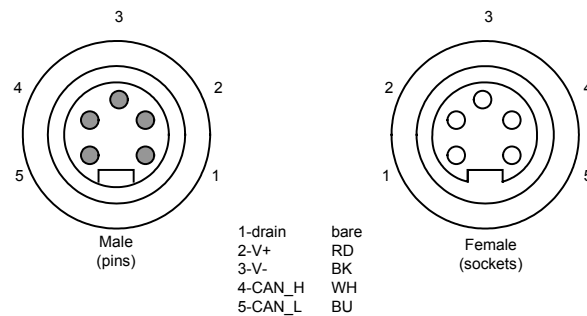


Figure C.26 – Mini connector pin assignment

- 8) Screw the enclosure body to the connector.
- 9) Screw the rear nut into the connector enclosure.

Important: Do not twist or pull the cable while tightening the rear nut.

Important: Do not twist or pull the cable while tightening the gland nut.

C.5.3.3 Unshielded connectors

Trim the end of the cable segment to be terminated. The positions of the colour-coded conductors shall match the position at the face of the connectors.

Before beginning, make sure that

- the DeviceNet cable system is inactive and all attached devices are turned off;
- the power supply is turned off;
- the manufacturer's instruction for stripping, crimping, and/or tightening are followed.

To attach a plug-in open-style connector to a round media (thick, mid or thin) trunk line, do the following.

- 1) As detailed in Figure C.27, strip 65 mm to 75 mm of the outer jacket from the end of the cable, leaving no more than 6,4 mm of the braid shield exposed.

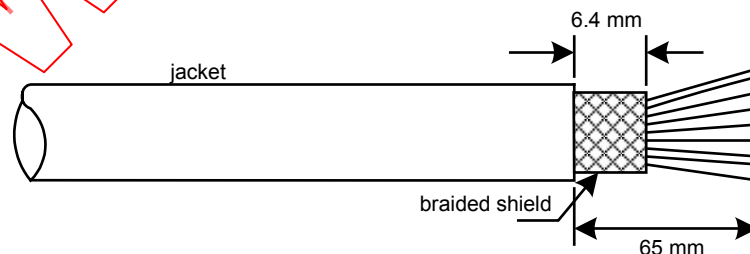


Figure C.27 – Preparation of cable end

- 2) Wrap the end of the cable with 38 mm of shrink wrap, covering part of the exposed conductors and part of the trunk line insulation as shown in Figure C.28.

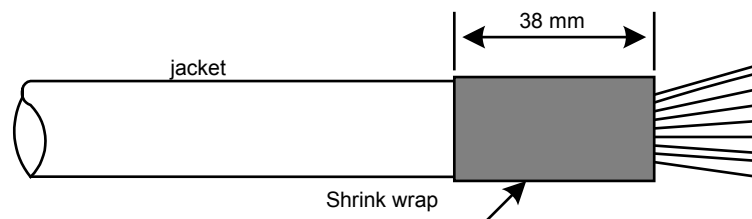


Figure C.28 – Shrink wrap installation

- 3) Prepare the wire ends by stripping 8 mm of the insulation from the end of each of the insulated conductors as shown in Figure C.29.

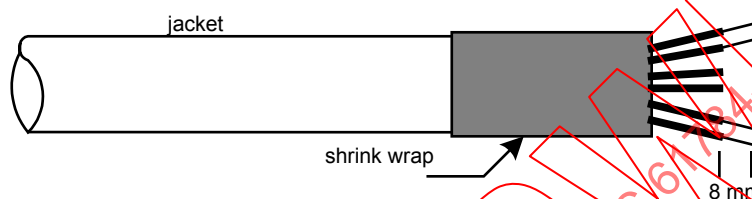


Figure C.29 – Wire preparation

- 4) See Figure C.30, Figure C.31 and Table C.17 for the following steps.
 5) Tin the last 6,5 mm of the bare conductors or crimp a suitable ferrule on the conductors.
 6) Insert each conductor into the appropriate clamping cavity of the open-style connector or the screw terminal on the device, according to the colour of the cable insulation.
 7) Tighten the clamping screws to secure each conductor. The male contacts of the device connector shall match the female contact of the connector.

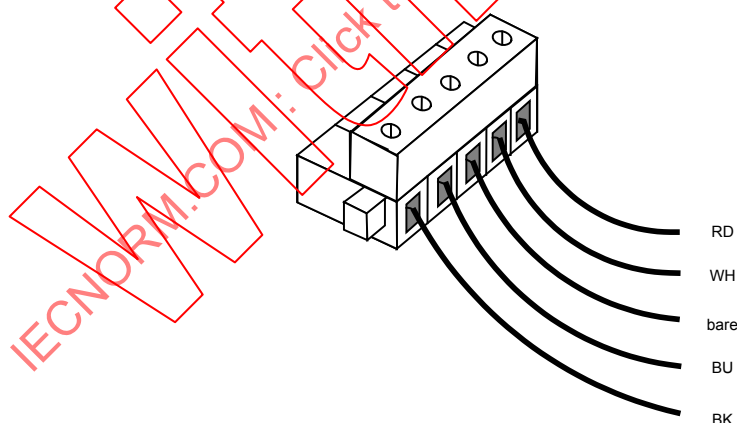


Figure C.30 – Open-style connector (female)

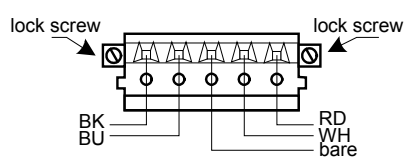


Figure C.31 – Open-style (male plug)

Table C.17 – Wire colour code and function

Wire colour	Wire identity	Usage
WH	CAN_H	Signal
BU	CAN_L	Signal
Bare	Drain	Shield
BK	V-	Power
RD	V+	Power

C.5.3.4 Specific requirements for CPs

C.5.3.4.1 Installing IDC modules on flat cable

The flat IDC snap on to the interface provides the connection to the drop cable and is available with various connectivity options.

IDCs interface drop cables and devices to the flat cable trunk line. The hinged, two-piece base snaps around the flat cable at any point along the trunk. Contact is made with the cable conductors by tightening two screws that drive the contacts through the cable jacket and into the conductors.

When used in flexing applications, the cable shall be secured to a solid reference with mounting hardware 10 cm to 15 cm from the connector.

The following guidelines should be followed.

- Installation of connectors is recommended only at temperatures of 0 °C to 75 °C.
- Make sure the cable is free of debris or scratches before attaching the connector to ensure a proper seal.
- The recommended distance between cable mounts is 3 m to 5 m.
- Special glands are available for running cable into an enclosure.

Follow these steps to properly install flat cable into a connector:

- 1) Install flat cable with the wider flat edge of the cable on the bottom (see Figure C.32).

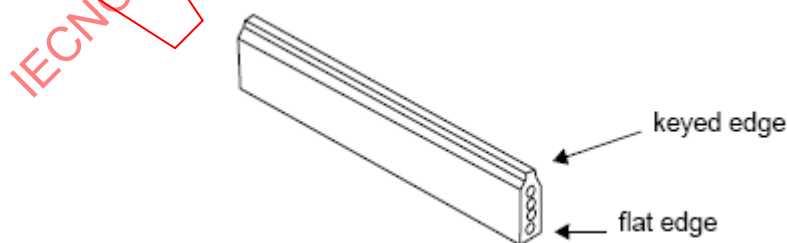


Figure C.32 – Flat cable

- 2) As shown in Figure C.33, lay the cable in the hinged base, paying attention to the keyed profile; the unkeyed edge is closer to the hinge, the keyed edge is toward the latch.

Prior to closing the connector, make sure the IDC blades do not protrude from the housing. If the blades are exposed, gently push them back into the base. In the event that the blades do not retract easily (or retract only partially), verify that the IDC screws are not partially driven.

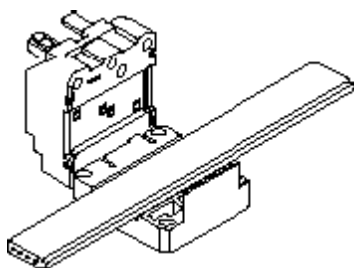


Figure C.33 – Aligning the cable

- 3) Close the hinged assembly (see Figure C.34), applying pressure until the latch locks into place. The latch has two catches. The first catch loosely holds the connector on the cable. The second catch needs more pressure applied to close the connector tightly. If the cable is not in the correct position the connector will not close.

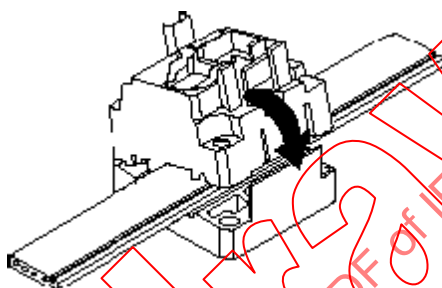


Figure C.34 – Closing the assembly

- 4) Make sure the cable is straight as shown in Figure C.35 before moving on to step 5.

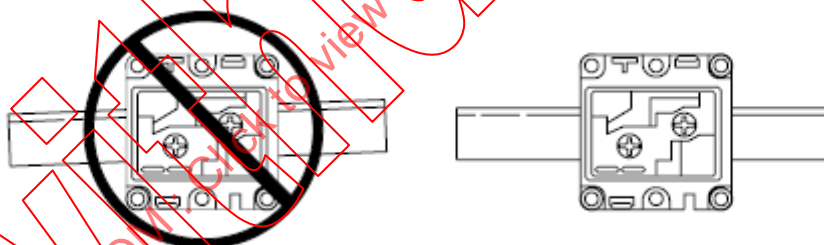


Figure C.35 – Proper orientation of cable

- 5) See Figure C.36 and locate the latch screws and tighten down the two screws at the centre points of the hinge and latch sides of the base; tighten down the latch side first. Take care to avoid stripping, ample torque per manufacturer's specifications. Mount the base to the panel by driving screws through the corner holes.

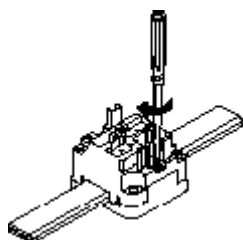


Figure C.36 – Locking the assembly

- 6) See Figure C.37 and drive the IDC contacts into the cable by tightening down the two screws in the centre of the base assembly. Care shall be taken to ensure that the screws are tight, excessive force shall be avoided to prevent damaged to the threads.

Once the IDC contacts are driven into the cable, the module should not be removed. If the module is removed, it shall be discarded and proper cable healing techniques shall be used to protect the waterproofing to IP67.

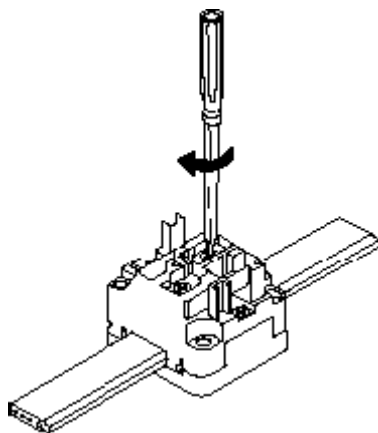


Figure C.37 – Driving the IDC contacts in to the cable

C.5.3.4.2 End cap installation

Each flat cable terminator module needs an end cap designed to cover the exposed end of the cable.

To install the end cap:

- 1) See Figure C.38 and fit the end cap on the cable as keyed. Align the end cap posts with the receptacles in the lower IDC base and press down until the end cap is firmly seated as shown in Figure C.39 (the upper surface of the posts will be flush with the upper surface of the base).

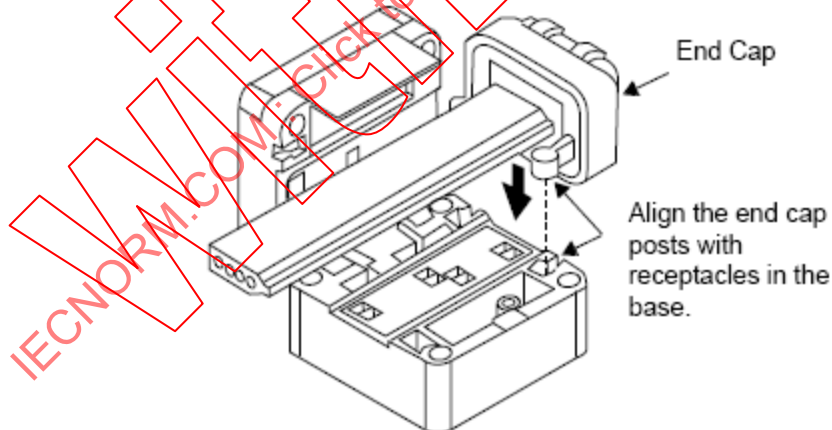


Figure C.38 – End cap placement

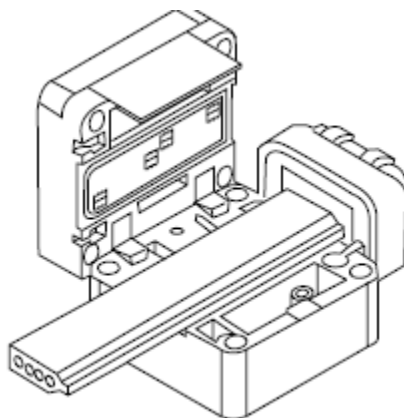


Figure C.39 – End cap seated

- 2) Close the IDC base and continue with the connection process.
- 3) When installing an end cap on the other end of the cable, the guide receptacles are on the upper portion of the IDC base (see Figure C.40). Seat the end cap in the upper half of the IDC module. Repeat the end cap installation process as outlined previously. Close the IDC base and continue with connection.

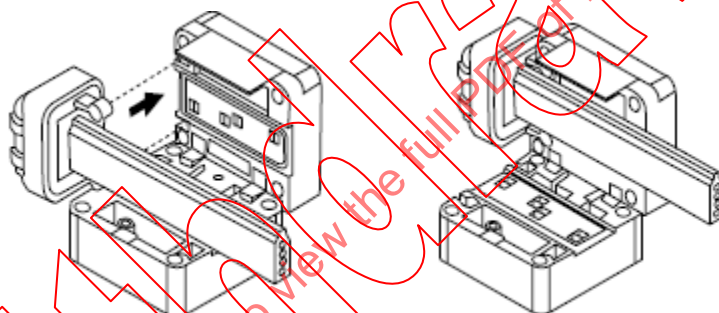


Figure C.40 – End cap installation alternate side of cable

C.5.3.4.3 Flat interface connector installation

There are currently two modules available, one is an open-style screw terminal, the other is an M12 A-coding connector. The module snaps onto the previously installed IDC modules, both providing connectivity to the trunk.

Examples of the snap-on interface connectors are shown in Figure C.41.

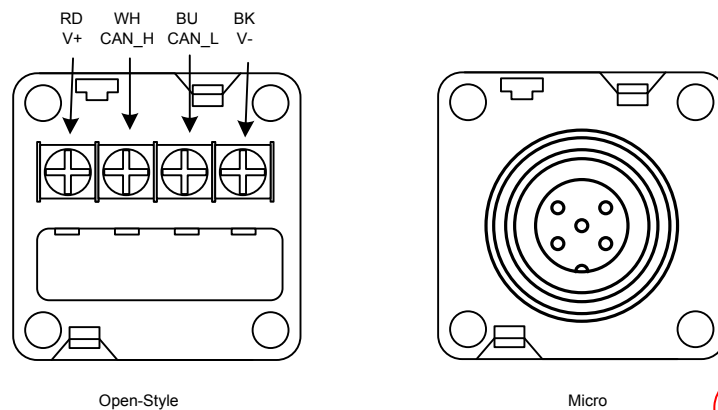


Figure C.41 – Flat cable IDC connectors

See Figure C.42 and line up the keyed rectangular holes of the micro/open/terminator module by driving screws through the two remaining mounting holes as shown in Figure C.42.

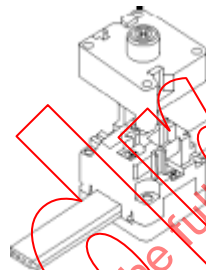


Figure C.42 – Installing the connectors

C.5.3.4.4 Wiring to an open-style module

Install the flat cable open-style connector to the flat media using the directions in C.5.3.4.1. Prepare the drop cable following the directions in C.5.3.3. Shielded or unshielded drop cables can be used for flat media connections (see Figure C.43 for wiring).

Cut or heat shrink the drain wire when using shielded drop cable as shown in Figure C.43.

Determine the exact placement of the connector before engaging the IDC contacts.

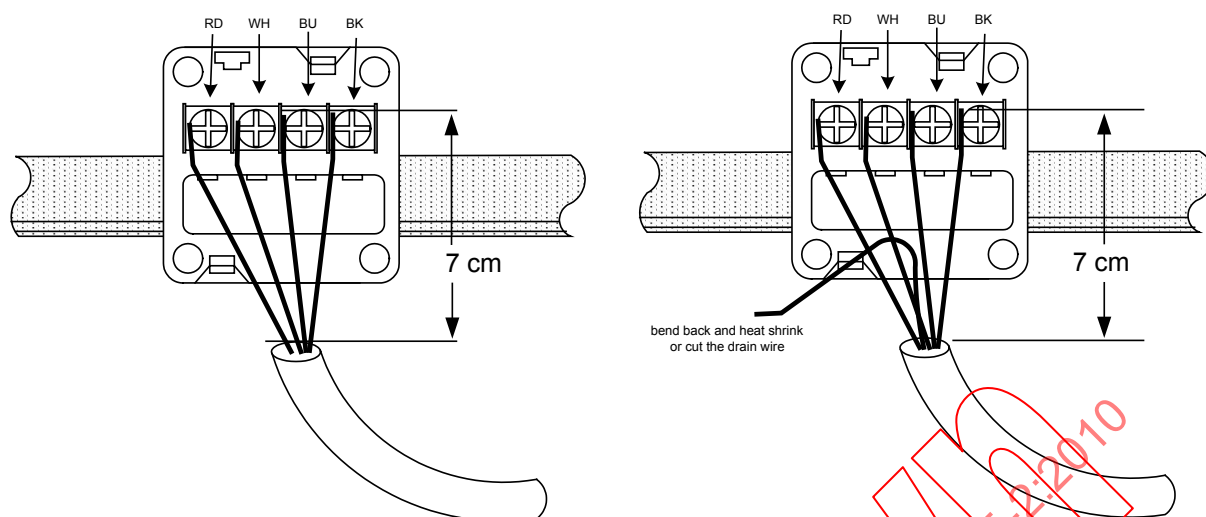


Figure C.43 – Cable wiring to open-style terminals

C.5.3.4.5 Installing auxiliary power cables

C.5.3.4.5.1 Flat cable system

Install auxiliary power cables the same way as installing the network cable. See C.5.3.4.1. for installation instructions. The flat power cable is detailed in Figure C.44. This profile is the same as the flat DeviceNet communications cable with the exception of the colour. The auxiliary power cable typically has black jacket. The colour code and wire identity for the auxiliary power cable are detailed in Table C.18.

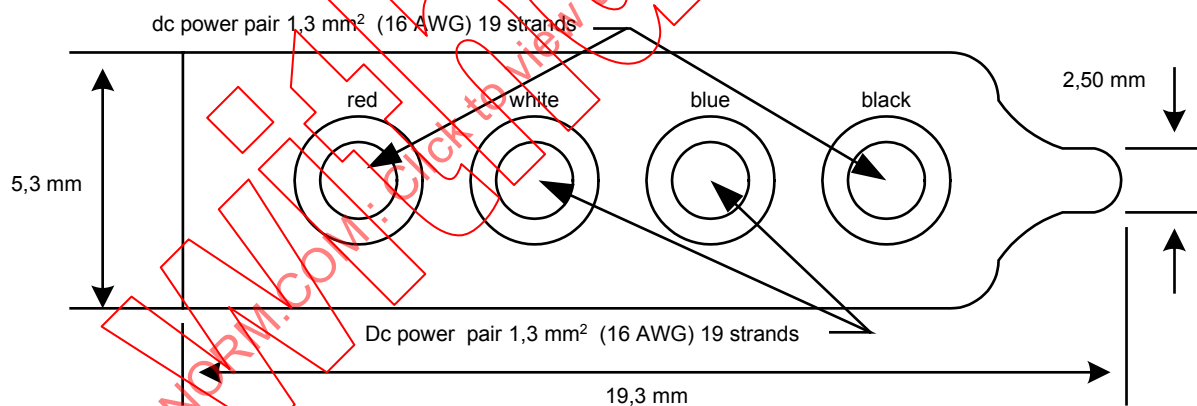


Figure C.44 – Auxiliary power cable profile

Table C.18 – Auxiliary power cable colour code

Wire colour code	Wire identity	Use
WH	User defined	User defined
BU	User defined	User defined
BK	V-	Power output
RD	V+	Power output

When routing cable into an enclosure, use a flat cable gland at the bulkhead.

C.5.3.4.5.2 Round cable system

Pinout diagrams for the micro and mini connections to the auxiliary power cable are shown in Figure C.45.

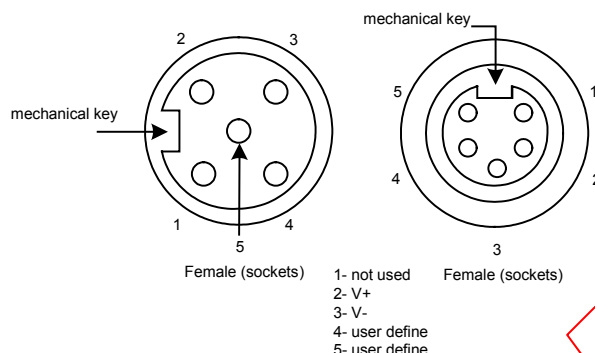


Figure C.45 – Pin out auxiliary power connectors

C.5.3.4.6 Connecting the power supply to the network

DeviceNet requires a 24 V power supply for the bus-power and auxiliary power bus. The network power supply shall meet the requirements of Table C.19. Power supplies used to power auxiliary circuits shall meet the requirements of Table C.20. The power supply shall be earthed in accordance with local, national and international standards. The V- and communications shield shall be earthed at only one location in the network. This location is usually at the power supply or power tap.

Table C.19 – Network power supply requirements

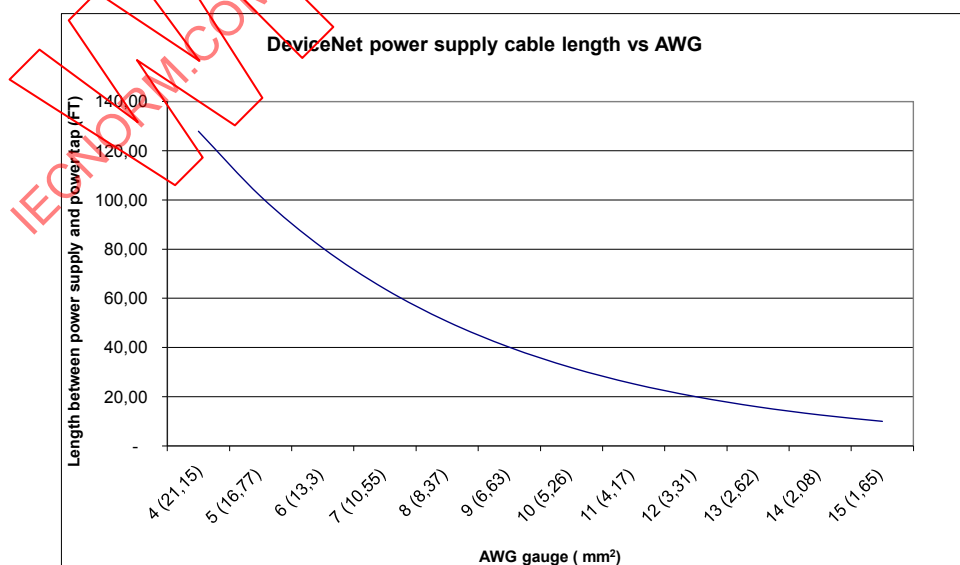
Specification	Parameter
Initial tolerance	24 volts $\pm$ 1 % or adjustable to 0,2 %
Line regulation	0,3 % maximum
Load regulation	0,3 % maximum
Temperature coefficient	0,03 % per °C maximum
Output ripple	250 mV p-p maximum
Load Capacitance Capability	7000 μ F max.
Temperature range	Operating 0 °C to 60 °C ^a Non-operating -40 °C to 85 °C
Inrush current limit	Less than 65 A peak
Over voltage protection	36 Vdc (no value specified)
Over current protection	Yes (current limit to 125 % maximum)
Turn-on time (with full load)	250 ms maximum within 5 % of final value
Turn-on overshoot	0,2 % maximum
Stability	0 % to 100 % load (all conditions)
Isolation	Output isolated from a.c. and chassis earth
Output voltage	(24 $\pm$ 1 %) V
Output current	Up to 16 A continuous
Surge current capability	10 % reserve capability
^a Derating acceptable for 60 °C operation.	

Table C.20 – Auxillary power supply requirements

Specification	Parameter
Initial tolerance	24 volts $\pm$ 1 % for fixed output power supplies Adjustable output power supplies with output range of 22-27,2 VDC
Line regulation	0,5 % maximum
Load regulation	1,5 % maximum
Temperature coefficient	0,05 % per °C maximum from 20 °C to 50 °C
Output ripple	480 mV p-p maximum
Temperature range	Operating 0 °C to 60 °C ^a Non-operating -25 °C to 65 °C
Inrush current limit	Less than 65 A peak
Over voltage protection	36 Vdc Maximum
Over current protection	Yes (current limit to 160 % maximum)
Turn-on time (with full load)	1 000 ms maximum within 5 % of final value
Turn-on overshoot	3,5 % maximum
Stability	0 % to 100 % load (all conditions)
Isolation	Output isolated from a.c. and chassis earth
Output voltage	(24 $\pm$ 1 %) V
Output current	Per application and per local regulations
Surge current capability	10 % reserve capability
^a Derating acceptable for 40 °C operation.	

C.5.3.4.7 Connecting power supplies to round media

The power supply placement will be determined by the planner and should be documented in the installation planning documentation. The power tap placement shall be determined by the planner and should be within 3 m of the power supply. If this is not possible then the conductor cross sectional area shall be increased in accordance with Figure C.46.

**Figure C.46 – Power supply cable length versus wire size**

The following are rules for connecting a power supply to the network:

- Devices are not allowed between the power supply and the power tap. This includes smart power supplies;
- The a.c. and d.c. power source remains off during installation;
- If the cable used to connect the power supply to the network contains the signal conductors and they are connected at the network, then the cable shall be considered in the drop cable budget.

To install a power supply:

- 1) Mount the power supply securely allowing for proper ventilation, connection to the a.c. and d.c. power source, and protection from environmental conditions according to the specifications for the supply.
- 2) Connect the power supply using:
 - a cable that has one pair of 12 AWG (3,3 mm²) conductors is recommended or or using a DeviceNet thick cable. If a DeviceNet thick cable is used, only connect V+ (red) and V- (black) should be connected, unless the power supply is designed to communicate on the network and therefore requires all conductors. If there are no terminals for CAN_H and CAN_L, cut and insulate CAN_H (white) and CAN_L (blue) at the power supply. The length shall be included in the cumulative drop length calculation if the CAN_H and CAN_L conductors are connected to the trunk line;
 - a maximum cable length of 3 m (10 ft.) between the power supply and the power tap should be used;
 - The cable length between the power tap and the power supply can be increased beyond 3 m (10ft) in accordance with Figure C.46 if necessary;
 - the manufacturer's recommendations for connecting the cable to the supply should be observed.

The power supply V- and shield should be earthed at the power tap.

C.5.3.4.8 Connecting power supplies to flat cable

Use a flat cable tap to connect power. Choose a tap that is suitable for the expected current.

Because these taps have no overcurrent protection, protection shall be provided. Use either a fuse or a circuit breaker externally or use a current-limited power supply.

The power supply placement should be determined and installed before the power taps are installed. The power supply shall be earthed. Connect the power supply to the power taps after installing the power taps in the network. See C.4.3.2.5 for further instructions.

Make sure the a.c. and d.c. power source remains off during installation.

- 1) Mount the power supply securely allowing for proper ventilation, connection to the a.c. power source and d.c. connections, and protection from environmental conditions according to the specifications for the supply.
- 2) Connect the power supply using:
 - devices are not allowed between the power supply and the power tap. This includes smart power supplies;
 - a cable that has one pair of 12 AWG (3,3 mm²) conductors is recommended or in accordance with Figure C.46;;
 - a maximum cable length of 3 m (10 ft.) between the power supply and the power tap should be used;
 - the cable length between the power tap and the power supply can be increased beyond 3 m (10ft) in accordance with Figure C.46 if necessary;

- the manufacturer's recommendations for connecting the cable to the supply should be observed.

C.5.3.5 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

C.5.3.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.5.4 Terminator installation

C.5.4.1 Common description

C.5.4.2 Specific requirements for CPs

C.5.4.2.1 General

Terminators are used to minimize reflections from the ends of the cables. Each segment shall be terminated at each end with a $121\ \Omega$ 1 % 1/4 W low inductance resistor. The terminators shall be connected directly across the BU (CAN_L) and WH (CAN_H) wires of the DeviceNet cable. Terminators are available as sealed and open-style (discrete resistor).

Male and female sealed terminators are available in mini and micro versions Figure C.47 is an example of a sealed terminators.

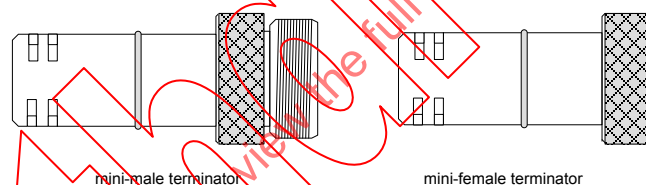


Figure C.47 – Sealed terminator

C.5.4.2.2 Unsealed open-style terminators for round and flat media

An open-style terminator is suitable for use with:

- multi-port taps (open-style taps only);
- open-style plugs or taps (see Figure C.48);
- flat cable open-style insulation displacement connectors (see Figure C.49 for installation of the terminator on the flat cable open-style connector).

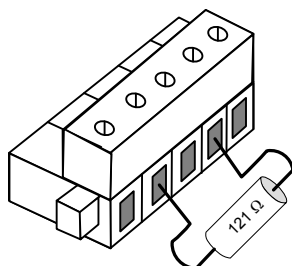


Figure C.48 – Open-style terminator

An open-style connector option with a terminator may be installed when sealing is not required. Figure C.49 shows the location of the resistor. The resistor shall meet the requirements of this clause.

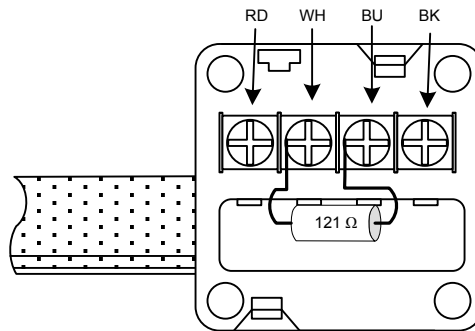


Figure C.49 – Open-style IDC terminator

C.5.4.2.3 Sealed terminators for flat media

Sealed terminators shall be used when sealing to IP67 is required. The terminator is installed as shown in Figure C.50.

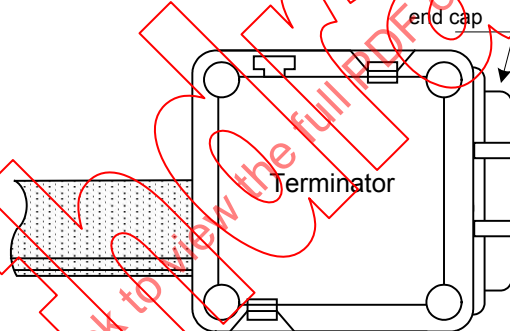


Figure C.50 – Sealed terminator IDC cable

C.5.5 Device installation

C.5.5.1 Common description

C.5.5.2 Specific requirements for CPs

Addition:

Direct connection of devices is possible by using open-style connectors on a device. Connect devices directly to the trunk line only if removal of the devices without disturbing communications on the cable system is possible.

Important: If a device provides only fixed-terminal blocks for its connection, it shall be connected it to the cable system by a drop line. Doing this allows removal of the device at the tap without disrupting communications on the cable system. Figure C.51 is an example of how to make a direct connection to the trunk using a “T” and drop line with an open-style connection at the device. For correct wiring of the open-style connection see Figure C.52 and Figure C.53.

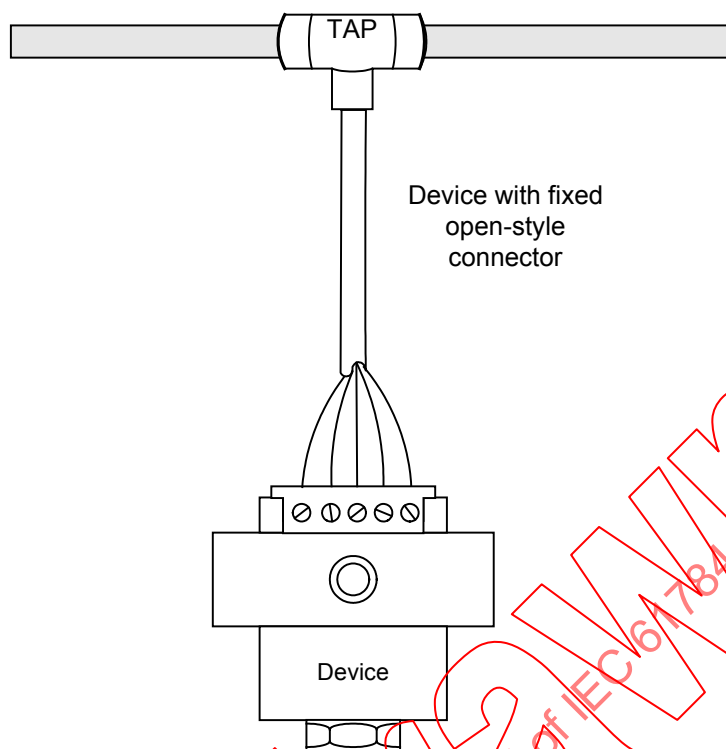


Figure C.51 – Direct connection to the trunk

Open-style connectors come in two primary varieties:

- five-position (5-pin linear plug), Figure C.52;
- ten-position (10-pin linear plug), Figure C.53.

Ten-position (2x5) connectors provide easier daisy chaining because there is an independent wire chamber for each wire (entering cable and exiting cable).

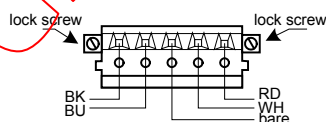


Figure C.52 – Wiring of open-style connector

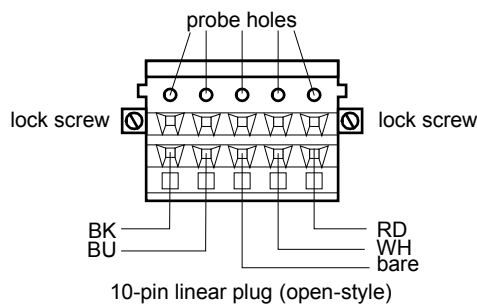


Figure C.53 – Wiring of open-style 10-position connector

Some open-style connectors provide a temporary connection, for a PC or other configuration tool, using probe holes. Both the 5-pin linear plug and 10-pin linear plug in Figure C.52 and Figure C.53 respectively provide probe contacts.

For connection, insert the prongs of a probe cable into the probe holes of a connector (see Figure C.54). Mechanical keys on the connector prevent improper insertion.

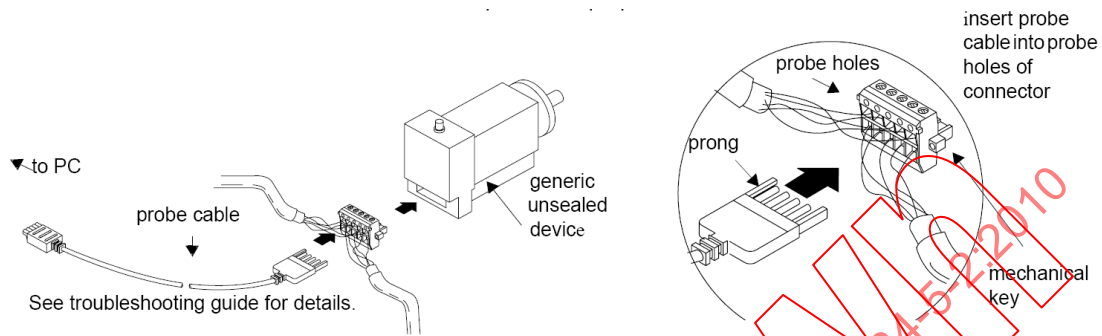


Figure C.54 – Diagnostic temporary connections

Connections may also be made using preterminated cables.

Using preterminated cable assembly saves time and effort of stripping and wiring the connectors to the cable ends and also reduced wiring errors as the cable assemblies are normally factory tested.

Thick cable preterminated is available in several lengths with mini connectors at each end. Thick cable that is 6 m or shorter can also be used as drop lines (see Figure C.55).

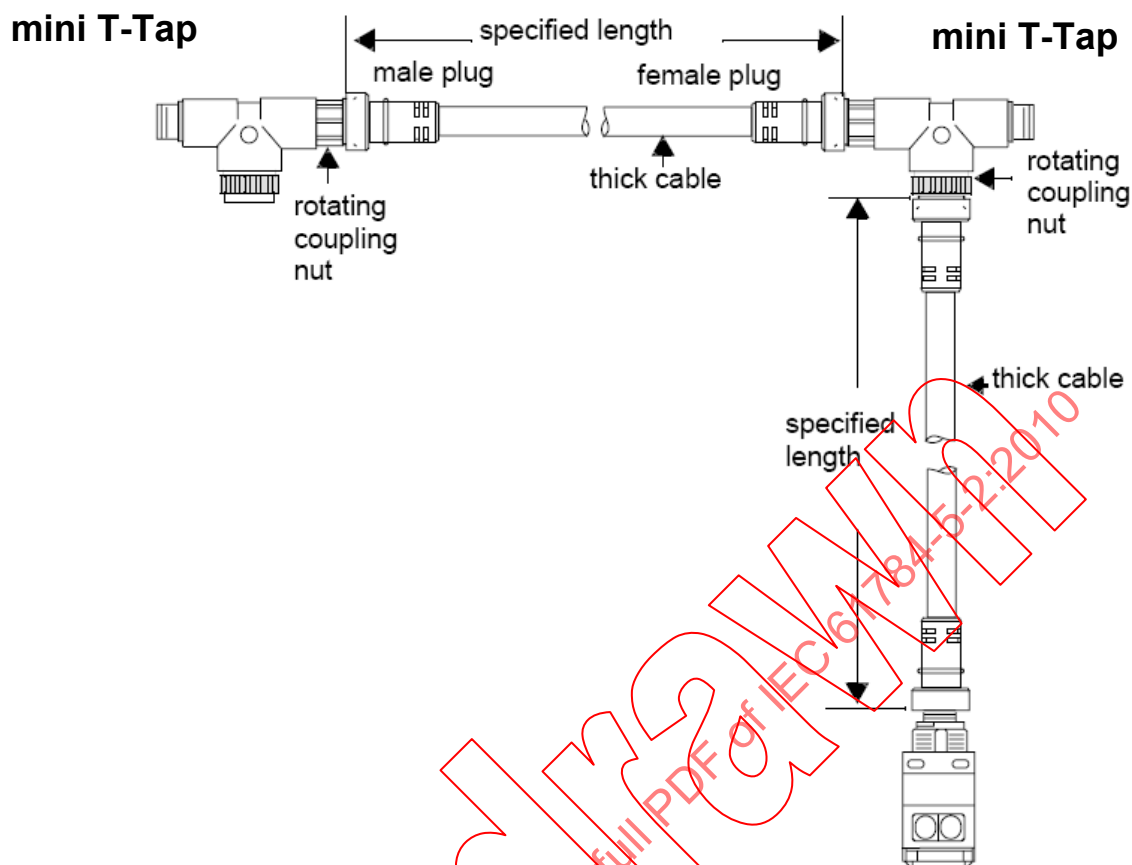


Figure C.55 – Thick cable preterminated cables (cord sets)

Preterminated thin cable assemblies for use as a drop line are available with various connectors in several lengths. Preterminated thin cable assemblies (Figure C.56) can also be used as trunk lines up to a total of 100 m in a system.

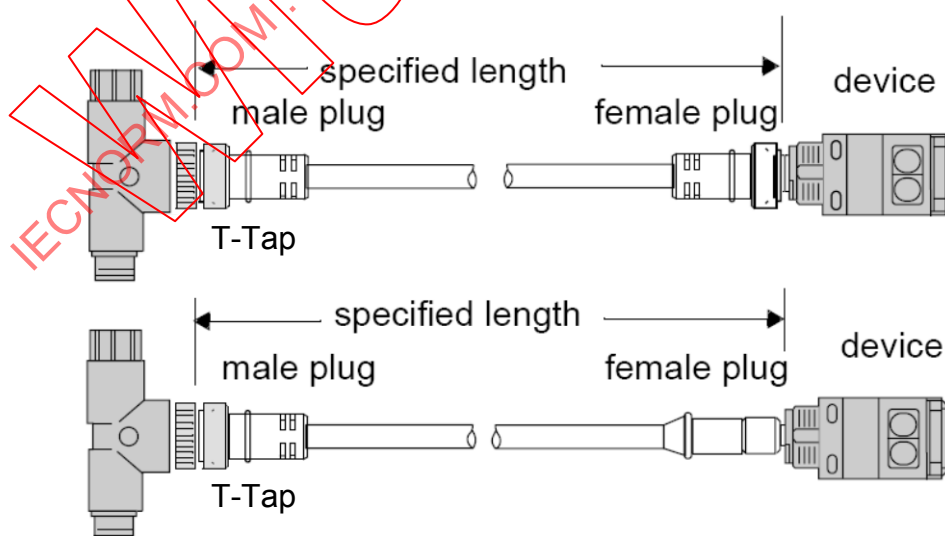


Figure C.56 – Thin cable preterminated cables (cord sets)

C.5.6 Coding and labelling

C.5.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shield cabling

C.5.7.1 Common description

C.5.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways

C.5.7.3 Earthing methods

C.5.7.3.1 Equipotential mesh

Addition:

The earthing method shall be in accordance with the planner's documentation. If there is a earth potential offset in the communication coverage area, equalization conductors shall be installed to mitigate the offset. The cross sectional area of these conductors shall be accordance with IEC 61918:2010, 4.4.7.2.1, Table 14.

C.5.7.3.2 Star

Addition:

In addition to the requirements of A.4.4.7.3.2, the following shall be observed.

The Earthing connections for the cabinets shall not be daisy chained.

C.5.7.3.3 Earthing for equipment (devices)

Replacement:

Equipment shall be earthed in accordance with the manufacturer's installation instructions and the planner's documentation.

C.5.7.4 Shield earthing methods

C.5.7.4.1 General

C.5.7.4.2 Parallel RC

Addition:

The network shield shall be earthed at one location in the network. This location should be preferably at the power supply. The network V- shall be earthed at the same location as the network shield. The active devices are either isolated or make use of a Parallel RC internal to the device that terminates the shield to local earth. The shield shall not be directly connected to earth whereby defeating or bypassing the parallel RC.

C.5.7.4.3 Direct

Not applicable.

C.5.7.4.4 Derivatives of direct and parallel RC

Not applicable.

C.5.7.5 Specific requirements for CPs

Not applicable.

C.5.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.5.8 As-implemented cabling documentation**C.6 Installation verification and installation acceptance test****C.6.1 Introduction****C.6.2 Installation verification****C.6.2.1 General****C.6.2.2 Verification according to cabling planning documentation**

Addition:

There are several different types of diagnostic and troubleshooting tools available to aid in the initial commissioning of the network, further troubleshooting during operation and as an ongoing means of monitoring its health. The broadest category of tools are those which are general purpose (e.g. a voltmeter, oscilloscope, time domain reflectometer). These analytical tools can confirm connections, verify cable lengths and the proper installation of terminations as well as being able to measure voltages and confirm signal levels. This category of tools requires a user with advanced knowledge of both the measuring tool and the DeviceNet specification.

The second category of tools are protocol-specific and include a variety of both passive and active hand-held meters. Passive instruments are designed to locate short circuits, opens, confirm terminations and cable lengths. Active handheld devices are designed to give "dial in" measurements of the physical layer voltages such as common mode voltage as well as data packet characteristics such as node error count or rate and bandwidth utilization. These protocol-aware measuring tools are more user friendly in that they typically use plug-play network connections.

Lastly there are a variety of software tools available to monitor network traffic which can aid in commissioning and diagnostics. For instance some configuration tools can monitor traffic and errors produced in the network. More sophisticated software tools such as protocol analyzers parse out and decode DeviceNet messages to get into refined issues such as device communications and timing. These tools require a higher level of sophistication and are not designed specifically to address physical layer issues.

Prior to making measurements use the check list below to verify that the physical media system has been installed properly:

- total device network current draw does not exceed power supply current limit;
- number of DeviceNet nodes does not exceed 64 on one network. The practical limit of DeviceNet nodes is 61 slave devices. Allowance for the scanner, the computer interface module, and an open node at node 63 is recommended;
- drop length shall not be greater than 6 m in length (20 ft.);
- cumulative drop line budget does not exceed the maximum allowable per the network baud rate;
- total network trunk length does not exceed the maximum allowable per the network data rate and cable type;
- trunk V- does not exceed 4,65 V between any two points in the trunk and that any drop line V- does not exceed 0,35 V between the trunk tap and end of the drop line;
- terminating resistors are on each end of the trunk line;

- earth V-, drain and (for shielded media) communications shield at only one location;
- check the physical media prior to applying power:
 - all connections are inspected for loose wires or coupling nuts,
 - check for opens or shorts,
 - check the proper value of the terminating resistors,
 - confirm the media topology and connections.

The following measurement procedures are suggested prior to commissioning the network.

- 1) Use a Time Domain Reflectometer, DVM or handheld network media checker to verify cable lengths, cable types, termination and connection integrity. These tests shall be conducted prior to connection of devices and power on the network.
- 2) Insure that both termination resistors are connected to the network. Measure and record d.c. resistance between CAN_H and CAN_L at the middle and the ends of the network. Table C.21 provides resistance values for proper and improper termination of the network. Follow the action based on the measurement value.

Table C.21 – Signal wire verification

Measured value	Action
< 50 Ω	Check for a short circuit between CAN_H and CAN_L wiring. Check for more than two terminating resistors. Check nodes for faulty receivers.
50 Ω – 70 Ω	Normal
71 Ω – 125 Ω	Check for open circuit in CAN_H and CAN_L wiring. Check for only one terminating resistor.
> 125 Ω	Add termination resistors

- 3) Perform the measurements in Table C.22, and follow the action based on the measured value. At the completion of this step, record the measured value in the installation documentation.
- 4) At the network earth point, temporarily disconnect from earth connection and measure between earth and the disconnected earth.

Table C.22 – Shield to earth

Measured value	Action
$\geq 950 \text{ k}\Omega$ number of nodes on the network	Normal
$< 950 \text{ k}\Omega$ number of nodes on the network	Troubleshoot for short

- 4) Measure the network's electrical characteristics with the following as the recommended minimum to make and record:
 - bus power,

- shield voltage,
- common mode voltage.

Record all the above in the attached “Baseline and Test Report”.

5) After scanner(s) and any other connection originators have been configured and are operating normally, measure the following network traffic statistics:

- network error rate,
- error counter,
- % network bandwidth,
- network message rate/second,

Record all the above in the attached “Baseline and Test Report”.

C.6.2.3 Verification of earthing and bonding

C.6.2.4 Verification of shield earthing

C.6.2.5 Verification of cabling system

C.6.2.5.1 Verification of cable routing

C.6.2.5.2 Verification of cable protection and proper strain relief

C.6.2.6 Cable selection verification

C.6.2.6.1 Common description

C.6.2.6.2 Specific requirements for CPs

Not applicable.

C.6.2.6.3 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

C.6.2.7 Connector verification

C.6.2.7.1 Common description

C.6.2.7.2 Specific requirements for CPs

Not applicable.

C.6.2.7.3 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

C.6.2.8 Connection verification

C.6.2.8.1 Common description

C.6.2.8.2 Number of connections and connectors

C.6.2.8.3 Wire mapping

Replacement:

Connector wiring (wire map) shall be checked prior to commissioning the network. The wire map can be tested using a suitable network tester or DVM. DeviceNet only supports straight through type wiring. Therefore wire map testing shall always yield a direct pin 1 to pin 1, pin 2

to pin 2 wiring. Cables that convert one connector to another are an exception to this rule. See Table C.23 for connector pin and function name.

Table C.23 – Connector pin out

Connector	Drain (bare)	V+ (RD)	V- (BK)	CAN_H (WH)	CAN_L (BU)
Open-style	3	5	1	4	2
Micro	1	2	3	4	5
Mini	1	2	3	4	5

Most connection errors occur because the screws are not tight. Confirm that all contact screws are torqued according to the connector manufacturer's instructions.

C.6.2.9 Terminators verification

C.6.2.9.1 Common description

C.6.2.9.2 Specific requirements for CPs

Addition:

See Table C.21 in C.6.2.2.

C.6.2.10 Coding and labelling verification

C.6.2.11 Verification report

See C.8.4.

C.6.3 Installation acceptance test

C.6.3.1 General

C.6.3.2 Acceptance test of Ethernet based cabling

Not applicable.

C.6.3.3 Acceptance test of non Ethernet based cabling

C.6.3.3.1 Copper cabling for non Ethernet based CPs

C.6.3.3.1.1 Common description

C.6.3.3.1.2 Specific requirements for copper cabling for non Ethernet based CPs

Addition:

See the network validation check sheet in Annex D.

C.6.3.3.2 Optical fibre cabling for non Ethernet based CPs

Not applicable.

C.6.3.3.3 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

Not applicable.

C.6.3.4 Specific requirements for wireless installation

Not applicable.

C.6.3.5 Acceptance test report**C.7 Installation administration**

Subclause 7.8 is not applicable.

C.8 Installation maintenance and installation troubleshooting**C.8.1 General****C.8.2 Maintenance****C.8.3 Troubleshooting****C.8.4 Specific requirements for maintenance and troubleshooting*****Replacement:***

Once the network has been installed and has been successfully commissioned and baseline measurements recorded, periodic measurements can improve network availability. The most obvious place to begin this checkup is by comparing the network's operating characteristics against the established baseline. Checkup frequency and thoroughness is the key to early detection of deteriorating network properties. A continuous monitoring of these baseline parameters is ideal, however, a quick protocol-aware checkup every few weeks would be adequate to detect any deteriorations of network performance.

Analyzing symptoms

Use the following to analyze the most common symptoms and their likely sources.

Most devices have LEDs, some have alphanumeric or other displays. If any of these show error codes or messages, read the manufacturer's data sheets to interpret the codes.

Bus power problems**SYMPTOMS:**

- Nodes at the end of the trunk stop communicating after operating normally
- The network communicates only when the number of nodes is decreased or the trunk length is reduced
- Properly configured slaves are not detected by the scanner

CHECKS:

- Check the communications at the end of the network
- Check the common mode voltage

SUGGESTED ACTIONS:

- Move nodes from overloaded section to less overloaded section
- Shorten the overall length of the network cable
- Move power supply in direction of the overloaded section of the network
- Move high current nodes (e.g. valve banks) close to the power supply

- Add second power supply
- Break network into two (2) separate networks

Bus errors

SYMPTOMS:

- Nodes intermittent-they drop off suddenly and unexpectedly
- LEDs or other displays indicate “bus off” errors

CHECKS:

- Use protocol-aware tool to measure bus error rate

SUGGESTED ACTIONS:

- Node baud rate set incorrectly affects other nodes when it attempts to go online
- Replace suspected faulty device and re-check error rates
- Intermittent cables - check by shaking/bending/twisting the suspected cable or connection while looking at the error rates

Bus traffic problems

SYMPTOMS:

- Nodes stop communicating and devices time out. No communication from a device

CHECKS:

- Check bandwidth using protocol-aware device

SUGGESTED ACTION:

- Check scanner configuration as scan rate may be set incorrectly
- Increase Inter-scan delay/scan interval to clear device timeouts
- Decrease Inter-scan delay/scan interval increase network performance
- Check Change-of-State devices consuming excessive bandwidth – increase production inhibit time or change these devices to poll, strobe or cyclic communications
- Look for nodes with excessive bandwidth

Bus power problems

SYMPTOMS:

- Nodes near end of trunk stop communicating after operating normally
- Network communicates only when the number of nodes is reduced or the trunk length is reduced

CHECKS:

- Check network power voltage at the node and the common mode voltage at the ends of the network

SUGGESTED ACTIONS:

- Check for output devices (e.g. contactors) powered from the network
- Check for network cables routed too close to interferences from high voltage and RF lines
- Check power supply ripple increasing over time against the baseline

- Intermittent cables check by shaking/bending/twisting the suspected cable or connector while watching the peak-peak voltage changes

Shield voltage problems

SYMPTOMS:

- Nodes intermittently dropping out
- properly configured slaves are not detected by the scanner

CHECKS:

- Check shield voltage

SUGGESTED ACTIONS:

- Check for additional V- or shield wire connections
- Check for loose connections, especially field attachable connections
- Confirm that the shield and V- are connected together at earth at the power supply

Common faults

If experiencing difficulty with the network check the following most common network problems:

- More or less than two (2) terminators;
- Relaxed connector pin - especially those which use a soft brass contact on the female socket. The DeviceNet specification requires that connectors are good for at least 1 000 insertions. phosphor-bronze contacts are more likely to meet this requirement;
- Excessive drop line cable length;
- Too many drop cables - cumulative drop length;
- Excessive trunk line length – especially with thin cable;
- Improper shield and earth connections at the power supply;
- Shorts and opens in manually-wired connectors;
- Failure to perform power distribution calculations for new installations and again when adding nodes i.e. the power budget has been exceeded;
- Using a typical device current rather than maximum current for power distribution calculations;
- Scan interval configured faster than the network can handle.

Flat cable shorts

Incorrectly installed flat cable taps can cause short circuits. These can be difficult to find because the taps are not designed to allow removal. A time domain reflectometer or handheld network media checker can indicate the approximate distance to a short. In some cases where several taps are located within a short distance of each other, the tool may not be accurate enough to correctly locate the short. The following technique can be used to identify the shorted tap more precisely.

Disconnect all devices by removing all of the snap-on connection interfaces. Use two open-style connection interfaces for the test. Use one of these to inject about 100 mA d.c. into the shorted pair of conductors. Use the other with a multimeter to measure mV across the shorted pair. Move the measurement point to different taps – the voltage should decrease as it gets nearer to the short. If there is no change, the short is probably on the other side of the current injection point. If there is no change on either side, the short is probably at the current

injection point. Move the current injection point to another tap and repeat the test. The lowest voltage measured should be at the shorted tap.

The 100 mA current can be generated by a low-voltage d.c. power supply and a resistor. Be careful if using the 24 V d.c. network supply for this – the resistor (240 Ω) would dissipate 2,4 W and would get hot. It should have at least a 5 W rating. It is better to use a 1,5 V cell and a 15 Ω resistor, which will only dissipate about 0,15 W.

Once the shorted tap is identified, the flat cable shall be cut on either side and the faulty tap removed. Use a splice kit to repair the cable. The splice kit consists of two taps with end caps for sealing, and two connection interfaces permanently joined by a short length of cable.

Never attempt to re-use a flat cable tap.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61784-5-2:2010

Annex D (informative)

Additional information

D.1 Network validation check sheet for CP 2/3 (DeviceNet)

The following three pages show a Network validation check sheet for CP 2/3 (DeviceNet).

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61784-5-2:2010

Withdawn

DeviceNet Baseline & Test Report

Tested By	Company	
Phone	e-mail	
Measurement Date	Measurement Time	Network Identification
Network Location (Company name & Address)		

Network Characteristics

☐ Single Master # ____	☐ Multi Master # ____ . ____ . ____ . ____	☐ Single power supply	☐ Multiple power supplies (No. ____)
☐ 125Kbaud	☐ 250Kbaud	☐ 500Kbaud	☐ Network uses Thick media
☐ Network uses Thin media	☐ Network uses Mid media	☐ Network uses Flat media	☐ Network uses Flat media

Media Testing

☐ Trunk checked for short circuits	☐ Trunk checked for opens	☐ Wiring of trunk checked
☐ Drops checked for opens	☐ Check termination values	☐ Shield and V- connected to ground at single point on network-at power supply

Node List

(According to network administrator, or "Network Who" scan)

☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	☐ 10	☐ 11	☐ 12	☐ 13	☐ 14	☐ 15
☐ 16	☐ 17	☐ 18	☐ 19	☐ 20	☐ 21	☐ 22	☐ 23	☐ 24	☐ 25	☐ 26	☐ 27	☐ 28	☐ 29	☐ 30	☐ 31
☐ 32	☐ 33	☐ 34	☐ 35	☐ 36	☐ 37	☐ 38	☐ 39	☐ 40	☐ 41	☐ 42	☐ 43	☐ 44	☐ 45	☐ 46	☐ 47
☐ 48	☐ 49	☐ 50	☐ 51	☐ 52	☐ 53	☐ 54	☐ 55	☐ 56	☐ 57	☐ 58	☐ 59	☐ 60	☐ 61	☐ 62	☐ 63

Basic Observation & Symptoms

Reported Symptoms

☐ No problems reported	☐ Intermittent problem (____ min, ____ hrs, ____ days)	☐ Multiple power supplies (No. ____)
☐ All nodes affected	☐ Some nodes affected	
☐ Error codes	☐ Error codes per node	

Node Network Status LEDs

(LED indications refer to Network Status or Combined Module/Network Status LEDs)

☐ All nodes active (green)	☐ Some nodes active (green)	☐ Some nodes inactive (blink green)
☐ Some nodes faulted (red)	☐ All nodes occasionally inactive (green/blink green)	☐ Some nodes occasionally inactive (green/blink green)
☐ All nodes with no power (LED off)	☐ Some nodes with no power (LED off)	

Physical Layer Measurements

(☐ NetMeter™ ☐ DeviceNet Detective™ ☐ Multimeter ☐ Oscilloscope
Connected to network in proximity to node # ____).

Use NetMeter to take all of the following measurements (NetMeter switch positions are shown beside each measurement). It is possible to collect a limited number of measurements using other tools such as the DeviceNet Detective  multimeter  and/or oscilloscope  (indicated by icons in the table).

NOTE This document shows some measurements that are only practical with specific proprietary test instruments. All measurements are theoretically possible with general-purpose instrumentation such as oscilloscopes, but some would be very tedious. Proprietary instruments make it easy to perform the tests for which they are designed. This page indicates instruments that are believed to have such capabilities, do not assume that it is complete or accurate. Consult the instrument manufacturers for more information about each instrument's capabilities.

Autosearch Results

(record measurements as indicated by NetMeter Autosearch function and check for ☺ and/or ☹ with each reported problem)

☐ No faults found ☺

NetMeter gathered data at (H:M:S) ____:____:____

Measurement	Min	Max	Measurement	Min	Max
[2] Bus error rate (/S)		☹☹☹☹	[3] Bus traffic, bandwidth	☹☹☹☹	☹☹☹☹
[4] Bus power, DC (V)	☹☹☹☹	☹☹☹☹	[4] Bus power, P-P (V)		☹☹☹☹
[5] Shield Voltage (V)	☹☹☹☹	☹☹☹☹	[6] Common Mode Voltage		☹☹☹☹
[7] CANH/L Recessive Diff.	☹☹☹☹	☹☹☹☹	[8] CANH/L Dominant Diff.	☹☹☹☹	☹☹☹☹
[9] CANH Recessive (V)	☹☹☹☹	☹☹☹☹	[10] CANH Dominant (V)	☹☹☹☹	☹☹☹☹
[11] CANL Recessive (V)	☹☹☹☹	☹☹☹☹	[12] CANL Dominant (V)	☹☹☹☹	☹☹☹☹

Overall Subnet Measurement

(only important for baseline performance, or for more detail if NetMeter Autosearch indicates problems)

Measurement	"Live"	Min	Max	Measurement	"Live"	Min	Max
[2] Bus error rate (/S)	▲			[2] Bus error count			▲
[3] Bus traffic, bandwidth (%)	▲			[3] Bus traffic, message rate (/S)	▲		
[4] Bus power, DC (V)	▲		▲	[4] Bus power, P-P (V)	■		
[5] Shield Voltage (V)	■			[6] Total Common Mode Voltage			
[7] CANH/L Recessive Diff. (V)	■			[8] CANH/L Dominant Diff. (V)	■		
[9] CANH Recessive (V)	■			[10] CANH Dominant (V)	■		
[11] CANL Recessive (V)	■			[12] CANL Dominant (V)	■		

Measurement	Network idle	Network active (normal operation)
CAN_H average (V)	■	■
CAN_L average (V)	■	■

"Network idle" means all scanners and other connection originators inactive, disabled or disconnected. In this state the average voltages should be in the range of 2,5 V – 3,5 V. This will vary with position on the network. Repeated measurements should be taken at the same point for valid comparisons. When the network is active and a d.c. meter is being used to measure a complex high frequency waveform, the measurements will only be approximate. Different meters may give different results. Repeated measurements should be taken with the same instrument at the same point for valid comparisons. CAN_H average should be about 0,5 V – 1 V higher than when idle. CAN_L average should be about the same amount lower than when idle. Because multimeters are not intended for this sort of waveform it is possible that they might cause errors on an active network. Experience suggests that this is rare with modern, high-impedance instruments, if this problem is encountered, construct a pair of probes with 100 kΩ resistors and heat-shrink sleeving. This is much higher than the network impedance (so it will not significantly affect the network) and much lower than the meter impedance (so it does not introduce a significant error).

(only important for baseline performance or for more detail if subnet measurements indicate problems)

[illegible]

Bibliography

- [1] IEC 61158 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*
- [2] IEC/TR 61158-1, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*
- [3] IEC 62026-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet*
- [4] ODVA: *THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 1: Common Industrial Protocol (CIP™) – Edition 3.1, November 2006*, available at <<http://www.odva.org>>
- [5] ODVA: *THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 2: EtherNet/IP™ Adaptation of CIP – Edition 1.3, November 2006*, available at <<http://www.odva.org>>
- [6] ODVA: *THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 3: DeviceNet™ Adaptation of CIP – Edition 1.3, November 2006*, available at <<http://www.odva.org>>
- [7] ControlNet International: *THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 4: ControlNet™ Adaptation of CIP – Edition 1.1, December 2005*, available at <<http://www.controlnet.org>>

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	160
INTRODUCTION.....	162
1 Domaine d'application	164
2 Références normatives.....	164
3 Termes, définitions et abréviations	164
4 CPF 2: Aperçu des profils d'installation	164
5 Conventions utilisées pour les profils d'installation	165
6 Conformité aux profils d'installation	166
Annexe A (normative) Profil d'installation spécifique CP 2/1 (ControlNet™)	167
Annexe B (normative) Profil d'installation spécifique CP 2/2 (EtherNet/IP™)	230
Annexe C (normative) Profil d'installation spécifique CP 2/3 (DeviceNet™).....	258
Annexe D (informative) Informations supplémentaires.....	326
Bibliographie.....	332
 Figure 1 – Relations entre les normes.....	 163
Figure A.1 – Interconnexion de réseaux CPF 2	169
Figure A.2 – Aperçu des réseaux CPF 2/1	170
Figure A.3 – Exigences applicables aux câbles de dérivation.....	172
Figure A.4 – Mise en place de fiches BNC/TNC	173
Figure A.5 – Mise en place de terminateurs	173
Figure A.6 – Extension d'un réseau au moyen de répéteurs.....	174
Figure A.7 – Extension d'un réseau au moyen d'une topologie en étoile active	174
Figure A.8 – Liaisons.....	175
Figure A.9 – Extension du réseau au-delà de 99 nœuds	176
Figure A.10 – Nombre maximal de prises admissible par segment.....	184
Figure A.11 – Exemple de répéteurs dans une configuration en étoile	186
Figure A.12 – Répéteurs connectés en parallèle	187
Figure A.13 – Répéteurs en une combinaison de connexions série et parallèle.....	188
Figure A.14 – Répéteur en topologie annulaire	189
Figure A.15 – Montage de connecteurs de cloison	190
Figure A.16 – Terminateurs BNC et TNC de câble coaxial	191
Figure A.17 – Mise en place d'un terminateur sur un segment	192
Figure A.18 – Icônes de réseau redondant.....	195
Figure A.19 – Supports coaxiaux redondants	195
Figure A.20 – Supports à fibre optique redondants	196
Figure A.21 – Nombre de répéteurs en série en fonction de la différence de longueur pour des supports coaxiaux	197
Figure A.22 – Nombre de répéteurs en série en fonction de la différence de longueur pour des supports à fibre optique.....	198
Figure A.23 – Exemple de réseau coaxial redondant avec répéteurs.....	198
Figure A.24 – Exemple de connexion de nœud redondant incorrect	199
Figure A.25 – Exemple de boîte à outils pour le montage de connecteurs BNC.....	203

Figure A.26 – Étalonnage de l'outil de dénudage de câble coaxial	204
Figure A.27 – Détail de la longueur de dénudage d'un câble coaxial en PVC	205
Figure A.28 – Cartouche et lame à mémoire	206
Figure A.29 – Position du câble	206
Figure A.30 – Verrouillage du câble	207
Figure A.31 – Dénudage du câble	207
Figure A.32 – Montage de la bague de sertissage	208
Figure A.33 – Préparation pour des câbles de type PVC	208
Figure A.34 – Préparation pour des câbles de type FEP	209
Figure A.35 – Guides de dénudage	209
Figure A.36 – Utilisation de l'outil à évaser	210
Figure A.37 – Élargissement des blindages	210
Figure A.38 – Mise en place de la broche centrale	211
Figure A.39 – Sertissage de la broche centrale	211
Figure A.40 – Montage du corps du connecteur	211
Figure A.41 – Montage de la bague de sertissage	212
Figure A.42 – Outil de sertissage	212
Figure A.43 – Câble IP67 étanche	213
Figure A.44 – Mise en place des terminateurs	214
Figure A.45 – Montage des prises	215
Figure A.46 – Montage de l'ensemble prise au moyen du support de montage universel	216
Figure A.47 – Montage de la prise au moyen d'attaches ou de vis	217
Figure A.48 – Icônes de réseau redondant	217
Figure A.49 – Outil d'essai du réseau	220
Figure A.50 – Mise en court-circuit du câble pour vérification de la continuité	220
Figure A.51 – Essai des segments de câble à fibre optique	223
Figure A.52 – Logement de câble de réseau dorsal multifibres	225
Figure A.53 – Module adaptateur de répéteur	226
Figure A.54 – DEL de modules à fibre optique de courte et moyenne distance	228
Figure A.55 – DEL de module répéteur de longue et très longue distance	229
Figure B.1 – Interconnexion de réseaux CPF 2	231
Figure B.2 – Connexions entre homologues	233
Figure B.3 – Connexions accouplées	235
Figure B.4 – Prise jack & fiche modulaires à 8 voies étanches (boîtier plastique)	240
Figure B.5 – Prise jack & fiche modulaires à 8 voies étanches (boîtier métallique)	240
Figure B.6 – Connecteurs M12-4	241
Figure B.7 – Connecteur LC simplex	242
Figure B.8 – Connecteur LC duplex	242
Figure B.9 – Connecteur LC duplex étanche, IP65/IP67	242
Figure B.10 – Traversée de cloison modulaire M12 de 4 à 8 voies	244
Figure B.11 – Prise jack & fiche modulaires à 8 voies étanches (boîtier plastique)	251
Figure B.12 – Prise jack & fiche modulaires à 8 voies étanches (boîtier métallique)	251
Figure B.13 – Connecteurs M12-4	251

Figure B.14 – Mise à la terre du blindage du câble	253
Figure B.15 --Exemple de blindage ouvert.....	254
Figure C.1 – Interconnexion de réseaux CPF 2.....	259
Figure C.2 – Connexion au câblage générique.....	260
Figure C.3 – Le système de câblage DeviceNet utilise une topologie de ligne principale/ligne de dérivation	262
Figure C.4 – Mesure de la longueur de la ligne principale	265
Figure C.5 – Mesure de la longueur des lignes principale et de dérivation	265
Figure C.6 – Mesure de la longueur du câble de dérivation sur un réseau multivoies	266
Figure C.7 – Dispositif amovible utilisant des connecteurs de type ouvert.....	267
Figure C.8 – Connexion fixe utilisant un connecteur de type ouvert	267
Figure C.9 – Configuration des broches d'un connecteur de type ouvert.....	268
Figure C.10 – Configuration des broches d'un connecteur de type ouvert à 10 positions.....	268
Figure C.11 – Exemple de dimensionnement de l'alimentation.....	272
Figure C.12 – Limite de courant pour une alimentation à câble épais.....	273
Figure C.13 – Limite de courant pour deux alimentations à câble épais	274
Figure C.14 – Scénario le plus défavorable.....	275
Figure C.15 – Exemple utilisant la méthode par correspondance	276
Figure C.16 – Une alimentation connectée à une extrémité.....	278
Figure C.17 – Segmentation de l'alimentation sur le bus d'alimentation	279
Figure C.18 – Segmentation du bus d'alimentation au moyen de prises d'alimentation.....	280
Figure C.19 – Composition du câble épais	291
Figure C.20 – Composition de la partie centrale du câble	292
Figure C.21 – Composition du câble fin.....	293
Figure C.22 – Composition du câble plat.....	294
Figure C.23 – Préparation du câble.....	295
Figure C.24 – Montage du connecteur	295
Figure C.25 – Affectation des contacts de connecteur Micro	296
Figure C.26 – Affectation des contacts de connecteur Mini	296
Figure C.27 – Préparation de l'extrémité du câble.....	297
Figure C.28 – Mise en place de l'embout thermorétractable	297
Figure C.29 – Préparation des fils.....	298
Figure C.30 – Connecteur de type ouvert (femelle)	298
Figure C.31 – Connecteur de type ouvert (fiche mâle)	299
Figure C.32 – Câble plat	300
Figure C.33 – Alignement du câble	300
Figure C.34 – Fermeture de l'ensemble	300
Figure C.35 – Orientation correcte du câble.....	301
Figure C.36 – Verrouillage de l'ensemble.....	301
Figure C.37 – Mise en place des contacts IDC dans le câble	301
Figure C.38 – Mise en place de l'embout d'extrémité	302
Figure C.39 – Embout d'extrémité positionné	302
Figure C.40 – Pose de l'embout d'extrémité de l'autre côté du câble.....	303

Figure C.41 – Connecteurs IDC pour câble plat	303
Figure C.42 – Montage des connecteurs	304
Figure C.43 – Câblage de bornes de type ouvert	304
Figure C.44 – Profil de câble d'alimentation auxiliaire	305
Figure C.45 – Affectation des broches des connecteurs d'alimentation auxiliaires	306
Figure C.46 – Longueur du câble d'alimentation en fonction de la dimension des conducteurs	308
Figure C.47 – Termineur étanche	310
Figure C.48 – Termineur de type ouvert	310
Figure C.49 – Termineur IDC de type ouvert	311
Figure C.50 – Câble IDC à termineur étanche	311
Figure C.51 – Connexion directe à la ligne principale	312
Figure C.52 – Câblage d'un connecteur de type ouvert	313
Figure C.53 – Câblage d'un connecteur de type ouvert à 10 positions	313
Figure C.54 – Connexions temporaires de diagnostic	314
Figure C.55 – Câbles épais pré-terminés (jeux de cordons)	315
Figure C.56 – Câbles fins pré-terminés (jeux de cordons)	316
Tableau A.1 – Caractéristiques de base d'un réseau à câblage en cuivre non Ethernet (ISO/CEI 8802-3)	176
Tableau A.2 – Longueurs de fibres admissibles	177
Tableau A.3 – Bilans de puissance pour des réseaux ControlNet à fibre optique	177
Tableau A.4 – Propriétés électriques du câblage coaxial RG6	178
Tableau A.5 – Propriétés physiques du câblage coaxial RG6	179
Tableau A.6 – Sélection du type de câble	179
Tableau A.7 – Informations applicables aux câbles à fibre optique	180
Tableau A.8 – Connecteurs en cuivre pour ControlNet	181
Tableau A.9 – Connecteurs à fibre optique pour systèmes de bus de terrain	182
Tableau A.10 – Rapport entre le FOC et les types de fibres (CP 2/1)	183
Tableau A.11 – Séparation des autres circuits dans des enceintes	194
Tableau A.12 – Paramètres pour des câbles RG6 coaxiaux	201
Tableau A.13 – Rayon de courbure pour des câbles coaxiaux à l'extérieur du conduit	201
Tableau A.14 – Paramètres pour des câbles en fibre de silice	201
Tableau A.15 – Paramètres pour des câbles en fibre de silice gainée en dur	202
Tableau A.16 – Matrice d'essai pour connecteurs BNC/TNC	221
Tableau A.17 – Longueur d'onde et types de fibres	224
Tableau A.18 – Table d'état des DEL	226
Tableau A.19 – Adaptateur de répéteur et diagnostic du module	226
Tableau A.20 – Diagnostic avec les voyants de l'adaptateur de répéteur	227
Tableau A.21 – Voyant du module répéteur	227
Tableau A.22 – Table de recherche de pannes de courte et moyenne distance	228
Tableau A.23 – Table de recherche de pannes de longue et très longue distance	229
Tableau B.1 – Caractéristiques du réseau pour un câblage à paires symétriques à base d'Ethernet	233

Tableau B.2 – Caractéristiques du réseau pour un câblage à fibre optique	234
Tableau B.3 – Longueurs de fibre plastique 1 mm Type A4a.2, NA de 0,5	234
Tableau B.4 – Longueurs de fibre plastique 1 mm Type A4d, NA de 0,3	235
Tableau B.5 – Informations applicables aux câbles en cuivre: câblage fixe	236
Tableau B.6 – Informations applicables aux câbles en cuivre: cordons	236
Tableau B.7 – Limites de TCL pour un câblage à paire torsadée non blindé.....	237
Tableau B.8 – Limites de ELTCTL pour un câblage à paire torsadée non blindé	237
Tableau B.9 – Limites d'affaiblissement de couplage pour un câblage à paire torsadée écrané	238
Tableau B.10 – Informations applicables aux câbles à fibre optique.....	238
Tableau B.11 - Connecteurs de câblage à paire symétrique pour CP à base d'Ethernet.....	239
Tableau B.12 – Paramètres des connecteurs modulaires à 8 voies de systèmes EtherNet/IP industriels	240
Tableau B.13 – Paramètres du connecteur M12-4 à codage D en environnement EtherNet/IP Industriel.....	241
Tableau B.14 – Matériel de connexion de câblage à fibre optique.....	242
Tableau B.15 – Rapport entre le FOC et les types de fibres (CP2/2).....	243
Tableau B.16 – Affaiblissement d'insertion des connecteurs	243
Tableau B.17 – Paramètres pour des câbles à paire symétrique	250
Tableau B.18 – Paramètres pour des câbles en fibre de silice	250
Tableau B.19 – Paramètres pour des câbles en fibre plastique	250
Tableau C.1 – Caractéristiques de base d'un réseau à câblage en cuivre non Ethernet (ISO/CEI-8802-3).....	263
Tableau C.2 – Longueurs des lignes principales et de dérivation pour CP 2/3.....	263
Tableau C.3 – Récapitulatif du courant disponible pour des câbles de ligne principale (CP 2/3).....	269
Tableau C.4 – Courant admissible pour diverses longueurs de lignes de dérivation en câble fin.....	269
Tableau C.5 – Spécification de l'alimentation pour DeviceNet	270
Tableau C.6 – Accumulation des tolérances de l'alimentation pour DeviceNet	270
Tableau C.7 – Courant en fonction de la longueur d'un câble d'alimentation épais.....	273
Tableau C.8 – Courant en fonction de la longueur pour deux alimentations	274
Tableau C.9 – Définition des variables de l'équation	277
Tableau C.10 – Informations applicables aux câbles en cuivre: Câblage fixe	280
Tableau C.11 – Informations applicables aux câbles en cuivre: cordons	281
Tableau C.12 – Câbles DeviceNet et correspondance des supports de connecteur.....	281
Tableau C.13 – Profils de câbles DeviceNet	282
Tableau C.14 – Connecteurs en cuivre pour bus de terrain non Ethernet	285
Tableau C.15 – Connecteurs supplémentaires pour CP 2/3 (DeviceNet)	285
Tableau C.16 – Paramètres pour des câbles à paire symétrique	290
Tableau C.17 – Codes de couleur et fonctions des fils	299
Tableau C.18 – Code de couleur de câble d'alimentation auxiliaire	305
Tableau C.19 – Exigences d'alimentation réseau	306
Tableau C.20 – Exigences d'alimentation auxiliaire.....	307
Tableau C.21 – Vérification des fils de transmission (signaux)	319

Tableau C.22 – Blindage à la terre.....	319
Tableau C.23 – Configuration des broches de connecteurs.....	321

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61784-5-2:2010

Withdrawing

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – PROFILS –

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

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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, des Spécifications accessibles au public (PAS) 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. 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. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à 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. La CEI ne saurait être 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 61784-5-2 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux de communication industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 2007 dont elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques suivantes par rapport à la précédente édition:

- mises à jour tenant compte des pratiques d'installation actuelles;
- ajout de nouvelles technologies devenues récemment disponibles;

- correction d'erreurs;
- meilleure adéquation avec la CEI 61918.

La présente norme doit être utilisée conjointement à la CEI 61918:2010.

La présente version bilingue (2012-02) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2010-07.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 65C/602/FDIS et 65C/617/RVD.

Le rapport de vote 65C/617/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61784-5, présentées sous le titre général *Réseaux de communication industriels – Profils – Installation de bus de terrain*, est disponible sur le site Web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de garde 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

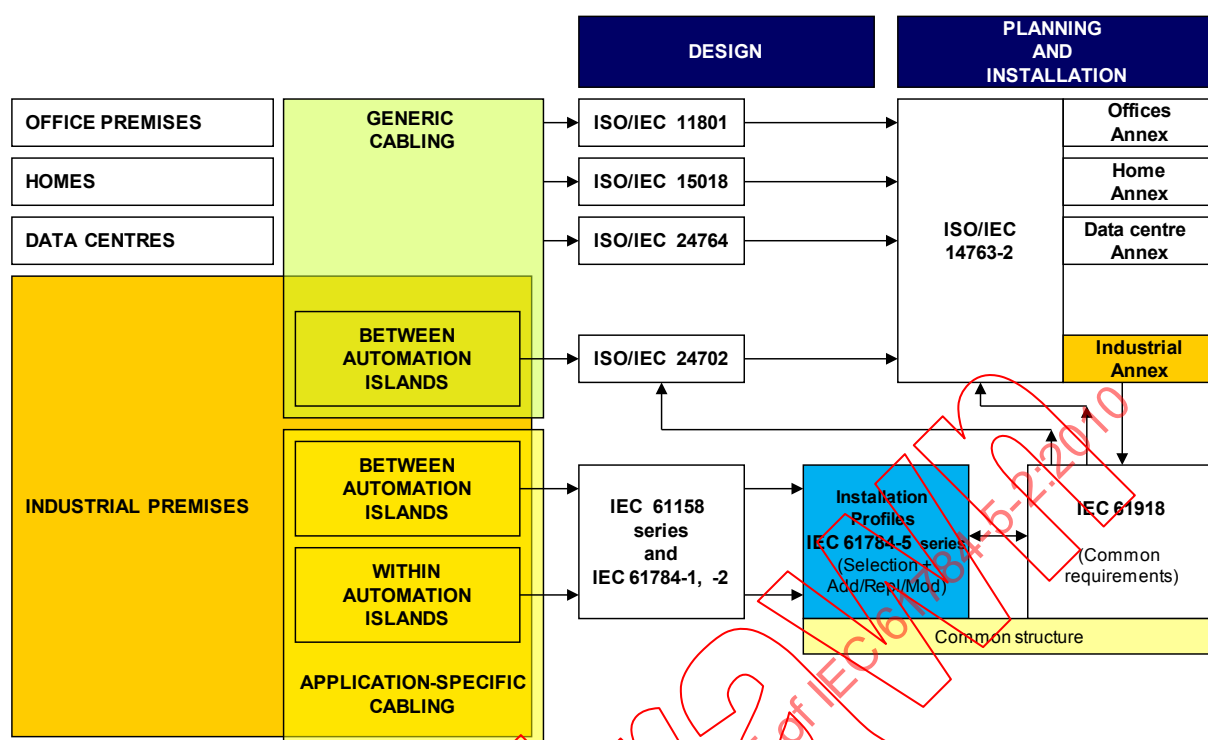
La présente Norme Internationale fait partie d'une série élaborée pour faciliter l'utilisation des réseaux de communication dans des systèmes de contrôle-commande industriels.

La CEI 61918:2010 définit les exigences communes applicables à l'installation de réseaux de communication dans des systèmes de contrôle-commande industriels. La présente norme décrit les profils d'installation des profils de communication (CP) d'une famille spécifique de profils de communication (CPF) en indiquant les exigences de la CEI 61918:2010 qui s'appliquent pleinement et, si nécessaire, en complétant, en modifiant ou en remplaçant les autres exigences (voir la Figure 1).

Pour des informations générales concernant les bus de terrain, leurs profils et les relations entre les profils d'installation spécifiés dans la présente norme, se reporter à la IEC/TR 61158-1.

Chaque profil d'installation de CP est spécifié dans une annexe séparée de la présente Norme. Chaque annexe est structurée exactement de la même manière que la norme de référence CEI 61918:2010 compte tenu des rôles des différentes personnes impliquées dans le processus d'installation des bus de terrain, tels que définis dans la CEI 61918:2010 (planificateur, installateur, vérificateur, valideur, personnel chargé de la maintenance, personnel chargé de l'administration). Si elles utilisent le profil d'installation conjointement à la CEI 61918:2010, ces personnes savent immédiatement quelles exigences sont communes à l'installation de tous les CP et lesquelles sont modifiées ou remplacées. Les conventions utilisées pour la rédaction de la présente norme sont définies à l'Article 5.

La définition d'une norme de profil d'installation pour chaque CPF (par exemple la CEI 61784-5-2 pour la CPF 2) permet aux utilisateurs de travailler avec des documents de taille convenable.



Légende

Anglais	Français
OFFICE PREMISES	BUREAUX
HOMES	HABITATIONS
DATA CENTRES	CENTRE DE DONNÉES
INDUSTRIAL PREMISES	LOCAUX INDUSTRIELS
GENERIC cabling	Câblage générique
Between automation islands	Entre îlots d'automatisation
Within automation islands	Dans les îlots d'automatisation
Application specific cabling	Câblage spécifique à l'application
Design	Conception
ISO/IEC 11801	ISO/CEI 11801
ISO/IEC 15018	ISO/CEI 15018
ISO/IEC 24764	ISO/CEI 24764
ISO/IEC 24702	ISO/CEI 24702
IEC 61158 series and IEC 61784-1, -2	Série CEI 61158 et CEI 61784-1, -2
Planning and Installation	Planification et installation
ISO/IEC 14763-2	ISO/CEI 14763-2
Offices annex	Annexe concernant les bureaux
Home annex	Annexe concernant les habitations
Data centre annex	Annexe concernant les centres de données
Industrial annex	Annexe concernant les locaux industriels
Installation profiles	Profils d'installation
IEC 61784-5 series (selection + 'Add/Repl/Mod)	Série CEI 61784-5 (Sélection + Addition/Rempl./Modif.)
IEC 61918 (Common requirements)	CEI 61918 (exigences communes)
Common structure	Structure commune

Figure 1 – Relations entre les normes

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – PROFILS –

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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61784 définit les profils d'installation pour la CPF 2 (CIP™¹).

Les profils d'installation sont spécifiés dans les annexes. Ces annexes sont utilisées conjointement à la CEI 61918:2010.

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).

IEC 61918:2010, *Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises* (disponible uniquement en anglais)²

Les références normatives de l'Article 2 de la CEI 61918:2010 s'appliquent. Les références normatives spécifiques à chaque profil sont données en A.2, B.2 et C.2.

3 Termes, définitions et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et abréviations donnés dans l'Article 3 de l'ISO/CEI 61918:2010 s'appliquent. Les termes, définitions et abréviations spécifiques à chaque profil sont donnés en A.3, B.3 et C.3.

4 CPF 2: Vue d'ensemble des profils d'installation

La CPF 2 comprend trois profils de communication de base spécifiés dans la CEI 61784-1 et dans la CEI 61784-2. Ces profils partagent un protocole commun de couches supérieures appelé CIP™. (Protocole Industriel Commun³)

Les exigences d'installation pour le CP 2/1 (ControlNet™⁴) sont définies en Annexe A.

¹ CIP™ désigne une appellation commerciale de Open DeviceNet Vendor Association, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de cette marque commerciale ou d'un quelconque de ses produits. La conformité à la présente norme ne nécessite pas l'utilisation de l'appellation commerciale CIP™. L'utilisation de la marque commerciale CIP™ nécessite l'autorisation de Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

² Cette publication est actuellement en cours de traduction.

³ CIP = *Common Industrial Protocol*

⁴ ControlNet™ désigne une appellation commerciale de ControlNet International, Ltd. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de cette marque commerciale ou d'un quelconque de ses produits. La

Les exigences d'installation pour le CP 2/2 (EtherNet/IP™⁵) sont définies en Annexe B.

Les exigences d'installation pour le CP 2/3 (DeviceNet™⁶) sont définies en Annexe C.

5 Conventions utilisées pour les profils d'installation

La numérotation des articles et paragraphes des annexes de la présente Norme correspond à celle des principaux articles et paragraphes de la CEI 61918.

Les articles et paragraphes des annexes de la présente Norme complètent, modifient ou remplacent les articles et paragraphes correspondants de la CEI 61918.

En l'absence d'un paragraphe correspondant de la CEI 61918 dans les annexes normatives de la présente norme, le paragraphe pertinent de la CEI 61918 s'applique sans modification.

La lettre dans le titre (l'en-tête) de chaque Annexe représente le profil d'installation qui lui est attribué à l'Article 4. La numérotation des articles (paragraphes) après la lettre de chaque Annexe doit correspondre à la numérotation de l'article (paragraphe) concerné de la CEI 61918.

EXEMPLE "Annexe B.4.4" dans la CEI 61784-5-2 signifie que le CP 2/2 est défini dans le paragraphe 4.4 de la CEI 61918.

Tous les articles principaux de la CEI 61918 sont cités et sont pleinement applicables, sauf indication contraire dans chaque Annexe normative de profil d'installation.

Si tous les paragraphes d'un article (paragraphe) sont omis, l'article (paragraphe) correspondant de la CEI 61918 s'applique.

Si un article (paragraphe) indique "*Non applicable*", l'article (paragraphe) correspondant de la CEI 61918 ne s'applique pas.

Si un article (paragraphe) indique "*Addition:*", l'article (paragraphe) correspondant de la CEI 61918 s'applique en incluant les ajouts indiqués pour le profil.

Si un article (paragraphe) indique "*Remplacement:*", le texte donné dans le profil remplace le texte de l'article (paragraphe) correspondant de la CEI 61918.

NOTE Un remplacement peut également comprendre des additions.

Si un article (paragraphe) indique "*Modification:*", l'article (paragraphe) correspondant de la CEI 61918 s'applique en incluant les modifications indiquées pour le profil.

conformité à ce profil ne nécessite pas l'utilisation de l'appellation commerciale ControlNet™. L'utilisation de l'appellation commerciale ControlNet™ nécessite l'autorisation ControlNet International, Ltd.

⁵ EtherNet/IP™ désigne une appellation commerciale de ControlNet International, Ltd. et de Open DeviceNet Vendor Association, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de cette marque commerciale ou d'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil ne nécessite pas l'utilisation de l'appellation commerciale EtherNet/IP™. L'utilisation de l'appellation commerciale EtherNet/IP™ nécessite l'autorisation de ControlNet International, Ltd. ou de Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

⁶ DeviceNet™ désigne une appellation commerciale de Open DeviceNet Vendor Association, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de cette marque commerciale ou d'un quelconque de ses produits. La conformité à la présente norme ne nécessite pas l'utilisation de l'appellation commerciale DeviceNet™. L'utilisation de l'appellation commerciale DeviceNet™ nécessite l'autorisation de Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

Si tous les paragraphes d'un article (paragraphe) sont omis alors que, dans ledit article (paragraphe), il est indiqué "article (paragraphe) × comporte une *"addition:"* (ou un *"remplacement:"*, ou une *"modification:"*) ou "l'article (paragraphe) × n'est pas applicable", l'article (paragraphe) × est valide tel que spécifié et tous les autres articles (paragraphes) correspondants de la CEI 61918 s'appliquent.

6 Conformité aux profils d'installation

Chaque profil d'installation de la présente norme inclut une partie de la CEI 61918:2010. Il peut également comprendre la définition de spécifications supplémentaires.

Une déclaration de conformité à un profil d'installation de la présente norme doit être indiquée⁷ comme étant

soit: Conforme à la CEI 61784-5-2:2010⁸ pour CP 2/m <name> (nom)

soit: Conforme à la CEI 61784-5-2(Ed.2.0) pour CP 2/m <name> (nom)

le nom indiqué entre crochets obliques < > étant facultatif et les crochets obliques n'étant pas inclus. Le "m" dans CP 2/m doit être remplacé par le numéro de profil 1 à 3.

NOTE Le nom peut être celui du profil, par exemple ControlNet, EtherNet/IP ou DeviceNet.

Si le nom est une marque commerciale, l'autorisation du détenteur du nom commercial doit être exigée.

Les normes de produits ne doivent pas intégrer d'éventuels aspects d'évaluation de la conformité (y compris les dispositions de management de la qualité), qu'ils soient normatifs ou informatifs, autres que les dispositions d'essai du produit (évaluation et examen).

⁷ Conformément aux Directives ISO/CEI.

⁸ Il convient de ne pas utiliser la date si le numéro d'édition est indiqué.

Annexe A (normative)

Profil d'installation spécifique CP 2/1 (ControlNet™)

A.1 Domaine d'application du profil d'installation

Addition:

La présente norme définit le profil d'installation du Profil de communication CP 2/1 (ControlNet). Le CP 2/1 est défini dans la CEI 61784-1.

A.2 Références normatives

Addition:

CEI 60096-2:1961, *Câbles pour fréquences radioélectriques – Partie 2: Spécifications particulières de câbles*

A.3 Termes, définitions et abréviations utilisés pour le profil d'installation

A.3.1 Termes et définitions

A.3.2 Abréviations

Addition:

DVM	Voltmètre numérique
HMI	Interface homme-machine (<i>Human Machine Interface</i>)
E/S	Entrée/ Sortie
IS	(de) sécurité intrinsèque (<i>Intrinsically Safe</i>)
MM	Multimodal
NAP	Port d'accès au réseau (accès local à un dispositif, c'est-à-dire sans passer par le bus) (<i>Network Access Port</i>)
OTDR	Réflectomètre optique dans le domaine temporel (<i>Optical Time Domain Reflectometer</i>)
PLC	Automate programmable (<i>Programmable Logic Controller</i>)
PVC	Chlorure de polyvinyle (<i>PolyVinyl Chloride</i>)
RG6	Câble coaxial
SM	Unimodal (<i>Single Mode</i>)
TDR	Réflectomètre dans le domaine temporel (<i>Time Domain Reflectometer</i>)

A.3.3 Conventions utilisées pour les profils d'installation

Non applicable.

A.4 Planification de l'installation

A.4.1 Introduction

A.4.1.1 Objectif

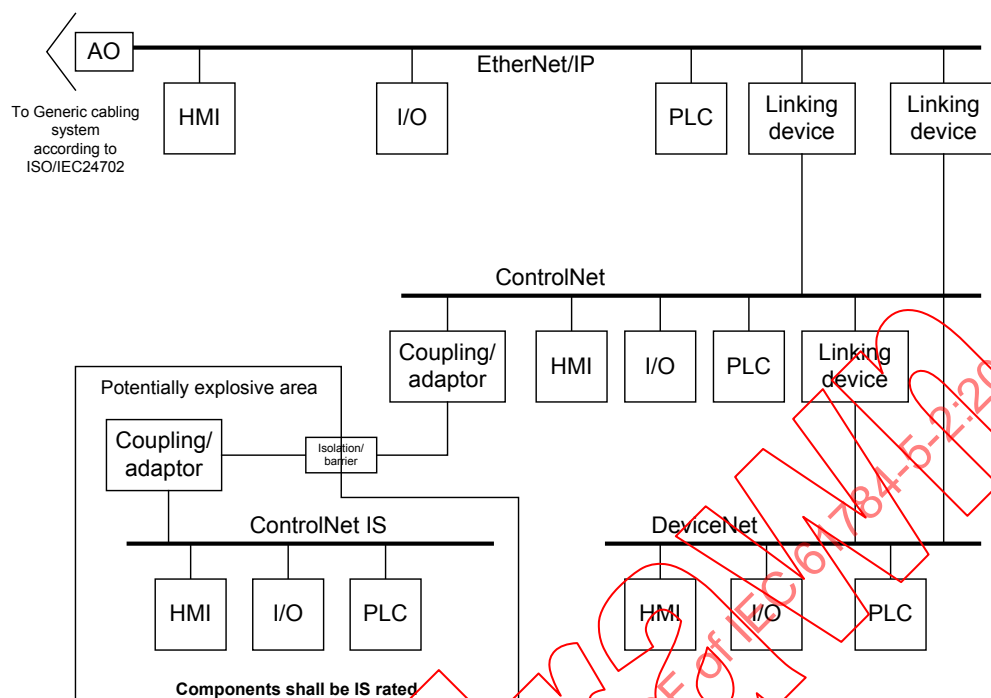
A.4.1.2 Câblage de locaux industriels

Addition:

Les réseaux CP 2/1 peuvent être connectés à un câblage générique par l'intermédiaire d'un convertisseur/adaptateur comme indiqué en 4.1 de la CEI 61918:2010. La connexion au système de câblage générique peut également être réalisée par l'intermédiaire d'EtherNet/IP et en utilisant la prise AO (Automation Outlet - Prise d'automatisation) comme illustré en Figure A.1.

Le CP 2/1 est conçu pour être déployé au sein de l'îlot d'automatisation ainsi qu'entre îlots d'automatisation, comme décrit en 4.1.2, Figure 5 de la CEI 61918:2010. Le réseau est constitué de prises passives ^[T] et de répéteurs ^[R] interconnectés au moyen de câbles coaxiaux. Les liaisons sont reliées par des ponts ^[B]. Le réseau peut couvrir l'ensemble du plancher d'une usine.

L'interconnexion de CP 2/1 avec CP 2/2 et CP 2/3 peut être réalisée au moyen d'un convertisseur/adaptateur approprié (dispositif de liaison) comme illustré en Figure A.1.



Légende

Anglais	Français
AO	AO (prise d'automatisation)
To generic cabling system according to ISO/IEC 24702	Vers système de câblage générique selon ISO/CEI 24702
HMI	IHM
I/O	E/S
Linking Device	Dispositif de liaison
Coupling/adaptor	Accouplement/adaptateur
Potentially explosive area	Zone à atmosphère explosible
Isolation barrier	Barrière d'isolation
Component shall be IS rated	Le composant doit être de SI

Figure A.1 – Interconnexion de réseaux CPF 2

Le système de supports coaxiaux CP 2/1 est constitué des composants décrits en Figure A.2. Ces composants sont les suivants:

- câble coaxial et connecteurs correspondants (BNC/TNC);
- prises passives (non étanches et étanches) munies d'un connecteur BNC/TNC au bout d'un câble de dérivation fixe d'une longueur de 1 m qui ne doit en aucun cas être étendu;
- terminateurs BNC/TNC de ligne principale;
- répéteurs (linéaires, en anneau et en étoile) fibre et cuivre;
- divers coupleurs coaxiaux, traversées, entre jacks et entre fiches (BNC/TNC).

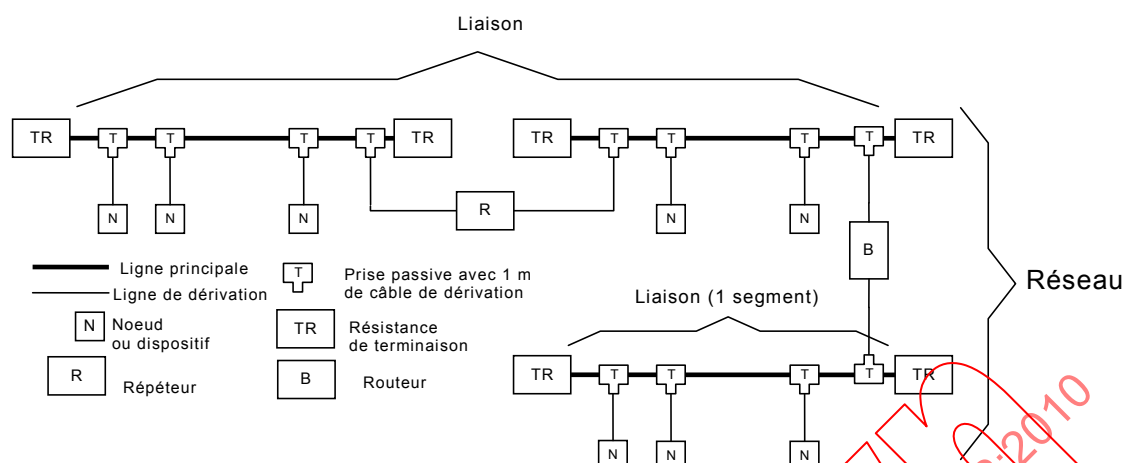


Figure A.2 – Aperçu des réseaux CPF 2/1

A.4.2 Exigences de planification

A.4.2.1 Sécurité

A.4.2.1.1 Généralités

A.4.2.1.2 Sécurité électrique

A.4.2.1.3 Sécurité fonctionnelle

Non applicable.

A.4.2.1.4 Sécurité intrinsèque

Non applicable.

A.4.2.1.5 Sécurité des systèmes de communication par fibres optiques (OFCS)

Non applicable.

A.4.2.2 Sécurité

A.4.2.3 Considérations relatives à l'environnement et CEM

A.4.2.3.1 Méthodologie descriptive:

Addition:

La configuration du réseau de distribution basse tension doit satisfaire aux réglementations locales. Dans certains cas et dans certaines zones géographiques, une mise à la terre et une liaison équipotentielle supplémentaires sont nécessaires pour maîtriser les courants de bruit et fournir une terre fonctionnelle à faible bruit aux dispositifs de communication à faible niveau de bruit. Les méthodes correspondantes sont décrites en 4.4.7 de la CEI 61918:2010 et en A.4.4.7.3 de la présente norme.

Ce réseau utilise une RC parallèle entre la terre et le blindage du câble coaxial. Les blindages ne doivent pas être directement référencés à la terre en tout point du système, sous peine de permettre aux courants de bruit de circuler dans les blindages, générant ainsi des taux d'erreurs élevés sur le réseau.

A.4.2.3.2 Utilisation de l'environnement décrit pour établir une nomenclature**A.4.2.4 Exigences spécifiques pour câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702**

Non applicable.

A.4.3 Capacités du réseau**A.4.3.1 Topologie du réseau****A.4.3.1.1 Descriptif commun****A.4.3.1.2 Topologies physiques de base des réseaux passifs**

Modification:

ControlNet prend en charge des topologies en bus passives. Les topologies en étoile passives ne sont pas prises en charge.

A.4.3.1.3 Topologies physiques de base des réseaux actifs

Modification:

ControlNet prend en charge des topologies linéaires, en étoile et annulaires actives.

A.4.3.1.4 Combinaison de topologies de base

Addition:

ControlNet prend en charge des topologies en bus linéaires passives connectés en série et en parallèle. En outre, ControlNet prend en charge la redondance de réseaux utilisant des topologies en bus linéaires passives connectés en série et en parallèle. Les deux réseaux doivent avoir le même nombre de nœuds actifs dans le même ordre sur le réseau.

A.4.3.1.5 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

A.4.3.1.5.1 Généralités

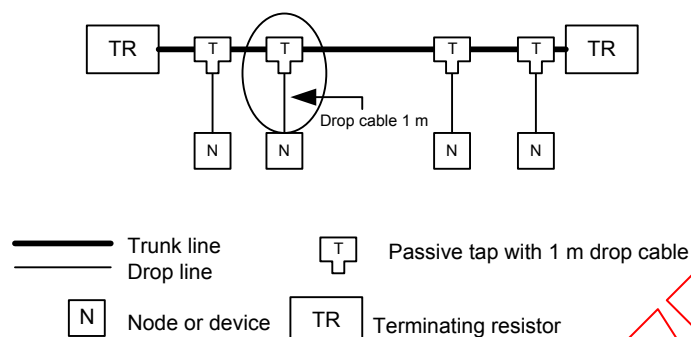
Le CP 2/1 prend en charge à la fois des supports à câble coaxial et à fibre optique sur les segments de ligne principale. Les câbles de dérivation doivent être coaxiaux. Le réseau est du type limité en amplitude et en délai. En général, l'amplitude de la variante coaxiale est le facteur limitatif. Les segments de lignes principales en fibre présentent beaucoup moins de perte, de sorte que les limites de délai peuvent être aisément dépassées. Dans tous les cas, les limites d'amplitude et de délai doivent être respectées. Le délai maximal pour toute construction de réseau (câblage et répéteurs) doit être limité à 242 μ s en aller-retour ou à 121 μ s dans chaque direction.

ControlNet peut être configuré comme un réseau redondant pour les topologies linéaires et en étoile actives utilisant un câblage en cuivre et en fibre optique. Voir A.4.4.9.6 pour les spécificités de conception. Lorsqu'il est configuré en réseau redondant, le nombre de nœuds et l'adressage doivent être les mêmes pour les deux réseaux.

Les paragraphes ci-dessous décrivent les divers composants et les constructions de topologies possibles.

A.4.3.1.5.2 Prises (supports coaxiaux)

Les prises connectent chaque nœud du réseau au système de supports coaxiaux par l'intermédiaire d'un câble de dérivation fixe de 1 m, comme illustré en Figure A.3.



Légende

Anglais	Français
Drop cable 1 m	Câble de dérivation de 1 m
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
T: passive tap with 1 m drop cable	T: Prise passive avec câble de dérivation de 1 m
N: Node or device	N: Nœud ou dispositif
TR: Terminating resistor	TR: Résistance de terminaison (terminateur)

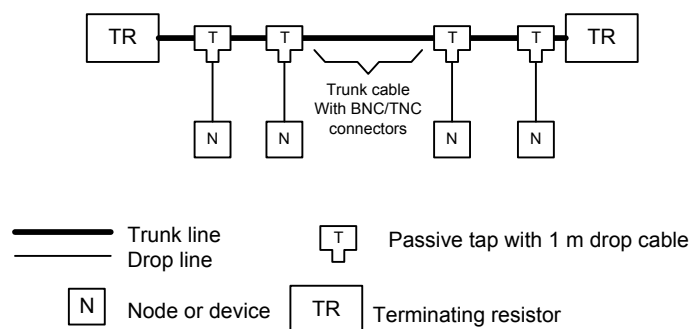
Figure A.3 – Exigences applicables aux câbles de dérivation

A.4.3.1.5.3 Câble de ligne principale

Le câble de ligne principale est le bus ou partie centrale du système de supports coaxiaux CP 2/1. Le câble de ligne principale est constitué de diverses sections de câble. Le câble normalisé qui peut être utilisé pour construire des sections de câble de ligne principale est défini en A.4.4.1.2.1.

A.4.3.1.5.4 Connecteurs de ligne principale

Des fiches BNC/TNC sont utilisées pour brancher les câbles coaxiaux aux prises. Les dispositifs sont connectés à la prise par un câble de 1 m muni de la fiche BNC/TNC appropriée. Chaque liaison de câble de ligne principale doit comporter une fiche BNC ou TNC montée à chaque extrémité comme illustré en Figure A.4.



Légende

Anglais	Français
Trunk cable with BNC/TNC connectors	Câble de ligne principale avec connecteurs BNC/TNC
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
T: passive tap with 1 m drop cable	T: Prise passive avec câble de dérivation de 1 m
N: Node or device	N: Nœud ou dispositif
TR: Terminating resistor	TR: Résistance de terminaison (terminateur)

Figure A.4 – Mise en place de fiches BNC/TNC

A.4.3.1.5.5 Terminateurs

Pour réduire les réflexions, le(s) segment(s) de réseau doit(vent) être muni(s) de terminateurs coaxiaux appropriés de 75Ω (voir A.4.4.4.2).

La Figure A.5 montre l'emplacement des terminateurs coaxiaux de 75Ω . Le concepteur doit spécifier la mise en place des terminateurs coaxiaux de 75Ω dans la documentation de conception. Les terminateurs sont en général montés sur le port extérieur de la prise se trouvant à chaque extrémité d'un segment. Le terminateur est pleinement décrit en A.4.4.4.

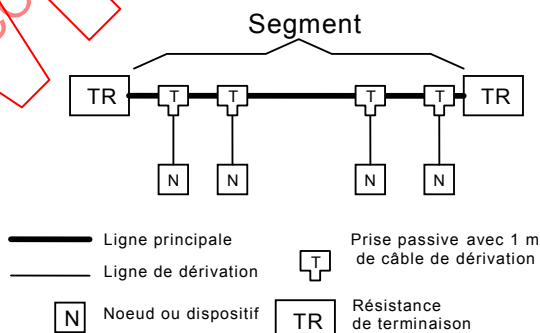
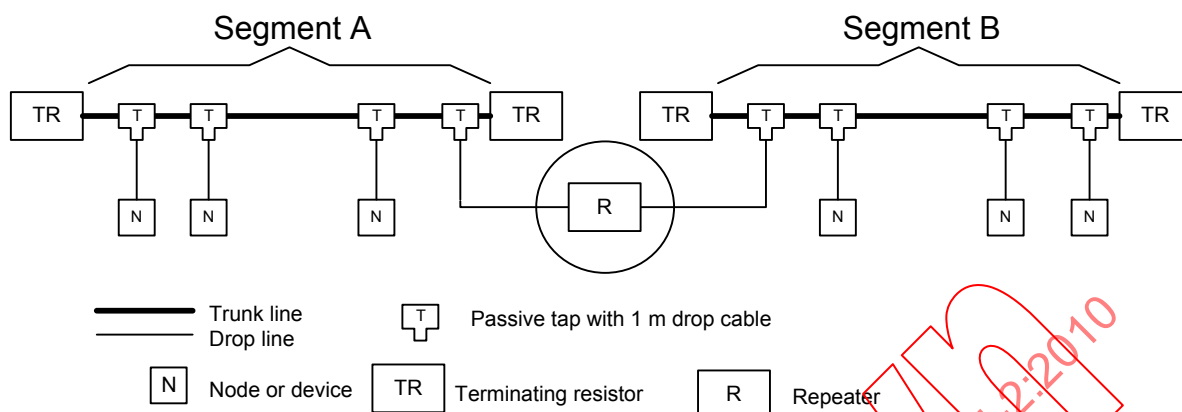


Figure A.5 – Mise en place de terminateurs

A.4.3.1.5.6 Répéteurs

Des adaptateurs de répéteurs doivent être utilisés pour augmenter le nombre de prises, étendre la longueur totale du réseau (voir la Figure A.6) ou créer une configuration en étoile active, comme illustré en Figure A.7. Le nombre de répéteurs et la longueur totale du câblage sont limités en fonction de la topologie du réseau. Pour plus d'informations concernant les limites de longueur ainsi que le nombre de nœuds par segment, voir A.4.4.3.3.2. Un répéteur

crée un nouveau segment, permettant ainsi la mise en place de câbles ou de prises supplémentaires, ou les deux à la fois.



Légende

Anglais	Français
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
T: passive tap with 1 m drop cable	T: Prise passive avec câble de dérivation de 1 m
N: Node or device	N: Nœud ou dispositif
TR: Terminating resistor	TR: Résistance de terminaison (terminateur)
Repeater	Répéteur

Figure A.6 – Extension d'un réseau au moyen de répéteurs

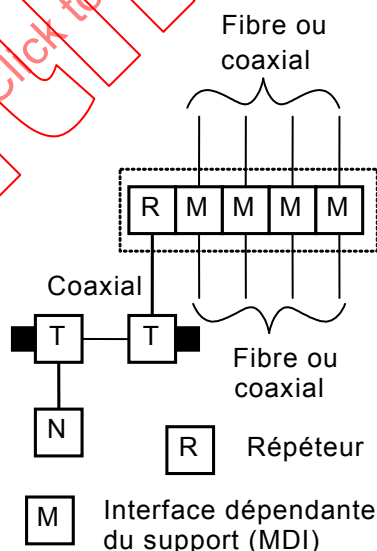
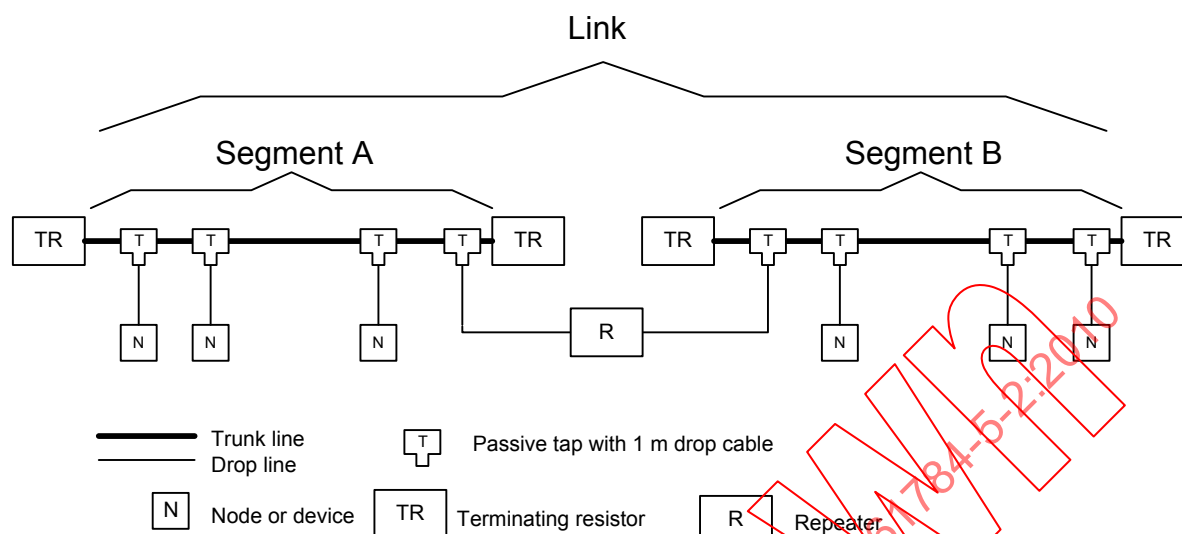


Figure A.7 – Extension d'un réseau au moyen d'une topologie en étoile active

A.4.3.1.5.7 Liaisons

Une liaison est réalisée en connectant plusieurs segments au moyen de répéteurs (voir Figure A.8). Une liaison peut être constituée d'un seul segment. Chaque nœud d'une liaison doit avoir une adresse unique dans une plage de 0 à 99. L'adresse de nœud 0 doit être

réservée aux dispositifs qui sont des nœuds à adresse automatique ou des nœuds sans commutateurs d'adresses.



Légende

Anglais	Français
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
T: passive tap with 1 m drop cable	T: Prise passive avec câble de dérivation de 1 m
N: Node or device	N: Nœud ou dispositif
TR: Terminating resistor	TR: Résistance de terminaison (terminateur)
Repeater	Répéteur

Figure A.8 – Liaisons

A.4.3.1.5.8 Ponts

Des ponts peuvent être utilisés pour connecter des liaisons entre elles et pour étendre l'adressage du réseau au-delà de 99 nœuds. Un pont connecte des liaisons comme illustré en Figure A.9.

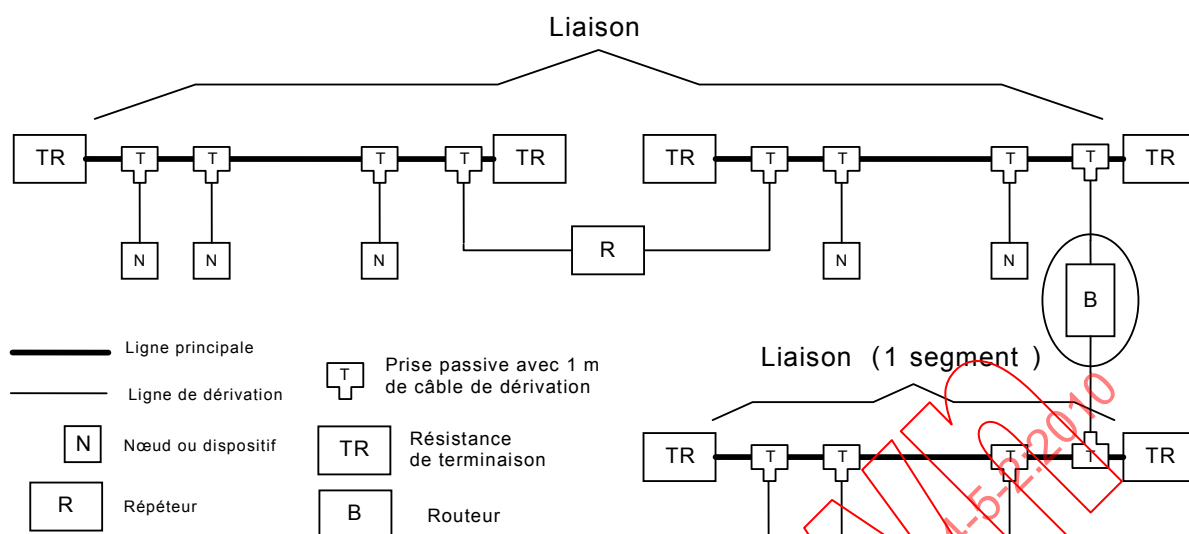


Figure A.9 – Extension du réseau au-delà de 99 nœuds

A.4.3.1.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.4.3.2 Caractéristiques du réseau

A.4.3.2.1 Généralités

A.4.3.2.2 Caractéristiques du réseau pour un câblage à paires symétriques non Ethernet

Remplacement:

ControlNet est un système à base de câblage coaxial; le câblage à paire symétrique n'est pas pris en charge.

Le Tableau A.1 fournit des valeurs fondées sur le modèle du Tableau 1 de la CEI 61918:2010.

Tableau A.1 – Caractéristiques de base d'un réseau à câblage en cuivre non Ethernet (ISO/CEI 8802-3)

Caractéristiques	CP 2/1
Technologie de transmission de base	Bus linéaire
Longueur / vitesse de transmission	
Vitesses de transmission	5 Mbit/s
Longueur de segment	1 000 m maximum (voir la Figure A.10)
Longueur de liaison	20 km maximum ^a
Capacité maximale	Nbre max.
Dispositifs par segment	48
Dispositifs / liaison	99
Dispositifs par réseau	Illimité
^a La longueur totale de la liaison est limitée à 20 km du fait des restrictions de délai de 121 µs dans chaque sens (242 µs en aller-retour).	

A.4.3.2.3 Caractéristiques du réseau pour un câblage à paires symétriques à base d'Ethernet

Non applicable.

A.4.3.2.4 Caractéristiques du réseau pour un câblage à fibre optique

Remplacement:

Les longueurs admissibles de segments à fibre optique sont données dans le Tableau A.2 pour un CP 2/1 fondé sur le modèle du Tableau 3 de la CEI 61918:2010.

Tableau A.2 – Longueurs de fibres admissibles

Caractéristique	CP 2/1		
	Longueur minimale	Longueur maximale	λ
Largeur de bande modale min.	m	km	nm
200/230 μm MM	0	0,3	650
62,5/125 μm MM	0	3/10	1 300
9/125 μm SM	0	20 ^a	1 300
NOTE Les longueurs dépendent des bilans de puissance du Tableau A.3.			
^a La longueur totale de la liaison est limitée à 20 km du fait des restrictions de délai de 121 μs dans chaque sens (242 μs en aller-retour).			

Addition:

Le Tableau A.3 fournit les valeurs du bilan de puissance pour la conception du réseau. L'affaiblissement d'insertion pour chaque segment ne doit pas être dépassé. Il est recommandé de tenir compte d'une marge de 1 dB pour le vieillissement.

Tableau A.3 – Bilans de puissance pour des réseaux ControlNet à fibre optique

Caractéristique	Type de câble	Bilan de puissance dB
Répéteur à fibre de courte distance	200/230 μm MM	4,2
Répéteur à fibre de moyenne distance	62,5/125 μm MM	13,3
Répéteur à fibre de longue distance	62,5/125 μm MM	15
Répéteur à fibre extra-longue distance	62,5/125 μm MM	10,5
Répéteur à fibre extra-longue distance	9/125 μm SM	10,5

A.4.3.2.5 Caractéristiques spécifiques du réseau

Addition:

CP 2/1 prend en charge des topologies actives à fibre optique, linéaires, en étoile et annulaires.

La redondance de la fibre est uniquement disponible pour des topologies actives linéaires et en étoile; voir en A.4.4.9.6 pour plus de précision concernant la conception et les restrictions applicables aux réseaux redondants.

L'anneau à fibre optique est par essence redondant et ne nécessite pas de duplication du matériel.

A.4.3.2.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.4.4 Sélection et utilisation des composants de câblage

A.4.4.1 Sélection des câbles

A.4.4.1.1 Descriptif commun

A.4.4.1.2 Câbles en cuivre

A.4.4.1.2.1 Câbles à paire symétrique pour CP à base d'Ethernet

Non applicable.

A.4.4.1.2.2 Câbles en cuivre pour CP non Ethernet

Remplacement:

Le choix des connecteurs et de l'outillage de montage doit être compatible avec le câblage coaxial (appelé RG6). Si la compatibilité n'est pas assurée, il risque d'y avoir des défaillances du réseau.

Les exigences électriques applicables au câble coaxial, sur lesquelles se fonde la topologie normalisée, sont données dans le Tableau A.4. Les propriétés mécaniques du câble coaxial normalisé sont décrites dans le Tableau A.5. Ces paramètres (électriques et mécaniques) peuvent être utilisés pour approvisionnement du câblage approprié pour des installations normalisées. Des câbles particuliers, tels que décrits dans le Tableau A.6, peuvent exiger des propriétés mécaniques et/ou électriques différentes et ils doivent par conséquent être pris en compte pour les limites de longueur du réseau et le choix de l'outillage utilisé pour le montage des connecteurs. Le réseau étant conçu comme un système de 75 Ω , il n'est pas admis de modifier l'impédance du câblage.

Les paramètres électriques décrits dans le Tableau A.4 doivent être respectés afin d'assurer des configurations de réseau normalisées, comme décrit dans le profil d'installation.

Tableau A.4 – Propriétés électriques du câblage coaxial RG6

Spécification	Limites / caractéristiques
Blindage	Blindage quadruple
Impédance	(75 $\pm$ 3) Ω
Retard (délai)	(4,1 $\pm$ 0,1) ns/m
Fréquence	Affaiblissement (dB/100 m) à
1 MHz	1,15
2 MHz	1,25
5 MHz	1,48
10 MHz	1,94
20 MHz	2,82
50 MHz	4,49
Affaiblissement de régularité	23 dB au moins, de 5 MHz à 50 MHz
Résistance en courant continu du conducteur	92 Ω /km nominal
Résistance en courant continu du blindage	24 Ω /km nominal

Spécification	Limites / caractéristiques
Capacité	53,2 pF/m

Les paramètres physiques énumérés dans le Tableau A.5 doivent être respectés pour maintenir l'immunité au bruit et la compatibilité du connecteur.

Tableau A.5 – Propriétés physiques du câblage coaxial RG6

Spécification	Caractéristiques
Matériau et diamètre du conducteur central	Acier recouvert de cuivre nu massif, 18 AWG $0,823 \text{ mm}^2 \pm 0,00013 \text{ mm}^2$
Matériau et diamètre du diélectrique	$4,65 \text{ mm} \pm 0,13 \text{ mm}$
Composition du blindage en 4 couches	Couche 1: feuille Couche 2: tresse 60 % Couche 3: feuille Couche 4: tresse 40 %
Diamètre de gaine extérieure	$7,67 \text{ mm} \pm 0,13 \text{ mm}$

Addition:

Le CP 2/1 utilise des câbles coaxiaux à blindage quadruple RG6 de 75Ω conformes à la CEI 60096-2.

Les conceptions de câblages spécifiques doivent être choisies en fonction de l'application et de l'environnement. Le concept MICE peut être utilisé pour déterminer les conditions environnementales et choisir les composants et/ou les mesures appropriées de réduction de leurs effets. Le Tableau A.6 fournit des recommandations relatives aux câbles spécifiques pour une application particulière.

Tableau A.6 – Sélection du type de câble

Type d'application	Exemple de type de câble ^a
Applications de l'industrie légère	Normalisé - PVC CM-CL2
Applications industrielles	Câble armé et armure articulée
Applications à haute et basse température ainsi que les domaines corrosifs (produits chimiques agressifs - voir les fiches techniques des fabricants pour ce qui concerne la résistance chimique)	Plenum-FEP CMP-CL2P
Accrochage en feston ou fléchissement (piste C ou Tic Toc robotique)	High flex
résistance à l'humidité; enterrement direct, zone inondable, résistance aux moisissures	Pour milieu souterrain humide
^a S'adresser au distributeur local pour le câblage disponible.	

Tous les câbles coaxiaux utilisés dans le système ControlNet doivent respecter les exigences électriques du présent Article. En outre, ils doivent être à blindage quadruple (les blindages simples, doubles et triples ne sont pas admis). Il est important de respecter les valeurs d'affaiblissement aux fréquences énumérées dans le présent Article A.4. Si la valeur de l'affaiblissement est supérieure aux valeurs indiquées dans le présent Article, une correction supplémentaire de la longueur doit être déterminée au moyen des équations données dans le présent Article. Si l'affaiblissement du segment est trop élevé, le segment doit être divisé au moyen de répéteurs.

A.4.4.1.3 Câblage pour installation sans fil

Non applicable.

A.4.4.1.4 Câbles à fibre optique

Addition:

Pour la fibre optique, le câblage doit être conforme aux exigences du Tableau A.2 et du Tableau A.3. En outre, le planificateur doit tenir compte des éléments suivants.

Il doit définir la longueur maximale de câble admise entre deux dispositifs. Lors de la pose des câbles à fibre optique, cette longueur maximale ne doit pas dépasser les valeurs définies dans le Tableau A.2. L'utilisation de câbles spéciaux ou d'épissures pour câbles optiques peut également nécessiter une réduction des longueurs de câble. Une transmission de données fiable peut être assurée jusqu'à cette longueur certifiée si les câbles et les connexions ont été correctement montés.

Les propriétés d'un système de transmission à fibre optique sont principalement caractérisées par:

- la puissance de sortie de l'interface optique;
- le type de câble utilisé;
- la qualité de l'installation et la configuration des fiches.

Le planificateur et l'installateur doivent respecter les exigences relatives à l'affaiblissement de l'insertion (câbles et connecteurs) de manière à assurer un fonctionnement correct du segment. En outre, les instructions fournies par le fabricant des câbles, des connecteurs à fiches et des dispositifs doivent être respectées. Pour les câbles à fibre optique d'un réseau industriel, le planificateur doit utiliser les données définies dans le Tableau A.7.

D'autres informations que l'installateur et le personnel de maintenance doivent prendre en compte sont également fournies dans les Articles pertinents de la présente norme.

Le Tableau A.7 fournit des valeurs fondées sur le modèle du Tableau 6 de la CEI 61918:2010.

Tableau A.7 – Informations applicables aux câbles à fibre optique

Caractéristique	Fibre silice unimodale 9 à 10/125 µm	Fibre silice multimodale 50/125 µm	Fibre silice multimodale 62,5/125 µm	Fibre plastique à saut d'indice 980/1 000 µm	Fibre silice gainée en dur à saut d'indice 200/230 µm
Affaiblissement au km (650 nm)	n/a	n/a	n/a	n/a	≤6,0 dB
Affaiblissement au km (820 nm)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Affaiblissement au km (1 310 nm)	≤1,0 dB	≤2,5 dB	≤3,5 dB	n/a	n/a
Nombre de fibres optiques	2	2	2	n/a	2
Type de connecteur (par exemple duplex ou simplex)	BFOC/2,5	BFOC/2,5	BFOC/2,5	n/a	V-Pin
Couleur de gaine extérieure exigée	Définie par l'utilisateur	Définie par l'utilisateur	Définie par l'utilisateur	n/a	Définie par l'utilisateur
Matériau de gaine extérieure	Spécifique à l'application	Spécifique à l'application	Spécifique à l'application	n/a	Spécifique à l'application

Caractéristique	Fibre silice unimodale 9 à 10/125 µm	Fibre silice multimodale 50/125 µm	Fibre silice multimodale 62,5/125 µm	Fibre plastique à saut d'indice 980/1 000 µm	Fibre silice gainée en dur à saut d'indice 200/230 µm
Résistance aux environnements sévères (par exemple UV, résistance à l'huile, LS0H)	Oui ^a	Oui ^a	Oui ^a	n/a	Oui ^a
Jarretière (rupture) (O/N)	Oui ^b	Oui ^b	Oui ^b	n/a	Oui ^b
^a Si l'application l'exige.					
^b Les cordons/câbles duplex et simplex sont pris en charge.					

A.4.4.1.5 Câbles en cuivre à paire symétrique et câbles à fibre optique pour usage spécial

A.4.4.1.6 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

A.4.4.1.7 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.4.4.2 Sélection du matériel de connexion

A.4.4.2.1 Descriptif commun

A.4.4.2.2 Matériel de connexion de câblage à paire symétrique pour CP à base d'Ethernet

Non applicable.

A.4.4.2.3 Matériel de connexion de câblage cuivre pour CP non Ethernet

Remplacement:

Les connecteurs utilisés sur ce réseau se limitent à ceux indiqués dans le Tableau A.8.

Tableau A.8 – Connecteurs en cuivre pour ControlNet

CP 2/1	Coaxial selon CEI 61169-8	Autres
Caractéristiques pour CP 2/1 (ControlNet)	BNC	TNC RJ45 (NAP)

Addition:

Le contact du conducteur central doit être plaqué conformément à l'une des spécifications suivantes:

- placage or d'au minimum 75 µm sur nickel d'au minimum 1,25 µm sur métal de base;
- 0,05 µm à 0,2 µm d'éclat or sur 1,25 µm minimum de nickel palladium sur 1,25 µm minimum de nickel sur métal de base.

L'impédance caractéristique du connecteur doit être de 75 Ω (nominale), de 45 Ω (minimale) et 80 Ω (maximale), du c.c. à 50 MHz.

Pour garantir la fiabilité réseau, les câbles, connecteurs et outils de montage doivent être compatibles du point de vue mécanique. En ce qui concerne les exigences de compatibilité et d'outils de montage, on doit se reporter aux fiches techniques des fabricants de câbles et de connecteurs.

Des prises passives sont utilisées pour relier entre elles des sections de lignes principales et assurer un point de connexion pour chaque nœud. Une prise est exigée pour chaque dispositif actif connecté au réseau. Deux variantes de prises sont disponibles:

- étanches, conformes au minimum au degré IP67, utilisant des connecteurs TNC;
- non étanches, conformes au maximum au degré IP65, utilisant des connecteurs BNC.

Pour des raisons de fiabilité, le nombre de connexions sur un segment donné doit être réduit au minimum.

A.4.4.2.4 Matériel de connexion pour installation sans fil

Non applicable.

A.4.4.2.5 Matériel de connexion de câblage à fibre optique

Remplacement:

Le Tableau A.9 fournit des valeurs fondées sur le modèle du Tableau 9 de la CEI 61918:2010.

Tableau A.9 – Connecteurs à fibre optique pour systèmes de bus de terrain

	CEI 61754-2	CEI 61754-4	CEI 61754-24	CEI 61754-20	CEI 61754-22	Autres
	BFOC/2,5	SC	SC-RJ	LC	F-SMA	VPIN
CP 2/1 (ControlNet)	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui
NOTE Les interfaces mécaniques de connecteurs à fibre optique sont définies dans la série de normes CEI 61754; les spécifications de performances des connecteurs à fibre optique montés sur des types de fibres spécifiques sont décrites dans la série de normes CEI 61753.						

Pour réduire au minimum le bruit de couplage dans les récepteurs sensibles, il est recommandé d'utiliser des connecteurs à fêrle en plastique ou en céramique.

Le Tableau A.10 fournit des valeurs fondées sur le modèle du Tableau 10 de la CEI 61918:2010.

Tableau A.10 – Rapport entre le FOC et les types de fibres (CP 2/1)

	Type de fibre					
	Fibre silice unimodale 9 à 10/125 µm	Fibre silice multimodale 50/125 µm	Fibre silice multimodale 62,5/125 µm	Fibre plastique à saut d'indice 980/1 000 µm	Fibre silice gainée en dur à saut d'indice 200/230 µm	Autres
BFOC/2,5		X	X			
SC						
SC-RJ						
LC						
F-SMA						
V-Pin					X	
NOTE Des facteurs de correction de l'affaiblissement d'insertion doivent être utilisés pour des fibres de dimensions inférieures à 62,5/125 µm						

A.4.4.2.6 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

A.4.4.2.7 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.4.4.3 Connexions dans un canal/liaison permanente**A.4.4.3.1 Descriptif commun**

Non applicable.

A.4.4.3.2 Connexions et épissures de câbles à paire symétrique pour CP à base d'Ethernet

Non applicable.

A.4.4.3.3 Connexions et épissures de câbles en cuivre pour CP non Ethernet**A.4.4.3.3.1 Descriptif commun****A.4.4.3.3.2 Distance minimale des connexions**

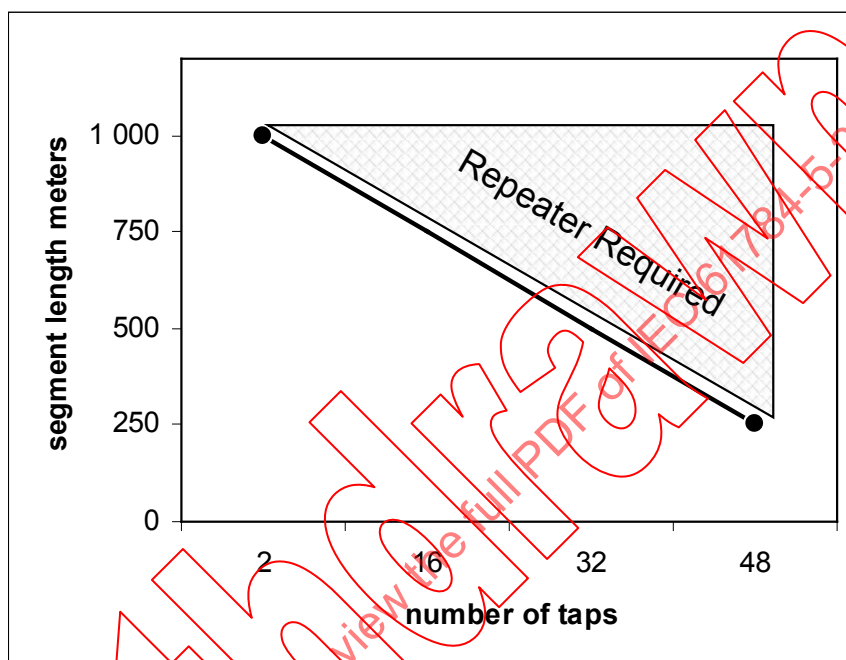
Remplacement:

a) Généralités

Le trajet le plus court d'acheminement du câblage doit être sélectionné pour réduire la quantité de câble requise. Les détails spécifiques de planification de l'acheminement du câblage dépendent des besoins du réseau.

Pour déterminer la longueur de câble des sections de lignes principales, il est important de mesurer le trajet réel du câblage dans le réseau. On doit tenir compte des dimensions verticales ainsi qu'horizontales. La distance du trajet d'acheminement tridimensionnel doit toujours être calculée pour déterminer les longueurs de câbles.

La longueur totale admissible d'un segment comportant un blindage quadruple RG6 normalisé dépend des exigences définies dans le Tableau A.1 et dans le Tableau A.4 ainsi que du nombre de prises sur le segment. Il n'y a aucune exigence de longueur minimale de la section ou du segment de câble de ligne principale. La longueur totale maximale admissible d'un segment est de 1 000 m lorsque deux prises sont montées. Chaque prise supplémentaire réduit la longueur maximale du segment de 16,3 m. Le nombre maximal de prises autorisé sur un segment est de 48. Lorsque 48 prises sont utilisées, la longueur maximale du segment est limitée à 250 m. La relation entre le nombre de prises admises sur un segment donné et la longueur du segment est décrite en Figure A.10. Si la conception du réseau s'inscrit dans la zone grisée, il est nécessaire d'utiliser un répéteur.



Légende

Anglais	Français
Segment length meters	Longueur de segment en mètres
Repeater required	Répéteur exigé
Number of taps	Nombre de prises

Figure A.10 – Nombre maximal de prises admissible par segment

Longueur de segment maximale admissible = 1 000 m - 16,3 m × [nombre de prises - 2]

EXEMPLE 1

Un exemple de calcul du nombre de prises autorisé pour différentes longueurs de segment est fourni ci-après.

Si le segment nécessite 10 prises, la longueur maximale du segment est:

$$1\,000\text{ m} - 16,3\text{ m} \times [10 - 2]$$

$$1\,000\text{ m} - 130,4\text{ m} = 869,6\text{ m}$$

Le nombre de câbles RG6 high-flex utilisables sur un système donné est inférieur à la quantité de câbles RG6 normalisés. Il est recommandé au concepteur d'utiliser une longueur minimale de câbles high-flex. Des connecteurs "balle" BNC ou des connecteurs de cloison isolés doivent être utilisés pour séparer des zones qui nécessitent un câblage RG6 high-flex de zones qui nécessitent un câblage RG6 normalisé; ceci permet de remplacer les sections en RG6 high-flex avant la fin de leur durée de vie. L'équation ci-dessous peut être utilisée pour déterminer une longueur totale admissible de segments de câble flex RG6 dans

l'application. Chaque prise supplémentaire réduit la longueur maximale du segment. La longueur maximale du segment dépend de l'affaiblissement du câble high-flex utilisé. La longueur de segment maximale admissible est dans ce cas la suivante:

$$\text{Segment_Length} = [20,29 \text{ dB} - (\text{Number_taps} \times 0,32 \text{ dB})] / \text{cable_atten@10MHz}$$

Important: l'affaiblissement du câble à 10 MHz, par unité de longueur, est défini comme étant la perte de signal mesurée à 10 MHz pour 100 m de câble.

L'affaiblissement pour les câbles ControlNet est indiqué dans les fiches techniques des fabricants.

EXEMPLE 2

Le câble choisi pour cet exemple est du type high flex. L'affaiblissement de ce câble coaxial high flex est de 2,36 dB pour 100 m à 10 MHz; la longueur maximale d'un segment qui nécessite 3 prises utilisant un câblage high flex est la suivante:

$$\text{Maximum_Segment_Length} = [(20,29 \text{ dB} - 3 \times 0,32 \text{ dB}) / 2,36 \text{ dB}] \times 100 \text{ m}$$

ou

$$[19,33 \text{ dB} / 2,36 \text{ dB}] \times 100 = 820 \text{ m}$$

La longueur totale du câble de ligne principale ou le nombre de prises (connexions) peut être augmenté si le segment est subdivisé en parties plus courtes.

b) Répéteurs

ControlNet prend en charge les répéteurs cuivre et fibre. Quel que soit le support, les topologies de répéteurs suivantes peuvent être configurées.

Une liaison peut être configurée de cinq manières différentes:

- en série, en utilisant jusqu'à 20 répéteurs;
- en parallèle, en utilisant jusqu'à 48 répéteurs (voir Figure A.12);
- une combinaison de liaisons série et parallèle;
- une topologie en étoile (voir Figure A.11);
- une topologie en anneau, utilisant jusqu'à 20 répéteurs (voir Figure A.14).

La longueur totale de la liaison est limitée à 20 km du fait des restrictions de délai de 121 µs dans chaque sens (242 µs en aller-retour).

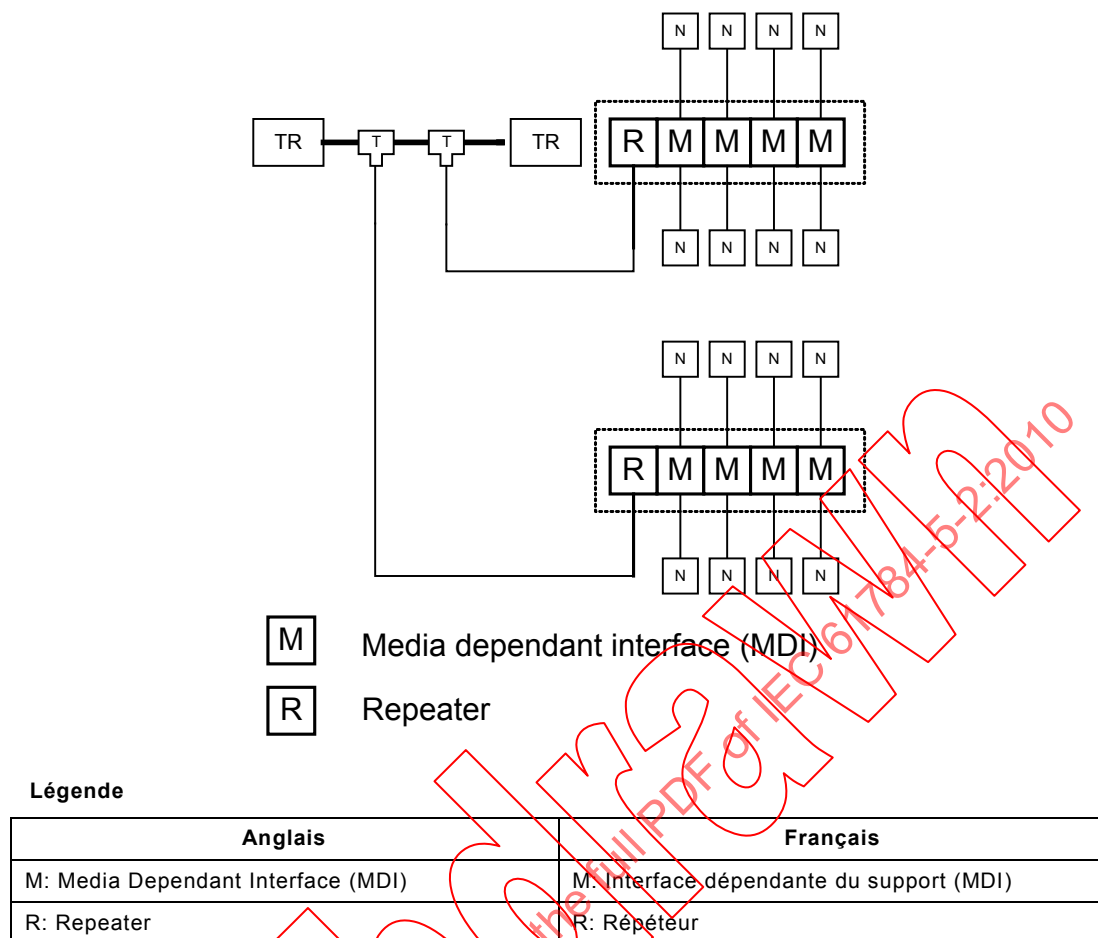


Figure A.11 – Exemple de répéteurs dans une configuration en étoile

Le module de répéteur approprié est requis en fonction de la topologie de répéteur spécifique nécessaire. Par exemple, des répéteurs qui peuvent être configurés en anneau sont nécessaires pour les topologies annulaires à fibre optique.

Un répéteur peut être connecté à un segment en tout point comportant une prise sur la ligne principale. Les répéteurs à fibre optique peuvent être connectés en série par l'intermédiaire des ports de fibre optique.

La longueur de liaison maximale est fondée sur la distance entre deux nœuds quelconques. La distance maximale entre deux nœuds d'une liaison donnée est limitée par le délai entre les nœuds. Le délai maximal est limité à 121 μ s d'une extrémité à l'autre ou à 242 μ s dans les deux sens (en aller-retour).

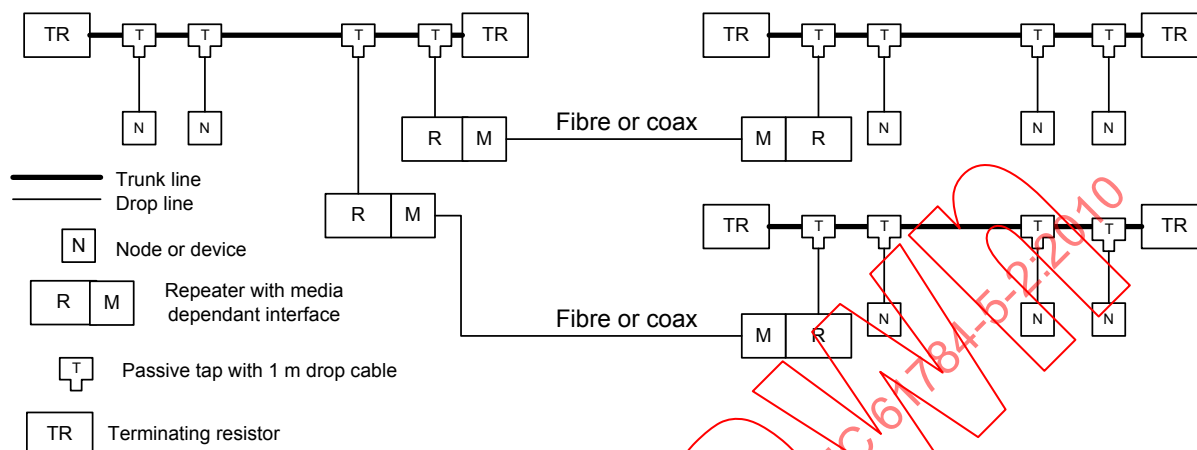
c) Répéteurs connectés en série

Lorsque des répéteurs sont montés en série, il convient d'utiliser le logiciel de gestion de réseau ControlNet pour vérifier que la configuration du système est acceptable. La taille du système dépend du nombre maximal de répéteurs (20) connectés en série et de la longueur du support utilisé entre deux nœuds. Le délai total du réseau mentionné en b) ci-dessus ne doit pas être dépassé. Les instructions d'installation fournies avec le répéteur donnent, pour exemple, un schéma de topologie en série et les recommandations de configuration correspondantes.

d) Répéteurs connectés en parallèle

Lorsque des répéteurs sont montés en parallèle, il est admis d'utiliser **au maximum 48 répéteurs** (le nombre maximal de prises pour un segment de 250 m) sur tout segment. Si la

liaison est configurée au moyen de répéteurs connectés en parallèle, l'une des prises des répéteurs doit être prise en compte comme un segment et l'autre prise de répéteur comme étant le segment parallèle que le répéteur doit connecter au réseau dorsal. La Figure A.12 donne un exemple de répéteurs connectés en parallèle. Les instructions d'installation fournies avec le répéteur donnent, pour exemple, un schéma de topologie en parallèle et les recommandations de configuration correspondantes.



Légende

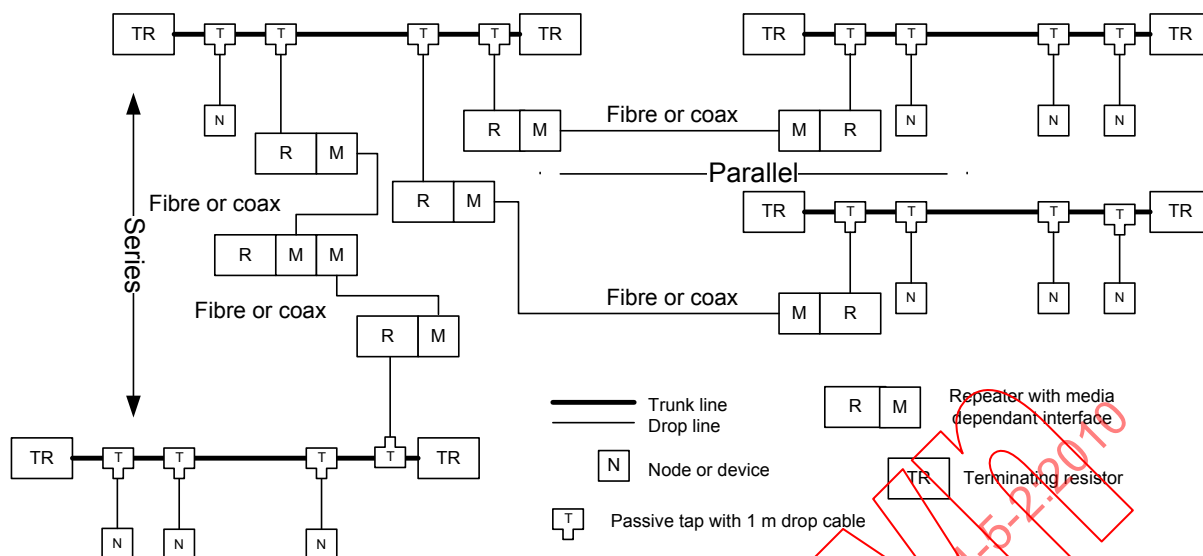
Anglais	Français
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
Node or device	Nœud ou dispositif
Repeater with media dependant interface	Répéteur avec interface dépendante du support
Passive tap with 1 m drop cable	Prise passive avec câble de dérivation de 1 m
Terminating resistor	Résistance de terminaison (terminateur)
Fibre or coax	Fibre optique ou coaxial

Figure A.12 – Répéteurs connectés en parallèle

e) Répéteurs en une combinaison de connexions série et parallèle

Les répéteurs peuvent être montés en une combinaison de connexions série et parallèle de manière à constituer une liaison. Les recommandations fournies pour chaque type doivent être respectées. Pour les topologies mixtes (série et parallèle), il convient d'utiliser le logiciel approprié de configuration du réseau pour vérifier le nombre maximal de répéteurs et de supports autorisé. Les instructions d'installation fournies avec le répéteur donnent, pour exemple, un schéma de topologie série/parallèle combinée et les recommandations de configuration correspondantes. Il ne doit pas y avoir plus d'un trajet de communication vers un nœud donné sur le réseau. Les répéteurs en anneau disposent par définition de deux trajets.

Lorsque le réseau est configuré au moyen de répéteurs en combinaison de connexions en série et parallèle, comme illustré en Figure A.13, il est important de compter le nombre de prises et de répéteurs sur tous les segments.



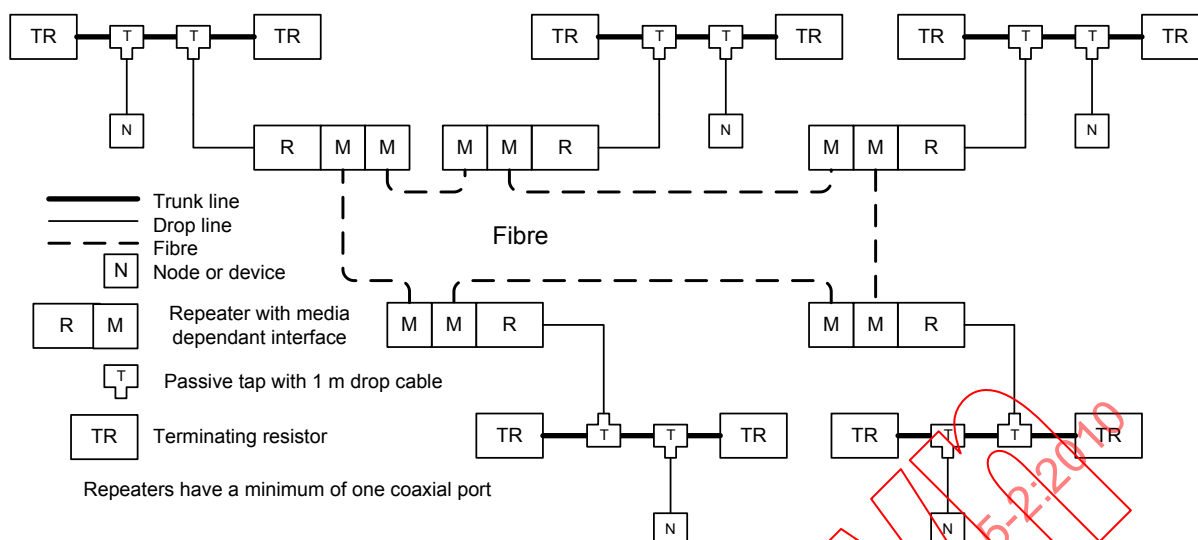
Légende

Anglais	Français
Series	En série
Fibre or coax	Fibre optique ou coaxial
Parallel	En parallèle
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
Node or device	Nœud ou dispositif
Repeater with media dependent interface	Répéteur avec interface dépendante du support
Passive tap with 1 m drop cable	Prise passive avec câble de dérivation de 1 m
Terminating resistor	Résistance de terminaison (terminateur)

Figure A.13 – Répéteurs en une combinaison de connexions série et parallèle

f) Répéteurs en anneau

Pour une topologie annulaire, le concepteur du réseau doit utiliser des répéteurs appropriés d'anneaux à fibre optique ControlNet. La Figure A.14 donne un exemple d'anneaux à fibre optique. Pour la configuration en anneau, se reporter aux instructions d'installation fournies avec le répéteur. ControlNet prend en charge des topologies à redondance linéaire et en anneau.



Légende

Anglais	Français
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
Fibre	Fibre optique
Node or device	Nœud ou dispositif
Repeater with media dependent interface	Répéteur avec interface dépendante du support
Passive tap with 1 m drop cable	Prise passive avec câble de dérivation de 1 m
Terminating resistor	Résistance de terminaison (terminateur)
Repeaters have a minimum of one coaxial port	Les répéteurs ont au minimum un port coaxial

Figure A.14 – Répéteur en topologie annulaire

A.4.4.3.3.3 Épaisseurs de câblage en cuivre

Addition:

Lorsque des épissures sont nécessaires, le planificateur doit préciser les types d'adaptateurs, J-J BNC ou TNC.

A.4.4.3.3.4 Traversées de cloison pour câblage en cuivre

Remplacement:

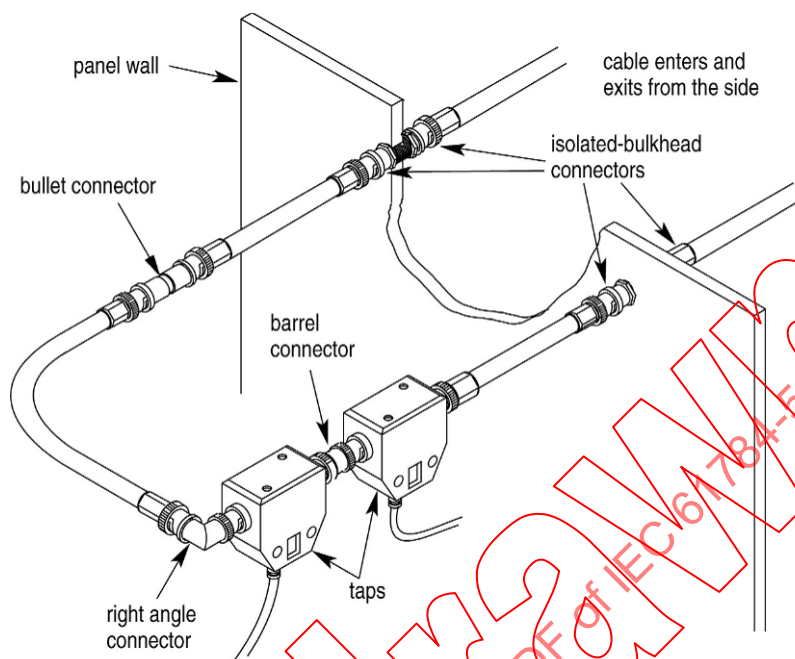
Les traversées en cuivre doivent être isolées de la terre. Les traversées en cuivre doivent être réalisées par des prises jack BNC montées en opposition, des prises jack TNC ou une combinaison de prises jack BNC et TNC. Elles doivent assurer une isolation par rapport à l'environnement. Des exemples d'utilisation de traversées dans ce profil sont illustrés en Figure A.15.

Lorsque des adaptateurs en cuivre sont utilisés, ils doivent avoir une impédance caractéristique de 75 Ω (nominale), 45 Ω (minimale) et de 80 Ω (maximale), de c.c. à 50 MHz.

Dans le présent exemple, le câble ControlNet:

- pénètre et sort de l'enceinte au moyen de connecteurs de cloisons isolés;
- comporte deux prises adjacentes connectées par un connecteur à canon;

- réserve un emplacement pour une future prise avec un connecteur balle.



Légende

Anglais	Français
Panel Wall	Panneau de paroi
Bullet connector	Connecteur "balle"
Barrel connector	Connecteur à canon
Right angle connector	Connecteur à angle droit
Taps	Prises
Cable enters and exits from the side	Le câblage entre et sort par le côté
Isolated-bulkhead connectors	Connecteurs de cloison isolés

Figure A.15 – Montage de connecteurs de cloison

A.4.4.3.3.5 Adaptateurs J-J de câblage en cuivre

Remplacement:

Pour étendre une section de ligne principale, on doit utiliser le connecteur BNC ou TNC J-J (connecteur balle) approprié (voir Figure A.15).

Les adaptateurs en cuivre doivent avoir une impédance caractéristique nominale de 75 Ω , minimale de 45 Ω et maximale de 80 Ω , du c.c. à 50 MHz.

A.4.4.3.4 Connexions et épissures de câbles à fibre optique pour CP à base d'Ethernet

Non applicable.

A.4.4.3.5 Connexions et épissures de câbles à fibre optique pour CP non Ethernet

Addition:

Il est recommandé au concepteur de réduire au maximum le nombre de connexions mécaniques afin d'éviter les risques de défaillance.

Chaque connexion ajoute des pertes qui doivent être prises en compte dans le bilan de puissance décrit dans le Tableau A.3.

A.4.4.3.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

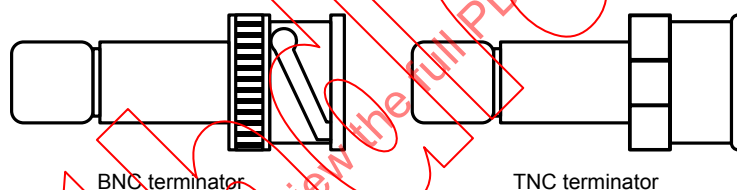
A.4.4.4 Terminateurs

A.4.4.4.1 Descriptif commun

A.4.4.4.2 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

Des terminateurs (résistances de terminaison) sont nécessaires pour ControlNet afin de réduire les réflexions dans le système de ligne principale. Des exemples de terminateurs coaxiaux BNC et TNC sont présentés en Figure A.16. Un terminateur de $75\ \Omega$ doit être placé à une extrémité de chaque segment pour le système de câblage ControlNet (pour la mise en place, voir la Figure A.17).



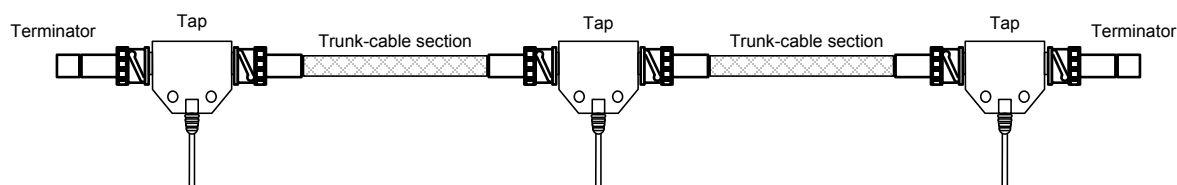
Légende

Anglais	Français
BNC terminator	Terminateur BNC
TNC terminator	Terminateur TNC

Figure A.16 – Terminateurs BNC et TNC de câble coaxial

Le nombre requis de terminateurs est déterminé en multipliant par deux le nombre de segments.

Les terminateurs doivent être coaxiaux de $75\ \Omega \pm 1\%$, de faible inductance de 0,5 W, BNC ou TNC,



Légende

Anglais	Français
Terminator	Termineur
Tap	Prise
Trunk-cable section	section de câble de ligne principale

Figure A.17 – Mise en place d'un terminateur sur un segment

A.4.4.4.3 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.4.4.5 Emplacement et connexion des dispositifs

A.4.4.5.1 Descriptif commun

A.4.4.5.2 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

Les dispositifs doivent être installés conformément aux éléments suivants:

- la documentation du fabricant;
- la documentation du planificateur;
- le cheminement des câbles;
- l'emplacement des prises.

A.4.4.5.3 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

A.4.4.5.4 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.4.4.6 Codage et étiquetage

A.4.4.7 Mise à la terre et équipotentialité des équipements et dispositifs et câblage blindé

A.4.4.7.1 Descriptif commun

A.4.4.7.2 Liaison équipotentielle et mise à la terre des enceintes et chemins de câbles

A.4.4.7.2.1 Dimensionnement et longueur du conducteur d'égalisation et de terre

Addition:

Si le bâtiment ne dispose pas d'un système approprié de mise à la terre de protection équipotentielle, on doit utiliser la méthode de mise à la terre en étoile afin de pallier les éventuels décalages du potentiel de terre dans la zone de couverture du réseau de communication. La mise à la terre de protection équipotentielle peut être réalisée conformément à la CEI 61918: 2010.

A.4.4.7.2.2 Conducteurs d'équipotentialité et dimensionnement

Modification:

Il convient que les conducteurs d'équipotentialité soient de préférence réalisés en cuivre. L'aluminium et l'acier ne sont pas recommandés pour les conducteurs d'équipotentialité de communication.

Il convient que les barres d'équipotentialité et les barres à bus soient de préférence réalisées en cuivre. Il est admis d'utiliser une protection contre la corrosion par étamage ou zingage. L'épaisseur minimale du placage doit être telle qu'indiquée au Tableau 16 de la CEI 61918:2010.

A.4.4.7.3 Méthodes de mise à la terre

A.4.4.7.3.1 Maillage équipotentiel

A.4.4.7.3.2 En étoile

A.4.4.7.3.3 Mise à la terre des équipements (dispositifs)

Remplacement:

Les équipements doivent être reliés à la terre conformément aux instructions d'installation du fabricant.

A.4.4.7.3.4 Barres à bus en cuivre

Addition:

La surface des barres à bus doit être préparée conformément au 5.7.2.3 de la CEI 61918:2010. Le dimensionnement du conducteur d'équipotentialité doit être conforme au 4.4.7.2 de la CEI 61918:2010.

A.4.4.7.4 Mise à la terre du blindage

A.4.4.7.4.1 RC parallèle ou sans mise à la terre

Addition:

Les blindages coaxiaux ControlNet sont connectés à la terre via un circuit RC parallèle qui est intégré aux dispositifs actifs, comme présenté dans la Figure 32 de la CEI 61918:2010. Les blindages coaxiaux ne doivent pas être directement reliés à la terre, car cela risque de générer du bruit dans le réseau.

A.4.4.7.4.2 Directe

Non applicable.

A.4.4.7.4.3 Dérivées de RC parallèle et directe

Non applicable.

A.4.4.7.5 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

A.4.4.7.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.4.4.8 Stockage et transport des câbles

A.4.4.9 Cheminement des câbles

A.4.4.9.1 Descriptif commun

A.4.4.9.2 Cheminement des câbles des ensembles

A.4.4.9.3 Exigences détaillées pour le cheminement des câbles à l'intérieur des enceintes

Addition:

Les sections de câble déroulées à l'intérieur d'enceintes d'équipements de protection sont relativement courtes. Pour un câblage à l'extérieur des enceintes, on doit maintenir la séparation maximale entre le câble ControlNet et les conducteurs de catégorie 1. La séparation minimale par rapport à d'autres circuits est définie dans le Tableau A.11. Lorsque les câbles sont déroulés à l'intérieur d'une enceinte, l'installateur doit acheminer les conducteurs extérieurs à tous les chemins de câble dans la même enceinte ou dans un chemin de câble séparé des conducteurs de catégorie 1.

Tableau A.11 – Séparation des autres circuits dans des enceintes

Acheminer les câbles au moins à cette distance	Par rapport aux sources de bruit ayant cette intensité
0,08 m (3 po.)	Conducteurs de catégorie 1 de moins de 20 A
0,15 m (6 po.)	Lignes d'alimentation en c.a. de 20 A ou plus, jusqu'à 100 kVA
0,6 m (24 po.)	Lignes d'alimentation en c.a. de plus de 100 kVA

A.4.4.9.4 Cheminement des câbles à l'intérieur des bâtiments

A.4.4.9.5 Cheminement des câbles à l'extérieur des bâtiments

A.4.4.9.6 Installation de câbles de communication redondants

Addition:

Un second câble de ligne principale est utilisé entre des nœuds ControlNet pour des supports redondants. Lorsque des supports redondants sont utilisés, les nœuds envoient les signaux sur deux segments séparés. Le nœud destinataire compare la qualité des deux signaux et accepte puis utilise le meilleur signal. Ceci permet également de disposer d'un câble de secours en cas de défaillance de l'un des câbles. Les câbles de ligne principale sur une liaison redondante sont définis par le numéro de segment et la lettre du câble de ligne principale redondant.

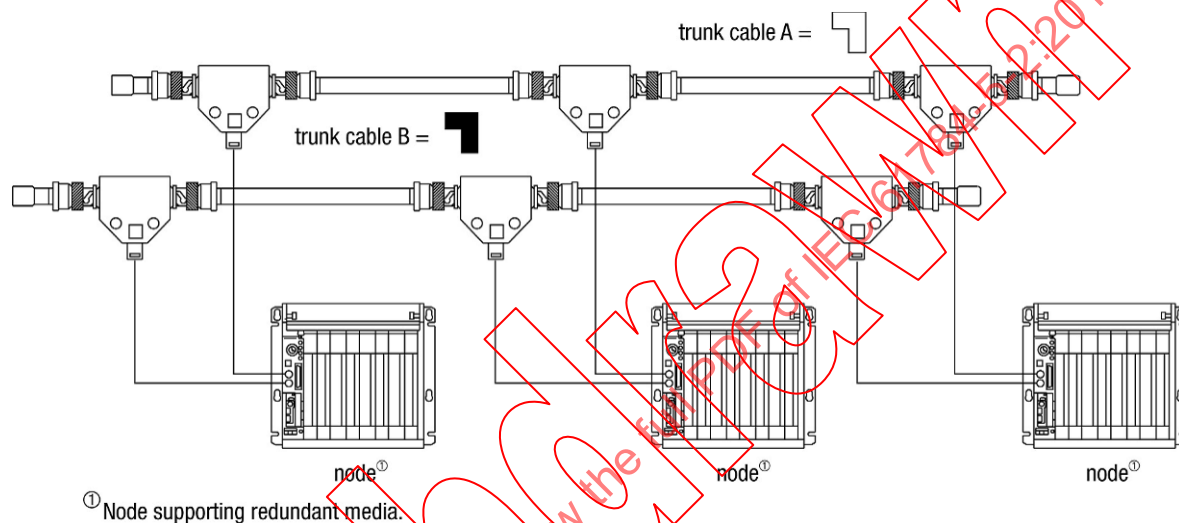
Les produits ControlNet sont désignés par les icônes décrites en Figure A.18; l'icône grisée désigne le canal redondant. Pour un exemple de supports coaxiaux redondants, voir la Figure A.19. Pour sa part, la Figure A.20 donne un exemple de réseau redondant utilisant des répéteurs pour étendre le réseau. La différence de longueur entre le réseau redondant A et le

réseau B ne doit pas dépasser les limites indiquées en Figure A.21 pour les répéteurs coaxiaux et en Figure A.22 pour les répéteurs à fibre optique.



Figure A.18 – Icônes de réseau redondant

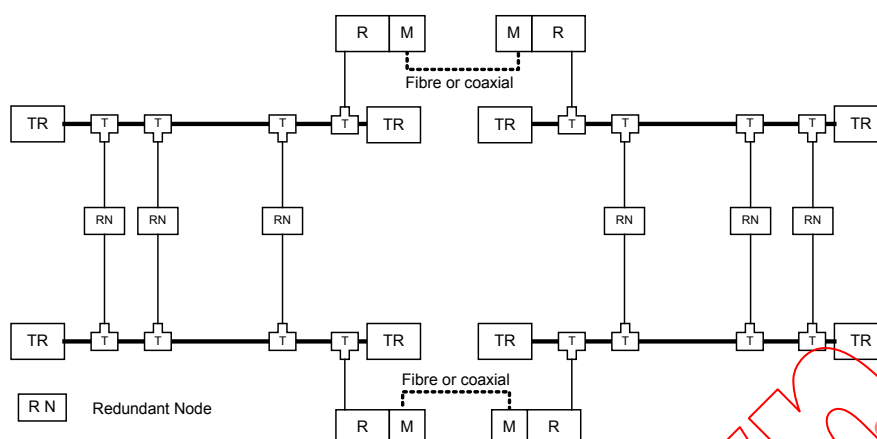
Dans la Figure A.19, le câble de ligne principale A est représenté par l'icône de couleur blanche et le câble de ligne principale B est représenté par l'icône de couleur noire. Il convient que le système de câblage soit repéré en conséquence, en utilisant l'icône ou la lettre appropriée.



Légende

Anglais	Français
Trunk-cable A	Câble de ligne principale A
Trunk-cable B	Câble de ligne principale B
Node	Nœud
Node supporting redundant media	Nœud prenant en charge des supports redondants

Figure A.19 – Supports coaxiaux redondants



Légende

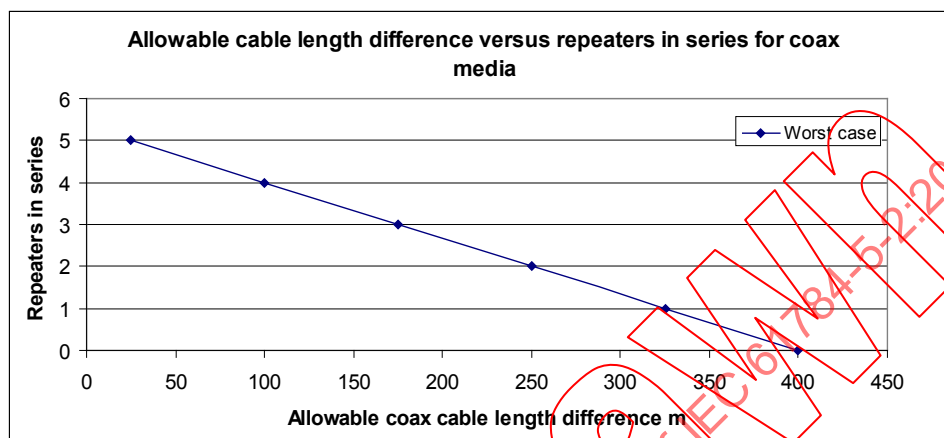
Anglais	Français
Redundant node	Nœud redondant
Fibre or coaxial	Fibre optique ou coaxial

Figure A.20 – Supports à fibre optique redondants

Les principes directeurs ci-dessous doivent être observés lors de la planification d'un système à supports redondants.

- Lorsque les deux câbles de ligne principale (câble de ligne principale A et câble de ligne principale B) doivent être acheminés sur un trajet différent afin de réduire la probabilité d'endommagement des deux câbles en même temps.
- Chaque nœud d'une liaison à câble redondant doit prendre en charge des connexions coaxiales redondantes et être à tout moment relié aux deux câbles de ligne principale. Si un nœud est connecté uniquement à un côté de la liaison à câble redondant, des erreurs de support sont générées du côté du câble de ligne principale non connecté.
- Le système de câblage doit être monté de façon à ce que les câbles de ligne principale, en tout emplacement du dispositif, puissent être facilement identifiés et repérés au moyen de l'icône ou de la lettre appropriée. Chaque dispositif ControlNet redondant est repéré de façon à pouvoir être connecté au câble de ligne principale correspondant.
- Les deux câbles de ligne principale (A et B) d'une liaison à câbles redondants doivent avoir des configurations identiques. Chaque segment doit comporter le même nombre de prises, de nœuds et de répéteurs. Les nœuds et les répéteurs doivent être connectés selon la même séquence relative sur les deux câbles de ligne principale.
- Le câble doit être monté de chaque côté d'un câble redondant, de façon à ce qu'ils aient environ la même longueur. Au fur et à mesure que le nombre de répéteurs augmente sur un réseau donné, la différence de longueur admissible de deux systèmes de câblage redondants diminue (voir la Figure A.21).
- La différence de longueur entre les deux trajets (câble de ligne principale A et câble de ligne principale B) ne doit pas dépasser la ligne de limite la plus défavorable, comme illustré en Figure A.21 pour des supports coaxiaux lorsque des répéteurs sont utilisés.
- La différence de longueur entre les deux trajets (câble de ligne principale A et câble de ligne principale B) ne doit pas dépasser la ligne de limite la plus défavorable, comme illustré en Figure A.22 pour des supports à fibre optique lorsque des répéteurs sont utilisés.
- Lorsqu'il n'y a pas de répéteurs sur un réseau redondant donné, la différence entre les trajets redondants (câble de ligne principale A et câble de ligne principale B) ne doit pas dépasser les valeurs indiquées pour zéro répéteur dans la Figure A.21 ou dans la Figure A.22.

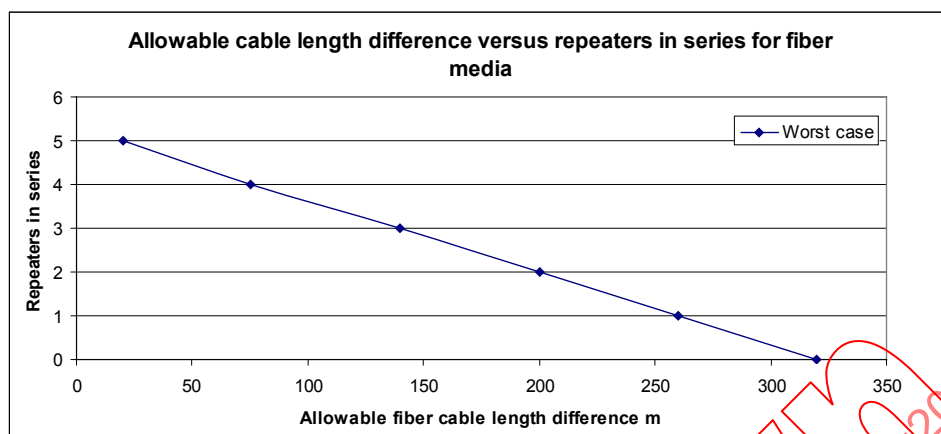
- Les deux connexions redondantes d'un nœud ne doivent pas être connectées au même réseau; dans le cas contraire, le fonctionnement sera erratique. La Figure A.23 et la Figure A.24 présentent des connexions correctes et incorrectes de nœuds redondants.
- Les deux réseaux ne doivent pas être interconnectés.
- ControlNet prend en charge la topologie en redondance linéaire et la topologie annulaire. Des anneaux doubles redondants ne sont pas pris en charge et entraîneront des trajets de communication multiples ainsi qu'une instabilité du réseau.



Légende

Anglais	Français
Repeaters in series	Répéteurs connectés en série
Allowable cable length difference versus repeaters in series for coax media	Différence de longueur de câble admissible en fonction du nombre de répéteurs en série pour des supports coaxiaux
Worst case	Cas le plus défavorable
Allowable coax cable length difference m	Différence de longueur de câble admissible, en mètres

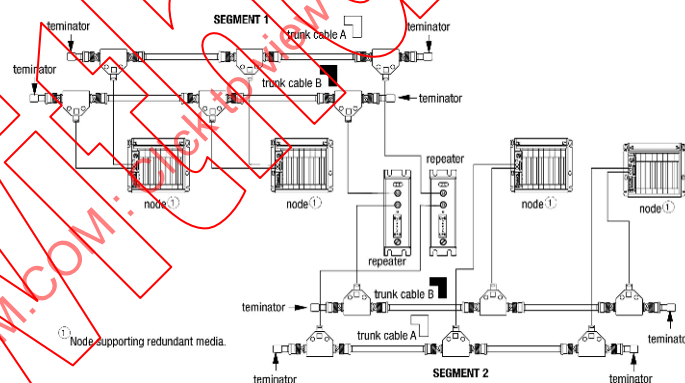
Figure A.21 – Nombre de répéteurs en série en fonction de la différence de longueur pour des supports coaxiaux



Légende

Anglais	Français
Repeaters in series	Répéteurs connectés en série
Allowable cable length difference versus repeaters in series for fiber media	Différence de longueur de câble admissible en fonction du nombre de répéteurs en série pour des supports à fibre optique
Worst case	Cas le plus défavorable
Allowable fiber cable length difference m	Différence de longueur de fibre optique admissible, en mètres

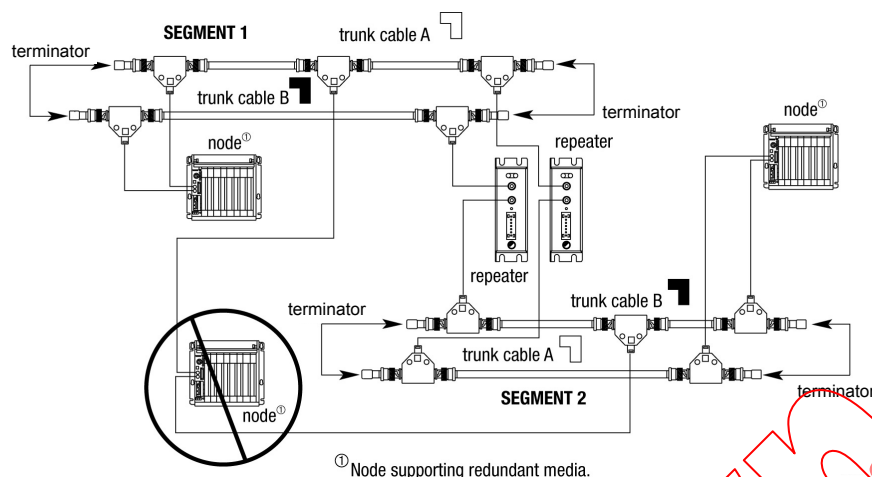
Figure A.22 – Nombre de répéteurs en série en fonction de la différence de longueur pour des supports à fibre optique



Légende

Anglais	Français
Terminator	Terminateur
Trunk-cable A	Câble de ligne principale A
Trunk-cable B	Câble de ligne principale B
Node	Nœud
Repeater	Répéteur
Node supporting redundant media	Nœud prenant en charge des supports redondants

Figure A.23 – Exemple de réseau coaxial redondant avec répéteurs



Légende

Anglais	Français
Terminator	Termineur
Trunk cable A	Câble de ligne principale A
Trunk cable B	Câble de ligne principale B
Node	Nœud
Repeater	Répéteur
Node supporting redundant media	Nœud prenant en charge des supports redondants

Figure A.24 – Exemple de connexion de nœud redondant incorrect

La différence admissible de longueur de câble de ligne principale A et B peut être déterminée en décomptant le nombre de répéteurs nécessaires au réseau et en examinant le chemin correspondant aux répéteurs coaxiaux ci-dessus. Lorsqu'un répéteur est utilisé, la différence de longueur admissible entre les câbles de réseau A et B est limitée à 325 m (voir Figure A.23).

Un nœud prenant en charge des connexions de câbles de ligne principale redondants fonctionnera même si le câble de ligne principale A est connecté au connecteur B sur le nœud et vice-versa. Cependant, cette configuration n'est pas recommandée car elle donne lieu à des indications de défaut de câblage (au niveau matériel ou logiciel) difficiles à interpréter et de ce fait, il sera très difficile de localiser un segment de câblage défectueux.

A.4.4.10 Séparation des circuits

Addition

Les présentes règles supplémentaires doivent être observées pour tout câblage ControlNet:

- si des câbles sont nécessaires pour traverser des lignes de distribution d'énergie, il convient que le passage soit effectué à angle droit;
- le câble doit être acheminé à une distance d'au moins 1,5 m (5 pieds) des enceintes haute tension ou des sources de rayonnement de fréquences radioélectriques /hyperfréquences.

Si le conducteur est contenu dans une goulotte ou un conduit métallique, chaque section de la goulotte ou du conduit doit être reliée à chaque section adjacente, de façon à assurer la continuité électrique sur toute sa longueur, ainsi qu'à l'enceinte au point d'entrée.

A.4.4.11 Protection mécanique des composants de câblage

A.4.4.11.1 Descriptif commun

A.4.4.11.2 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

A.4.4.11.3 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.4.4.12 Installation dans des zones spéciales

A.4.4.12.1 Descriptif commun

A.4.4.12.2 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

Les composants de câblage doivent être sélectionnés sur la base des exigences de l'environnement et de l'application. Les applications Highflex doivent utiliser des câbles conçus pour satisfaire aux exigences High-Flex. Les câbles susceptibles d'être en contact avec des éclaboussures de soudure doivent disposer d'une protection ou d'une conception appropriée de la gaine. Les câbles utilisés pour des applications en extérieur doivent être correctement protégés contre les UV ou disposer d'une gaine de conception appropriée.

A.4.5 Documentation de planification du câblage

A.4.6 Vérification de la spécification de planification

A.5 Mise en œuvre de l'installation

A.5.1 Exigences générales

A.5.1.1 Descriptif commun

A.5.1.2 Installation des CP

A.5.1.3 Pose d'un câblage générique dans des locaux industriels

Non applicable.

A.5.2 Pose des câbles

A.5.2.1 Exigences générales pour tous types de câbles

Remplacement du paragraphe 5.2.1.2:

Lors du tirage de câbles coaxiaux de type RG6 à travers des courbes multiples de conduit, les spécifications données dans le Tableau A.12 doivent être respectées.

Tableau A.12 – Paramètres pour des câbles RG6 coaxiaux

Caractéristique		Valeur	
		PVC	FEP
Effort mécanique	Rayon minimal de courbure, une seule courbure (mm)	77	70
	Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)	Voir la fiche technique du fabricant	Voir la fiche technique du fabricant
	Efforts de traction (N)	400	600
	Efforts de traction continue (N)	Voir la fiche technique du fabricant	Voir la fiche technique du fabricant
	Forces latérales maximales (N/cm)	Voir la fiche technique du fabricant	Voir la fiche technique du fabricant
	Plage de température au cours de l'installation (°C)	Voir la fiche technique du fabricant	Voir la fiche technique du fabricant

Addition au paragraphe 5.2.1.2:

Lors du tirage du câble coaxial de type RG6 hors du conduit, les spécifications données dans le Tableau A.13 doivent être respectées. Des valeurs, fondées sur le modèle du Tableau 19 et du Tableau 21 de la CEI 61918:2010 sont fournies dans le Tableau A.14 et le Tableau A.15.

Tableau A.13 – Rayon de courbure pour des câbles coaxiaux à l'extérieur du conduit

Pour ce câble coaxial	Le rayon de courbure ne doit pas dépasser
PVC	38 mm
FEP	36 mm
Câble de dérivation de prise	26 mm

Tableau A.14 – Paramètres pour des câbles en fibre de silice

Caractéristique		Valeur	
		GI unimodale	GI multimodale
Effort mécanique	Rayon minimal de courbure, une seule courbure (mm)	Voir la fiche technique du fabricant	Voir la fiche technique du fabricant
	Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)	Voir la fiche technique du fabricant	Voir la fiche technique du fabricant
	Efforts de traction (N)	Voir la fiche technique du fabricant	Voir la fiche technique du fabricant
	Efforts de traction continue (N)	Voir la fiche technique du fabricant	Voir la fiche technique du fabricant
	Forces latérales maximales (N/cm)	Voir la fiche technique du fabricant	Voir la fiche technique du fabricant
	Plage de température au cours de l'installation (°C)	Voir la fiche technique du fabricant	Voir la fiche technique du fabricant

Tableau A.15 – Paramètres pour des câbles en fibre de silice gainée en dur

Caractéristique		Valeur
		Fibre SI MM, 200 microns
Effort mécanique	Rayon minimal de courbure, une seule courbure (mm)	Voir la fiche technique du fabricant
	Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)	Voir la fiche technique du fabricant
	Efforts de traction (N)	Voir la fiche technique du fabricant
	Efforts de traction continue (N)	Voir la fiche technique du fabricant
	Forces latérales maximales (N/cm)	Voir la fiche technique du fabricant
	Plage de température au cours de l'installation (°C)	Voir la fiche technique du fabricant

A.5.2.2 Installation et cheminement

A.5.2.3 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

A.5.2.4 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

A.5.2.5 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.5.3 Montage des connecteurs

A.5.3.1 Descriptif commun

A.5.3.2 Connecteurs blindés

A.5.3.3 Connecteurs non blindés

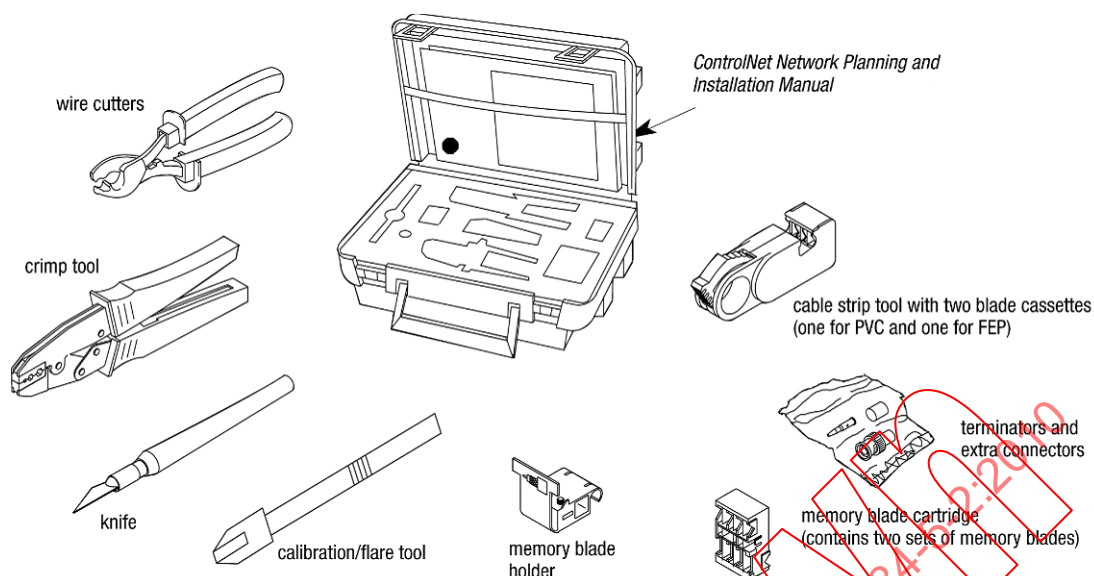
Non applicable.

A.5.3.4 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

a) Outillage

Pour monter le connecteur du câble, il est recommandé d'utiliser des outils appropriés correspondant au câble et aux connecteurs. Un exemple de boîte à outils est donné en Figure A.25.



Légende

Anglais	Français
ControlNet Network Planning and Installation Manual	Manuel de planification et d'installation de réseau ControlNet
Wire cutters	Coupe-fils
Crimp tool	Outil de sertissage
Knife	Couteau
Calibration / flare tool	Outil d'étalement / à évaser
Memory blade holder	Porte-lame à mémoire
Cable strip tool with two blade cassettes (one for PVC and one for FEP)	Outil de dénudage de câbles avec cassettes à deux lames (une pour le PVC et une pour le FEP)
Terminators and extra-connectors	Termineurs et connecteurs supplémentaires
Memory blade cartridge (contains two sets of memory blades)	Cartouche de lames à mémoire (contient deux jeux de lames à mémoire)

Figure A.25 – Exemple de boîte à outils pour le montage de connecteurs BNC

Outils supplémentaires:

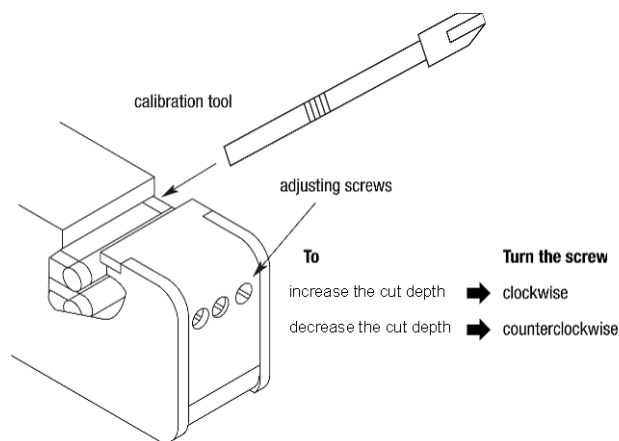
- Pistolet à air chaud (pour connecteurs étanches IP67)

Si un outil de dénudage de câble coaxial est utilisé, un étalonnage est nécessaire.

b) Étalonnage de l'outil

La procédure suivante doit être utilisée pour étalonner l'outil de dénudage de câble FEP ou PVC.

- 1) Tourner les trois vis vers l'extérieur pour bloquer les lames. Ceci empêche l'outil d'étalement d'arriver en butée.
- 2) Placer l'outil d'étalement dans l'outil de dénudage du câble, l'extrémité étroite étant installée et dirigée vers le câble FEP (utiliser l'extrémité large pour le PVC) comme illustré en Figure A.26.



Légende

Anglais	Français
Calibration tool	Outil d'étalonnage
Adjusting screws	Vis de réglage
to	vers
Increase the cut depth	Augmenter la profondeur de coupe
Decrease the cut depth	Réduire la profondeur de coupe
Turn the screw	Tourner la vis
clockwise	dans le sens horaire
counterclockwise	dans le sens antihoraire

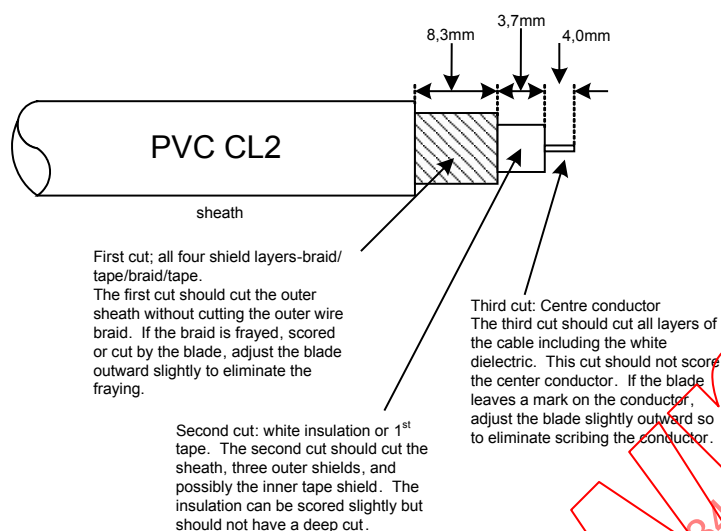
Figure A.26 – Étalonnage de l'outil de dénudage de câble coaxial

- 3) Serrer la bague étalon du logement jusqu'à ce que l'outil d'étalonnage soit verrouillé en place. Fermer complètement jusqu'en butée.

NOTE Lorsque l'alignement est bon, les rainures de l'outil d'étalonnage doivent être en face des lames.

- 4) Régler les trois vis dans le sens horaire jusqu'à ce que les lames soient à peine en contact avec le fond des rainures d'étalonnage
- 5) Fermer la poignée de l'outil de dénudage
- 6) Retirer l'outil d'étalonnage de l'outil de dénudage

Une fois l'opération terminée, la lame doit effectuer dans le câble une coupure des dimensions illustrées en Figure A.27.



Légende

Anglais	Français
PVC CL2	PVC CL2
Sheath	Gaine
First cut: all four shield layers-braid/tape/braid/tape. The first cut should cut the outer sheath without cutting the outer wire braid. If the braid is frayed, scored or cut by the blade, adjust the blade outward slightly to eliminate the fraying.	Première coupe: l'ensemble des 4 couches de blindage-tresse/bande/tresse/ruban. Il convient que la première coupe attaque la gaine extérieure sans couper la tresse extérieure du conducteur. Si la tresse est éraillée, entaillée ou coupée par la lame, régler la lame légèrement vers l'extérieur pour éviter de blesser la tresse.
Second cut: white insulation or 1 st tape. The second cut should cut the sheath, three outer shields, and possibly the inner tape shield. The insulation can be scored slightly but should not have a deep cut.	Deuxième coupe: isolant de couleur blanche ou 1 ^{ère} bande. Il convient que la deuxième coupe attaque la gaine, les trois blindages extérieurs, et éventuellement la bande de blindage intérieure. L'isolant peut être légèrement entaillé mais il convient qu'il ne présente pas de coupure profonde.
Third cut: centre conductor. The third cut should cut all layers of the cable, including the white dielectric. This cut should not score the centre conductor. If the blade leaves a mark on a conductor, adjust the blade slightly outward so to eliminate scribing the conductor.	Troisième coupe: conducteur central. Il convient que la troisième coupe attaque toutes les couches du câble, y compris l'isolant diélectrique de couleur blanche. Il convient que le conducteur central ne soit pas entaillé. Si la lame laisse une trace sur le conducteur, régler la lame légèrement vers l'extérieur pour éviter de marquer le conducteur.

Figure A.27 – Détail de la longueur de dénudage d'un câble coaxial en PVC

c) Dénudage du câble

Important: Le premier et le second réglage de coupe doivent être précis. Il suffit d'une erreur de 1/12^{ème} à 1/8^{ème} de tour pour faire la différence entre une coupe correcte et une coupe incorrecte.

La procédure d'étalonnage doit être réalisée la première fois que l'outil est utilisé et à chaque fois que la lame est remplacée. En outre, elle doit être effectuée pour chaque type de câble coaxial différent qui sera utilisé.

Vérifier la tresse extérieure du câble pour s'assurer qu'elle ne comporte pas de fils cassés ou entaillés après dénudage du câble. Si la tresse est endommagée, couper l'extrémité et effectuer de nouveau le dénudage. Si nécessaire, régler la lame de coupe correspondante en

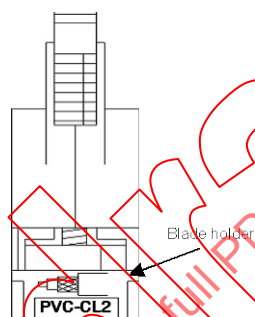
faisant reculer la vis de réglage de $1/8^{\text{ème}}$ de tour. Ne pas sertir le connecteur de BNC sur une tresse de câble endommagée. Ce type d'erreur est à l'origine de la plupart des problèmes de connectivité. Des connexions précises et propres permettront de limiter les erreurs de réseau.

Pour couper des sections de câble, il faut s'assurer qu'elles sont suffisamment longues pour passer d'une prise à l'autre avec une longueur suffisante, de façon à ce que le rayon de courbure ne soit pas inférieur à:

- 77 mm pour un câblage à l'extérieur des enceintes;
- 38 mm pour un câblage à l'intérieur des enceintes.

Procéder comme suit:

- 1) Vérifier que le porte-lame à mémoire approprié est installé pour le type de câble à dénuder (PVC-CL2 ou FEP-CL2P) (voir Figure A.28). Les lames doivent être ré-étalonnées si la cartouche à mémoire est remplacée (voir ci-dessus la procédure d'étalonnage).

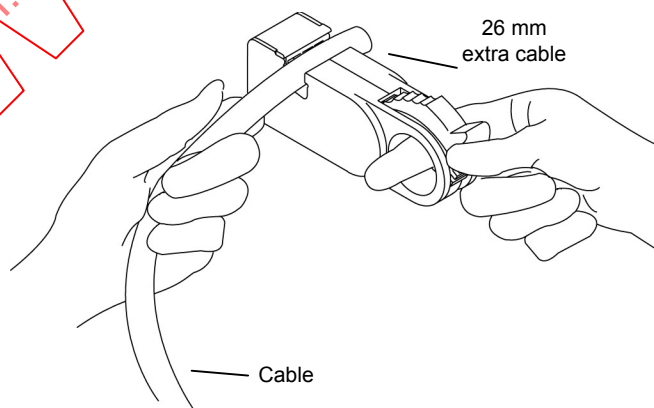


Légende

Anglais	Français
Blade-holder	Porte-lame

Figure A.28 – Cartouche et lame à mémoire

- 2) Redresser l'extrémité du câble.
- 3) Insérer le câble dans le logement de coupe de l'outil de dénudage, de façon à ce qu'environ 26 mm (1 po.) de longueur supplémentaire dépasse du bord de l'outil, comme illustré en Figure A.29.

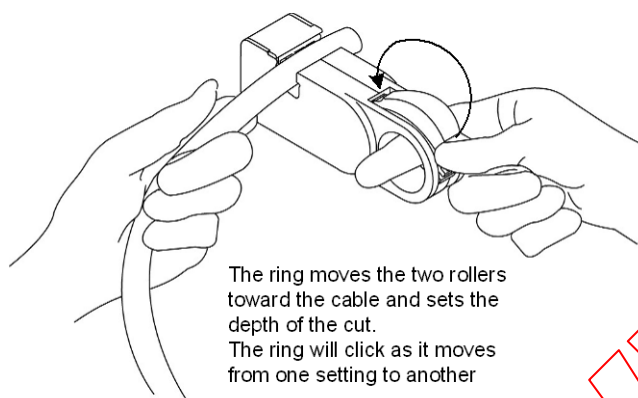


Légende

Anglais	Français
26 mm extra cable	Câble supplémentaire de 26 mm
Cable	Câble

Figure A.29 – Position du câble

- 4) Verrouiller le câble en place en déplaçant vers l'avant la bague étalon de logement (voir Figure A.30) jusqu'à ce qu'elle soit en contact avec le câble, avec une légère résistance.



Légende

Anglais	Français
The ring moves the two rollers toward the cable and sets the depth of the cut.	La bague déplace les deux galets vers le câble et règle la profondeur de coupe.
The ring will click as it moves from one setting to another.	La bague émet un clic en se déplaçant d'un cran de réglage à l'autre.

Figure A.30 – Verrouillage du câble

- 5) Maintenir le câble d'une main, placer l'index de l'autre main dans la bague étalon de logement et tourner l'outil de dénudage de 360° autour du câble. Effectuer quatre à cinq rotations complètes jusqu'à ce que l'outil de dénudage glisse facilement autour du câble, comme indiqué en Figure A.31.

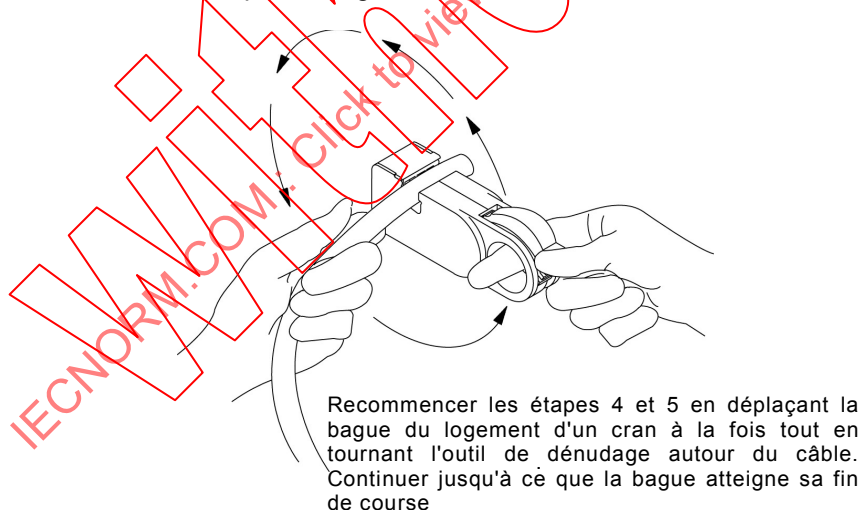
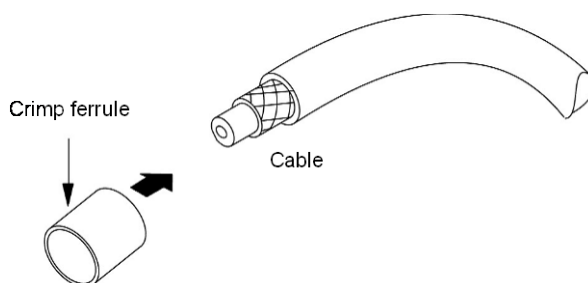


Figure A.31 – Dénudage du câble

Pour la dernière exécution des étapes 4 et 5, il est important d'appliquer une pression suffisante sur la bague étalon du logement pour s'assurer qu'elle a atteint la dernière étape. Il convient que le calibre du logement indique "arrêt" pour la dernière opération.

- 6) Une fois que la bague du logement a été déplacée jusqu'à sa position finale et que l'outil de dénudage ait été tourné pour la dernière fois:
- Déplacer la bague du logement vers l'arrière pour libérer l'outil de dénudage et le retirer du câble.

- ii) Si des connecteurs anticorrosion IP65 et IP67 sont utilisés, glisser le tube thermorétractable au-dessus du câble.
- iii) Glisser la bague de sertissage sur le câble comme illustré en Figure A.32. La pousser vers la gaine du câble pour l'instant.



Légende

Anglais	Français
Crimp ferrule	Bague de sertissage
Cable	Câble

Figure A.32 – Montage de la bague de sertissage

- iv) Dénuder la longueur appropriée de câble sans utiliser l'outil de dénudage.
- v) Nettoyer les parties de câble restantes dans le logement de l'outil de dénudage après chaque utilisation.

Il convient que cette procédure de dénudage expose correctement les couches du câble, comme présenté en Figure A.33.

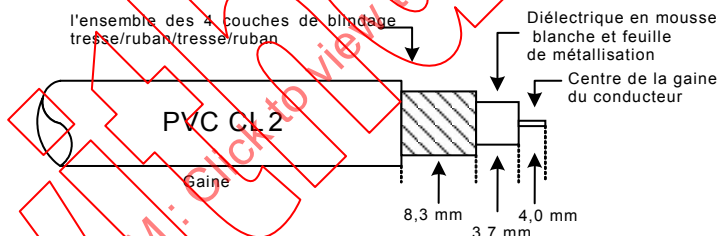
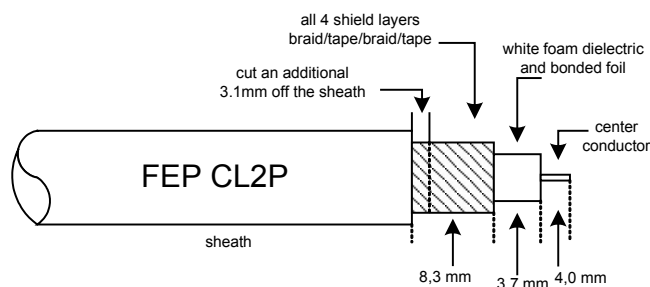


Figure A.33 – Préparation pour des câbles de type PVC

S'il n'y a pas trois couches de câble distinctes ou si la tresse extérieure a été endommagée, couper l'extrémité exposée au moyen d'un coupe-fil et recommencer l'ensemble de la procédure de dénudage du câble. Il est très important que la tresse extérieure soit intacte avant de sertir le connecteur.

Si des problèmes de dénudage persistent, il est possible qu'il faille régler l'outil de dénudage. Pour plus d'informations, voir la section relative à l'étalonnage.

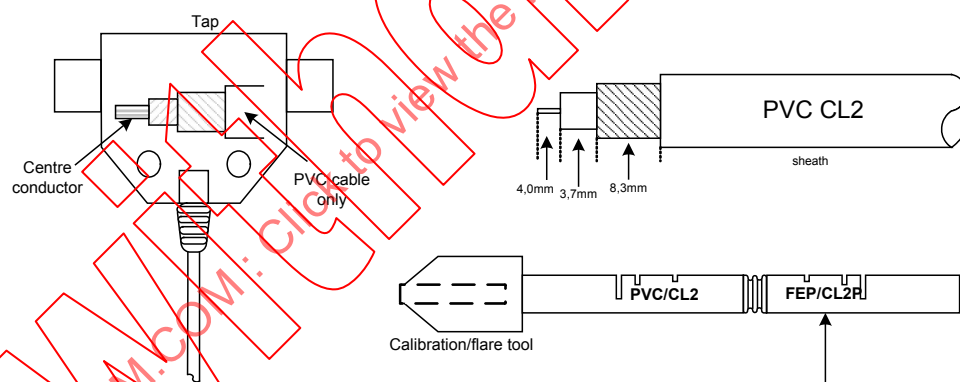
- 7) Pour un câble FEP, couper une longueur supplémentaire de 3 mm de la gaine extérieure au moyen d'un couteau, comme illustré en Figure A.34.

**Légende**

Anglais	Français
All four shield layers braid/tape/braid/tape	L'ensemble des 4 couches de blindage-tresse/bande/tresse/ruban.
Cut an additional 3,1 mm off the sheath	Couper une longueur supplémentaire de 3,1 mm de la gaine
White foam dielectric and bonded foil	Isolant diélectrique en mousse de couleur blanche et feuille de métallisation
Center conductor	Conducteur central
sheath	Gaine

Figure A.34 – Préparation pour des câbles de type FEP

- 8) S'assurer que le conducteur central a une longueur de 4,0 mm au moyen des guides de dénudage sur le corps de la prise ou au moyen de l'outil approprié. Deux exemples de guides sont présentés en Figure A.35.



The centre conductor should be 4,0 mm exactly. If the centre conductor is too long, cut off the excess with the wire cutter provided in the cable kit. If it is too short, repeat the entire cable stripping process.

Use this end of the calibration/strip tool to verify proper measurements for FEP cables.

Légende

Anglais	Français
Tap	Prise
Centre conductor	Conducteur central.
PVC cable only	Câble PVC uniquement
The centre conductor should be 4,0 mm exactly. If the centre conductor is too long, cut off the excessive with the wire cutter provided in the cable kit. If it is too short, repeat the entire cable stripping process.	Il convient que le conducteur central ait une longueur exacte de 4,0 mm. S'il est trop long, le raccourcir au moyen du coupe-fil inclus dans le kit de câblage. S'il est trop court, recommencer tout le processus de dénudage du câble.
Sheath	Gaine
Calibration / flare tool	Outil d'étalonnage / à évaser
Use this end of the calibration / strip tool to verify proper measurements for FEP cables	Utiliser cette extrémité de l'outil d'étalonnage/dénudage pour vérifier que les mesures des câbles FEP sont correctes

Figure A.35 – Guides de dénudage

Vérifier les éventuels brins de tresse qui n'ont pas été coupés à la bonne longueur. Si des brins entrent en contact avec le conducteur central, le câble sera en court-circuit. Couper les éventuels brins du blindage à la longueur correcte.

Important: Vérifier que la tresse extérieure du câble ne comporte pas de coupures ou d'entailles après dénudage du câble. Si la tresse est endommagée, couper l'extrémité et effectuer de nouveau le dénudage. Il peut être nécessaire de régler la lame de dénudage correspondante en faisant reculer la vis de réglage de $1/8^{\text{ème}}$ de tour. Ne pas sertir le connecteur sur une tresse endommagée. Ce type d'erreur est à l'origine de la plupart des problèmes de connectivité. Des connexions précises et propres permettront de limiter les erreurs de réseau.

d) Montage des connecteurs

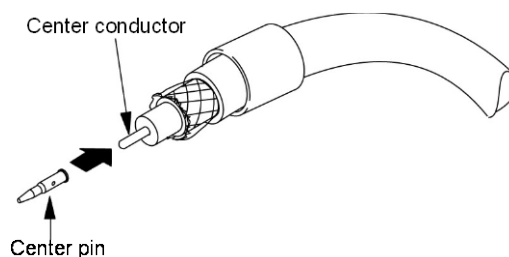
Procéder comme suit:

- 1) Placer la bague de sertissage sur le câble si ce n'est déjà fait.
- 2) Pour le montage d'un connecteur IP67, glisser le tube thermorétractable (fourni par le fabricant du connecteur) sur le câble.
- 3) Pousser l'outil à évaser sur le câble avec un léger mouvement de torsion (et une pression suffisante vers l'avant) pour élargir la tresse, comme illustré en Figure A.36 et en Figure A.37.
- 4) Pousser doucement l'outil à évaser/outil d'étalonnage et appliquer un mouvement circulaire sur le câble tout en appliquant une pression vers l'avant. Ceci permettra de faire passer l'outil sous la tresse.

Figure A.36 – Utilisation de l'outil à évaser

Figure A.37 – Élargissement des blindages

La Figure A.38 illustre la mise en place de la broche centrale sur le conducteur central.



Légende

Anglais	Français
Center Pin	Broche centrale
Center conductor	Conducteur central

Figure A.38 – Mise en place de la broche centrale

- 5) Vérifier que les brins de l'isolation ou de la tresse sont correctement coupés. Retirer les éventuels débris du conducteur central avant de mettre en place la broche centrale.
- 6) S'assurer que la broche centrale glisse complètement sur le conducteur central. L'épaulement arrière de la broche centrale doit être contre le diélectrique de couleur blanche. Dans le cas contraire, vérifier de nouveau la longueur du conducteur central et la raccourcir si nécessaire.
- 7) La broche centrale étant en place, utiliser l'outil de sertissage pour sertir la broche comme illustré en Figure A.39.

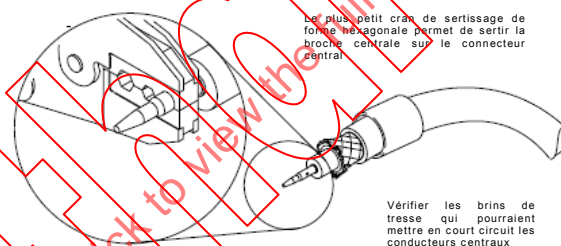
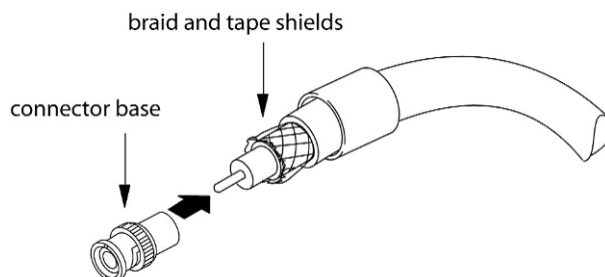


Figure A.39 – Sertissage de la broche centrale

- 8) Si le blindage le plus à l'intérieur n'est pas correctement fixé sur le diélectrique, les quatre couches (feuille, tresse, feuille, tresse) doivent rester à l'extérieur du corps du connecteur. Si le blindage le plus à l'intérieur est bien relié au diélectrique, il doit pénétrer dans le socle du connecteur. Les trois blindages extérieurs doivent rester hors du corps du connecteur. Glisser le corps du connecteur sur le câble (voir Figure A.40).



Légende

Anglais	Français
Braid and tape shields	Tresse et bande de blindage
Connector base	Socle du connecteur

Figure A.40 – Montage du corps du connecteur

- 9) Glisser la bague de sertissage sur les trois blindages extérieurs et sur le socle du connecteur jusqu'à ce qu'elle rencontre l'épaule du connecteur comme illustré en Figure A.41.

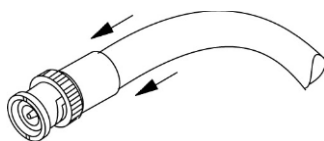


Figure A.41 – Montage de la bague de sertissage

- 10) Sertir la bague au moyen de l'outil de sertissage de la Figure A.42. Positionner l'outil de sertissage sur la bague aussi près que possible du plan de joint entre le socle du connecteur et la bague. Le cran de sertissage hexagonal le plus grand est utilisé pour sertir la bague qui maintient le connecteur sur le câble. Appuyer sur la poignée de l'outil de sertissage jusqu'à ce que la bague soit sertie sur le corps du connecteur et que l'outil se libère.

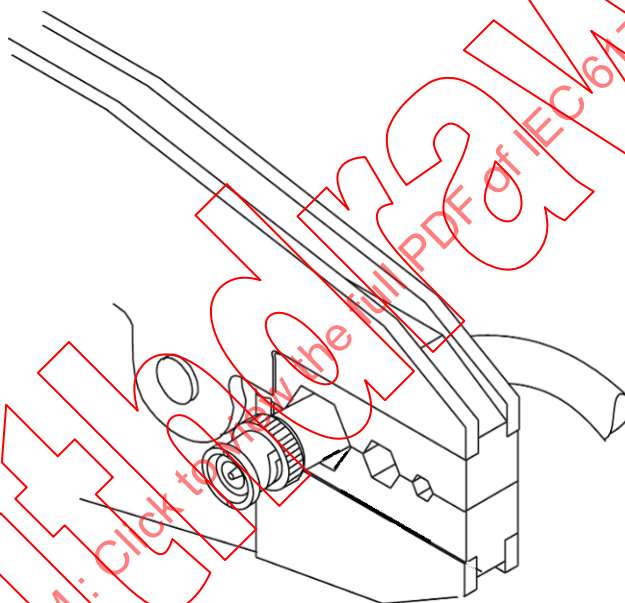


Figure A.42 – Outil de sertissage

Important: de nombreux problèmes de réseau sont dus à un mauvais montage des connecteurs. Les connecteurs doivent être bien montés à l'extrémité de tous les câbles. Tirer sur le connecteur pour vérifier qu'il est correctement fixé. S'il est lâche ou s'il s'enlève, couper l'extrémité du câble et monter un nouveau connecteur. Il convient que la force de rétention du connecteur soit d'au minimum 270 N s'il est correctement monté.

- 11) Pour l'installation de connecteurs de degré de protection IP67:

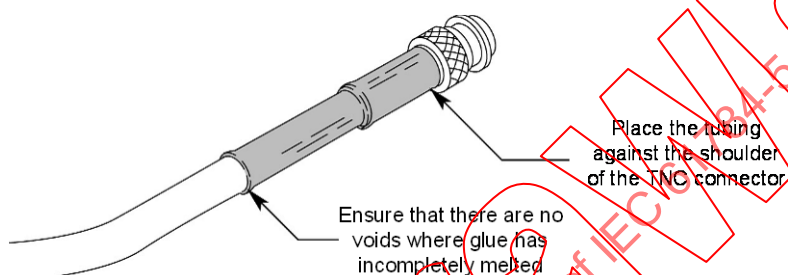
Utiliser uniquement le tube thermorétractable ACUM fourni dans le kit de prise et de câblage IP67. Ne pas le remplacer par d'autres types de tubes thermorétractables. Le degré de protection IP67 risque de ne plus être assuré.

Attention: Les pistolets à air chaud doivent être utilisés avec précaution. Des températures élevées peuvent entraîner des brûlures, des risques d'incendie ou autres dommages.

- 12) Pour chauffer le tube thermorétractable, se conformer aux principes directeurs suivants (voir Figure A.43):

i) Placer le tube contre l'épaule du connecteur TNC.

- ii) Laisser le pistolet à air chaud atteindre une température comprise entre 110 °C et 160 °C.
- iii) Maintenir l'ensemble du câblage à environ 50 mm de la sortie d'air chaud du pistolet pendant la rétraction du tube.
- iv) Tourner continuellement l'ensemble du câblage autour de la bouche de sortie d'air chaud du pistolet. Il convient que l'ensemble du processus dure environ 4 minutes.
- v) Vérifier le tube thermorétractable pour s'assurer qu'il n'y a pas de vides après fusion totale de la colle. Les éventuels espaces entraîneraient une perte du degré de protection IP67.
- vi) Contrôler la connexion.
- vii) Contrôler le câble final.



Légende

Anglais	Français
Place the tubing against the shoulder of the TNC connector	Placer le tube contre l'épaule du connecteur TNC.
Ensure that there are no voids where glue has incompletely melted	S'assurer qu'il n'y a pas de vides dus à une fusion incomplète de la colle

Figure A.43 – Câble IP67 étanche

A.5.3.5 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

A.5.3.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

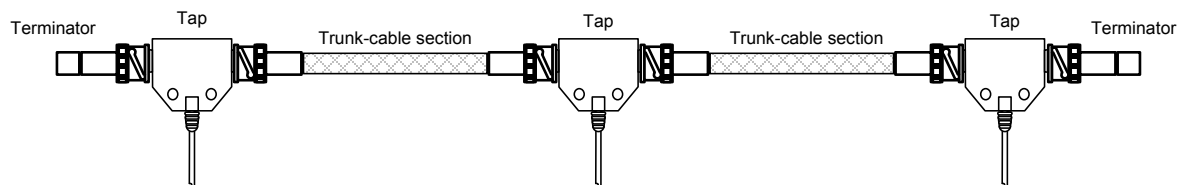
A.5.4 Montage des terminateurs

A.5.4.1 Descriptif commun

A.5.4.2 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

Chaque extrémité ou chaque segment de câble doit se terminer par une résistance de terminaison (terminateur) coaxiale BNC ou TNC. Le terminateur doit être monté sur le port le plus à l'extérieur de la prise passive, comme illustré en Figure A.44. Pour plus de détails, se reporter à la documentation du planificateur et à l'Article 4.



Légende

Anglais	Français
Terminator	Termineur
Tap	Prise
Trunk cable section	Section de câble de ligne principale

Figure A.44 – Mise en place des terminateurs

A.5.5 Montage des dispositifs

A.5.5.1 Descriptif commun

A.5.5.2 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

En aucun cas, le câble de dérivation monté sur la prise ne doit être étendu ou raccourci.

Choix de l'emplacement de montage des prises:

- il n'y a pas d'exigence d'espacement entre les prises; deux prises adjacentes sont montées au moyen d'un connecteur à canon;
- s'assurer que l'emplacement du montage de la prise convient au cheminement du câble;
- s'assurer que la prise est montée en un point qui ne génère pas des rayons de courbure des câbles supérieurs aux limites indiquées dans le présent Article;
- ne pas monter la prise en un emplacement nécessitant le passage du câble de dérivation au-dessus d'éventuelles bornes d'alimentation en c.a. ou de modules voisins.

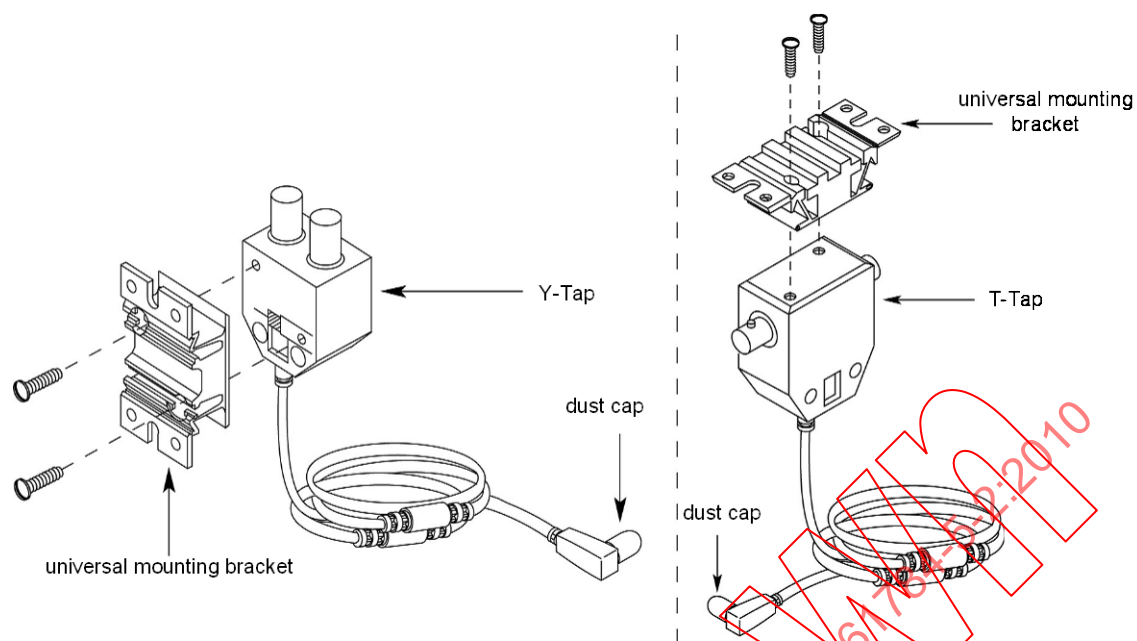
Les éventuelles parties métalliques de la prise, telles que les connecteurs ou les vis du support de montage universel ne doivent pas entrer en contact avec un matériau conducteur. Ce contact risque de générer du bruit sur le réseau.

Monter les prises ControlNet (prise en Y et prise en T):

- d'abord sur un support de montage universel, puis monter l'ensemble prise et support;
- ensuite à travers les orifices du corps de la prise en utilisant:
 - des vis et des rondelles plates,
 - une attache.

Si les prises ControlNet sont montées sur le support de montage universel comme illustré en Figure A.45, suivre les étapes suivantes:

- 1) Aligner le support de montage universel avec les orifices de montage de la prise.
- 2) Utiliser les vis fournies avec la prise pour cliqueter la prise au support de montage universel.

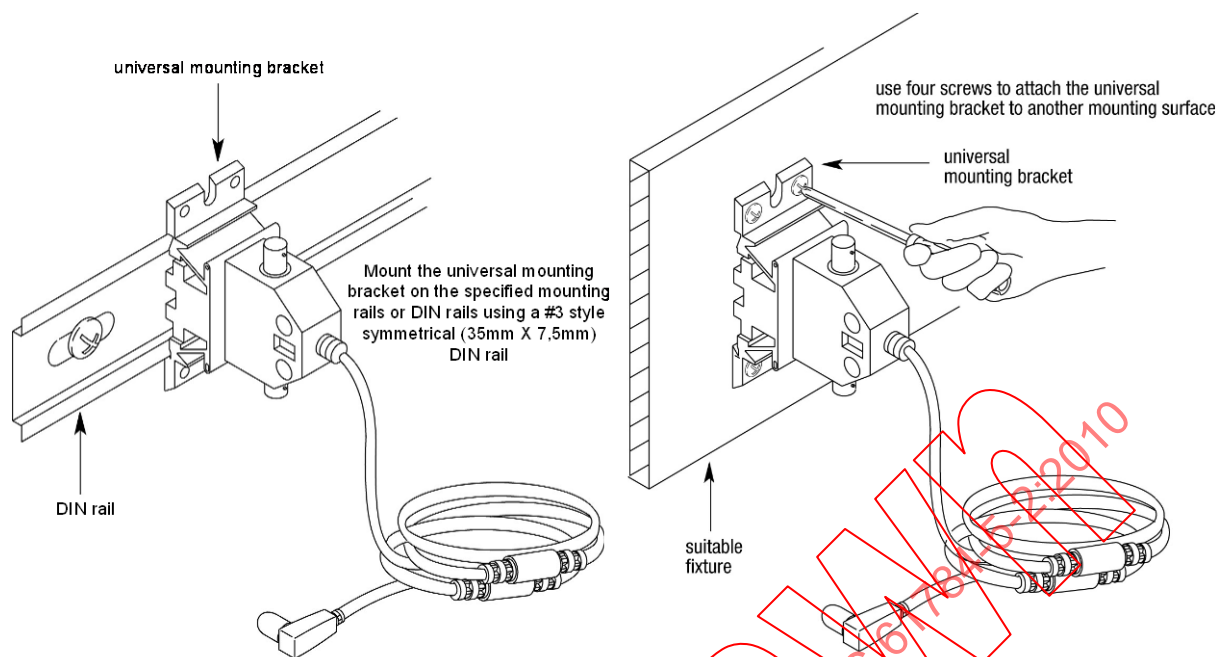


Légende

Anglais	Français
Universal mounting bracket	Support de montage universel
Y-tap	Prise en Y
Dust cap	Capuchon anti-poussière
T-tap	Prise en T

Figure A.45 – Montage des prises

- 3) La Figure A.46 illustre la manière dont l'ensemble prise et support est monté sur un rail DIN ou une surface plane.



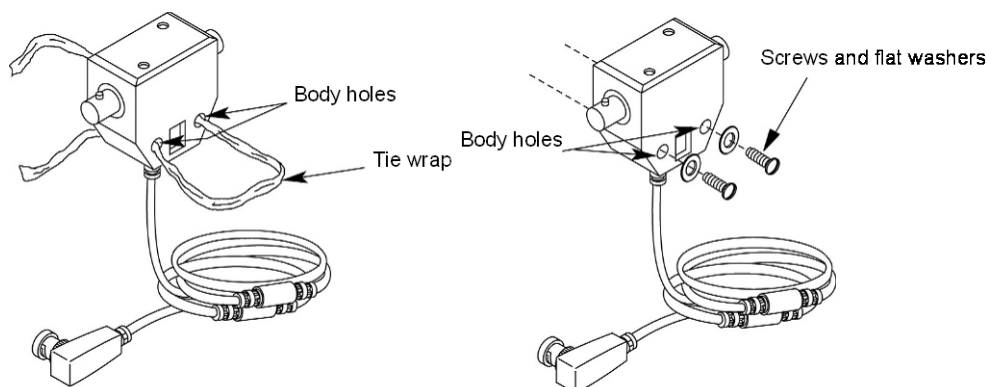
Légende

Anglais	Français
Universal mounting bracket	Support de montage universel
DIN rail	Rail DIN
Mount the universal mounting bracket on the specified mounting rails or DIN rails using a # 3 style symmetrical (35 mm × 7,5 mm) DIN rail	Poser le support de montage universel sur les rails spécifiés ou sur des rails DIN n° 3 de type symétrique (35 mm × 7,5 mm)
Use four screws to attach the universal mounting bracket to another mounting surface	Utiliser les quatre vis pour fixer le support de montage universel à une autre surface de montage.
Suitable fixture	Support approprié

Figure A.46 – Montage de l'ensemble prise au moyen du support de montage universel

La Figure A.47 illustre deux méthodes de montage alternatives utilisant les orifices de montage prévus dans le corps de la prise ControlNet.

Monter les prises sur un support approprié en utilisant des attaches ou des vis comme illustré en Figure A.47.

**Légende**

Anglais	Français
Body holes	Trous du corps
Tie wrap	Attache autobloquante
Screws and flat washers	Vis et rondelles plates

Figure A.47 – Montage de la prise au moyen d'attaches ou de vis

Ne pas trop serrer les vis. Un serrage excessif risque d'endommager la prise.

A.5.6 Codage et étiquetage**A.5.6.1 Descriptif commun****A.5.6.2 Exigences spécifiques aux CP**

Addition:

Les produits ControlNet sont étiquetés conformément aux icônes décrites en Figure A.48; l'icône grisée désigne les supports redondants.

**Figure A.48 – Icônes de réseau redondant****A.5.7 Mise à la terre et équipotentialité des équipements et dispositifs et câblage blindé****A.5.7.1 Descriptif commun****A.5.7.2 Liaison équipotentielle et mise à la terre des enceintes et chemins de câbles****A.5.7.3 Méthodes de mise à la terre****A.5.7.3.1 Maillage équipotentiel**

Addition:

La méthode de mise à la terre doit être conforme à la documentation du planificateur. Des conducteurs d'égalisation doivent être installés pour remédier à un éventuel décalage du potentiel de terre dans la zone de couverture du réseau de communication. L'aire de la section de ces conducteurs doit être conforme au 4.4.7.2.1 de la CEI 61918:2010.

A.5.7.3.2 Étoile

Addition:

Outre les exigences posées en A.4.4.7.3.2, les exigences suivantes doivent être respectées.

Les blindages des équipements de communication doivent être uniquement référencés à la terre du signal (terre fonctionnelle) et aucun équipement (comme par exemple les moteurs ou les appareils de commande des moteurs) ne doit être référencé à la terre fonctionnelle. La terre en étoile des deux systèmes (terre fonctionnelle et terre de protection) doit converger en un point du bâtiment, comme illustré en Figure 16 de la CEI 61918:2010. Les connexions à la terre des armoires ne doivent pas s'enchaîner en cascade.

A.5.7.3.3 Mise à la terre des équipements (dispositifs)

Addition:

Les équipements doivent être reliés à la terre conformément aux instructions d'installation du fabricant et à la documentation du planificateur.

A.5.7.4 Méthode de mise à la terre du blindage

A.5.7.4.1 Généralités

A.5.7.4.2 RC parallèle

Addition:

Les blindages sont terminés à la terre via des circuits RC parallèles qui font partie intégrante des dispositifs actifs. Il n'est pas nécessaire de fournir des circuits RC parallèles pour les blindages car ces derniers font partie intégrante de chaque interface active. Les câbles coaxiaux ne sont pas directement connectés à la terre en un point quelconque du système; car ceci risque de générer des boucles à la terre sur le réseau, entraînant ainsi des défauts de communication. L'installateur doit achever l'installation de façon à ce que la résistance du blindage à la terre soit supérieure à 2 MΩ lorsque les dispositifs actifs sont débranchés en utilisant un DVM approprié. Pour chaque dispositif actif connecté, la résistance du blindage à la terre doit respecter la formule suivante.

$$\text{Shield_to_earth} = 1 \text{ M}\Omega / \text{number_of_nodes}$$

Sachant qu'il est exigé que les répéteurs aient également une résistance à la terre de 1 MΩ, ils sont aussi pris en compte dans le nombre de nœuds.

A.5.7.4.3 Directe

Non applicable.

A.5.7.4.4 Dérivées de RC parallèle et directe

Non applicable.

A.5.7.5 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

A.5.7.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.5.8 Documentation du câblage après mise en œuvre**A.6 Vérification de l'installation et essai de réception de l'installation****A.6.1 Introduction****A.6.2 Vérification de l'installation****A.6.2.1 Généralités****A.6.2.2 Vérification en fonction de la documentation de planification du câblage****A.6.2.3 Vérification de la mise à la terre et de l'équipotentialité****A.6.2.4 Vérification de mise à la terre du blindage**

Addition:

Le système de câblage ControlNet utilise une RC parallèle entre la terre et le blindage. L'installateur doit s'assurer que la résistance du blindage à la terre est supérieure à 2 MΩ lorsque les dispositifs actifs sont déconnectés en utilisant un DVM approprié. Pour chaque dispositif actif connecté, la résistance du blindage à la terre doit respecter la formule suivante:

$$\text{Shield_to_earth} = 1 \text{ M}\Omega / \text{number_of_nodes}$$

Sachant qu'il est exigé que les répéteurs aient également une résistance à la terre de 1 MΩ, ils sont aussi pris en compte dans le nombre de nœuds.

A.6.2.5 Vérification du système de câblage**A.6.2.5.1 Vérification du cheminement des câbles****A.6.2.5.2 Vérification de la protection des câbles et d'une correcte détente des contraintes****A.6.2.6 Vérification du type de câble sélectionné****A.6.2.6.1 Descriptif commun****A.6.2.6.2 Exigences spécifiques aux CP**

Addition:

L'installateur doit utiliser les câbles définis dans la documentation d'installation.

A.6.2.6.3 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

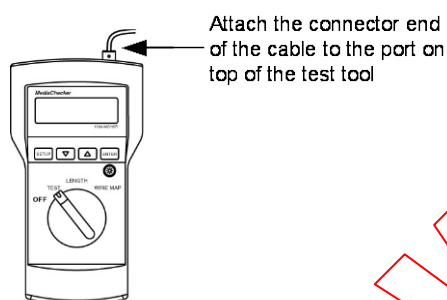
A.6.2.7 Vérification des connecteurs**A.6.2.7.1 Descriptif commun****A.6.2.7.2 Exigences spécifiques aux CP**

Addition:

L'outil d'essai du câble coaxial doit être muni d'une interface BNC/TNC et doit pouvoir déterminer:

- les défauts du câblage (circuits ouverts et courts-circuits);
- la distance jusqu'au défaut du câble;
- la présence d'un terminateur approprié;
- la longueur du segment ou de la section.

Après installation du connecteur BNC ou TNC, utiliser un testeur de câblage coaxial approprié ou un DVM ou encore un outil approprié d'essai du réseau, comme illustré en Figure A.49, afin de s'assurer que la continuité du circuit est correcte.



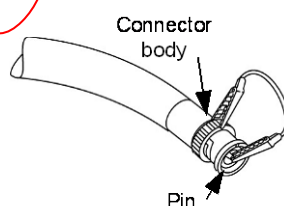
Légende

Anglais	Français
Attach the connector end of the cable to the port on the top of the test tool	Fixer l'extrémité câble, côté connecteur, au port situé à la partie supérieure de l'outil d'essai

Figure A.49 – Outil d'essai du réseau

Une autre méthode consiste à utiliser un ohmmètre ou un testeur de continuité afin de vérifier la présence d'un éventuel court-circuit entre le corps du connecteur et la broche centrale.

Utiliser des pinces de court-circuitage, comme illustré en Figure A.50, pour créer un court-circuit temporaire entre la broche centrale et le corps du connecteur à une extrémité du câble.



Légende

Anglais	Français
Connector body	Corps du connecteur
Pin	Broche

Figure A.50 – Mise en court-circuit du câble pour vérification de la continuité

A l'autre extrémité du câble, utiliser un testeur de continuité ou un ohmmètre pour vérifier la continuité électrique. Le Tableau A.16 est utilisé pour déterminer les mesures à prendre en fonction des résultats d'essai.

Tableau A.16 – Matrice d'essai pour connecteurs BNC/TNC

Si la résistance mesurée indique:		Dans ce cas:
Extrémité distante en court-circuit avec la jarretière	qu'il y a un court-circuit	Ôter la jarretière et effectuer l'essai en circuit ouvert
	qu'il n'y a pas de court-circuit	Utiliser un coupe-fil pour retirer le connecteur, monter un connecteur neuf et recommencer l'essai
Extrémité distante en circuit ouvert	qu'il y a un court-circuit	Utiliser un coupe-fil pour retirer le connecteur, monter un connecteur neuf et recommencer l'essai
	qu'il n'y a pas de court-circuit	Passer à la section suivante

Une fois les essais terminés, remplacer la section de câble de ligne principale si le problème persiste.

Chaque section de câble doit être munie d'une fiche BNC ou TNC. Les prises jack en ligne ne sont pas prises en charge. Les sections peuvent être étendues en utilisant des prises jack en opposition (de traversée de cloison ou de type "balle" en ligne).

Lorsqu'ils sont correctement installés, les connecteurs BNC/TNC (à sertir) doivent avoir une force de rétention d'au moins 270 N. Si l'effort de traction nécessaire des connecteurs est inférieur à 270 N, le montage du connecteur est incorrect ou la correspondance entre le câble, le connecteur et l'outil de sertissage n'est pas parfaite.

Les recommandations suivantes sont utiles pour identifier les éventuels problèmes:

- s'assurer que le câble et le connecteur sont compatibles du point de vue mécanique;
- confirmer que les longueurs de dénudage correspondent à la fiche technique du fabricant du connecteur;
- vérifier l'outil de sertissage recommandé dans la fiche technique du fabricant du connecteur;
- vérifier que les matrices de sertissage sont conformes aux spécifications (non usées); si la force de sertissage est trop élevée, la tresse sera endommagée. Une force de sertissage trop élevée ou trop faible réduira la force de rétention du connecteur.

A.6.2.7.3 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

A.6.2.8 Vérification des connexions

A.6.2.8.1 Descriptif commun

A.6.2.8.2 Nombre de connexions et de connecteurs

A.6.2.8.3 Mise en correspondance des fils

Non applicable.

A.6.2.9 Vérification des terminateurs

A.6.2.9.1 Descriptif commun

A.6.2.9.2 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

Au moyen d'un DVM ou d'un testeur de câble coaxial approprié, vérifier que le terminateur est correctement monté. Si un DVM est utilisé, la DCR du câble devra être prise en compte. Si les deux terminateurs sont montés sur un segment donné, la DCR mesurée doit être d'au moins 37,5 Ω .

A.6.2.10 Vérification du codage et de l'étiquetage

A.6.2.11 Rapport de vérification

A.6.3 Essai de réception de l'installation

A.6.3.1 Généralités

Addition:

Les outils ci-dessous peuvent également être utilisés pour la vérification et la certification du réseau:

- outil approprié d'essai du câble coaxial ou réflectomètre dans le domaine temporel (TDR);
- réflectomètre optique dans le domaine temporel (OTDR) pour les fibres optiques.

A.6.3.2 Essai de réception du câblage Ethernet

Non applicable.

A.6.3.3 Essai de réception du câblage non Ethernet

A.6.3.3.1 Câblage en cuivre pour CP non Ethernet

A.6.3.3.1.1 Descriptif commun

A.6.3.3.1.2 Exigences spécifiques pour le câblage en cuivre de CP non Ethernet

Addition:

La longueur du segment doit être mesurée et conforme aux limites de longueur spécifiées en Figure A.10 ainsi que dans la documentation du planificateur.

L'affaiblissement du câble doit être vérifié et satisfaire aux exigences de A.4.

A.6.3.3.2 Câblage à fibre optique pour CP non Ethernet

A.6.3.3.2.1 Descriptif commun

A.6.3.3.2.2 Exigences spécifiques pour CP non Ethernet

Addition:

La longueur du segment doit être mesurée et conforme aux recommandations de conception de A.4.

L'affaiblissement de propagation de la fibre doit être vérifié et s'inscrire dans les valeurs de bilan de puissance admissible, comme défini en A.4. Si l'affaiblissement de propagation est supérieur à la valeur admise et si la longueur de la fibre s'inscrit dans les tolérances d'affaiblissement de propagation, l'affaiblissement du connecteur peut être trop élevé et peut nécessiter une nouvelle terminaison ou un polissage supplémentaire.

Après la pose initiale du câble à fibre optique, les sections doivent être vérifiées au moyen d'un wattmètre optique afin de s'assurer que l'affaiblissement est inférieur à 13,3 dB (voir le

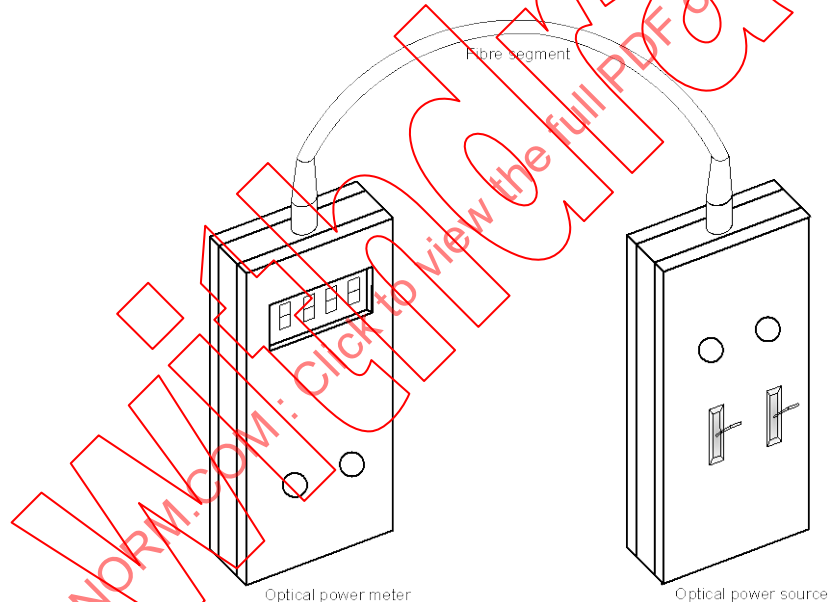
Tableau A.3). La source d'énergie utilisée pour contrôler la fibre doit correspondre aux caractéristiques assignées de la source d'énergie utilisée.

La perte de puissance mesurée doit s'inscrire dans les limites données dans le Tableau A.2, le Tableau A.3 et le Tableau A.7 pour les types de fibres utilisés, comme indiqué dans le Tableau A.17. La source lumineuse utilisée pour les essais de câble doit être correcte; dans le cas contraire, des valeurs imprécises seront obtenues. Les bilans de puissance sont spécifiés aux longueurs d'onde de la source lumineuse.

L'utilisation d'une source lumineuse de référence, à la longueur d'onde spécifique, et d'un wattmètre optique, comme illustré en Figure A.51, permet de déterminer l'affaiblissement d'insertion d'un segment de câble à fibre optique.

Il convient d'utiliser un outil logiciel de configuration ControlNet pour s'assurer que le système satisfait aux exigences de paramètre du réseau. L'outil logiciel de configuration ControlNet utilise les paramètres système saisis, tels que NUT, SMAX, UMAX et le temps de propagation du réseau le plus défavorable, pour calculer l'échange de messages prévu sur le réseau.

Une fois les valeurs saisies dans l'outil logiciel de configuration ControlNet et après calcul des échanges de messages prévus, le logiciel indiquera si le réseau configuré est acceptable et conforme à la planification. Si le réseau n'est pas valide, des réglages doivent être effectués pour satisfaire aux exigences prévues.



Légende

Anglais	Français
Fibre segment	segment en fibre optique
Optical power meter	Wattmètre optique
Optical power source	Source de puissance optique

Figure A.51 – Essai des segments de câble à fibre optique

Tableau A.17 – Longueur d'onde et types de fibres

Longueur d'onde nm	Type de fibre
640	200/230 μm à gradient d'indice MM
1 300	62,5/125 μm MM
1 300	62,5/125 μm MM
1 300	62,5/125 μm et 9/125 μm SM

A.6.3.3 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

A.6.3.4 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

A.6.3.5 Rapport d'essai de réception

A.7 Administration de l'installation

Le paragraphe 7.8 n'est pas applicable.

A.8 Maintenance de l'installation et recherche de pannes

A.8.1 Généralités

A.8.2 Maintenance

A.8.3 Recherche de pannes

Addition au paragraphe 8.3.2:

Si les essais de câble unimodal ou multimodal sont effectués au moyen d'une source lumineuse de 640 nm, il sera obtenu une mesure incorrecte de l'affaiblissement. La source lumineuse de longueur d'onde correcte doit être utilisée pour les essais des fibres. Pour des modules de fibres moyennes, longues et extra-longues, on doit utiliser une source lumineuse de 1 300 nm correspondant aux caractéristiques assignées du câblage. Il convient de toujours conserver les enregistrements des niveaux d'affaiblissement pour chaque brin élémentaire de section de câble. Les enregistrements de l'affaiblissement sont très utiles pour la recherche de pannes et la maintenance du réseau. Des pertes de puissance considérables pourraient être entraînées dans le câble suite à:

- des épissures médiocres;
- des rayons de courbure inappropriés;
- des pertes par courbure;
- des fibres cassées;
- des connexions médiocres;
- des connecteurs contaminés ou endommagés;
- un polissage incorrect des connecteurs.

a) Mesure à l'OTDR

Outre les mesures de perte de puissance, il convient également d'examiner l'ensemble du réseau à fibre optique au moyen d'un OTDR. L'OTDR émet la lumière dans un brin élémentaire de câble à fibre optique et affiche la lumière réfléchiée. Les essais à l'OTDR fournissent les mesures suivantes qui aident à la recherche de pannes et à la maintenance du réseau:

- la distance totale sur le câble jusqu'à une rupture dans la fibre;
- la distance jusqu'à un événement (épissure, courbure, connecteur) qui affaiblit la lumière;
- la distance entre deux événements d'affaiblissement;
- l'affaiblissement de la lumière entre deux points du câble;
- la lumière totale reflétée ou la lumière reflétée par un événement unique.

Il convient de conserver les enregistrements des traces pour chaque brin élémentaire de câble sur format papier ou informatique. La Figure A.52 donne un exemple de panneau de connecteurs avec un câble de réseau dorsal multifibres en entrée et des connecteurs pour l'interconnexion des câbles.

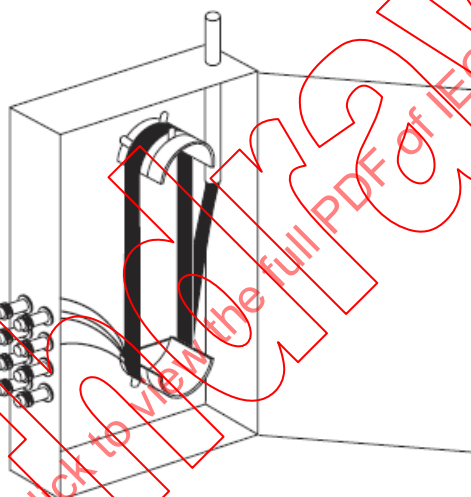
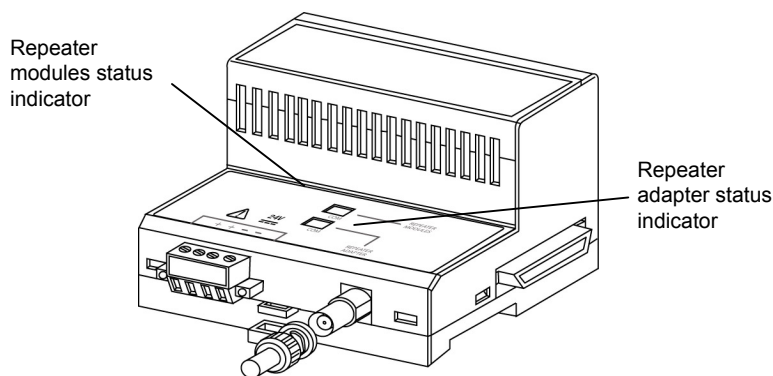


Figure A.52 – Logement de câble de réseau dorsal multifibres

Il existe de nombreux choix de câbles à fibre optique conçus pour utilisation dans différents environnements. Il convient de consulter le concepteur des applications ou un professionnel de l'installation pour déterminer le meilleur type de câble à utiliser en fonction des conditions environnementales.

b) Recherche de pannes des répéteurs à fibre optique

Le texte ci-après fait référence à la Figure A.53. Le répéteur à fibre optique dispose d'une DEL pour la connexion coaxiale et d'une autre pour les indications cumulées des canaux à fibre optique.



Légende

Anglais	Français
Repeater modules status indicator	Voyant d'état de modules répéteurs
Repeater adaptor status indicator	Voyant d'état d'adaptateur de répéteur

Figure A.53 – Module adaptateur de répéteur

Les DEL des voyants d'état dans le module adaptateur de répéteur peuvent être interprétées séparément ou conjointement. Les différentes combinaisons de DEL et leurs interprétations sont données à partir du Tableau A.18 jusqu'au Tableau A.21.

Tableau A.18 – Table d'état des DEL

Ces DEL d'indication d'état et leur interprétation	Sont présentées dans le
Module adaptateur de répéteur et module répéteur	Tableau A.19
Adaptateur de répéteur uniquement	Tableau A.20
Module de répéteur uniquement	Tableau A.21

Les indications ci-dessous sont les seules combinaisons valides. Toutes les autres combinaisons ne sont pas valides. Par exemple, la combinaison d'un voyant d'un module adaptateur de répéteur au vert fixe et d'un voyant de module de répéteur au rouge fixe n'est pas valide et indique probablement un module défectueux.

Tableau A.19 – Adaptateur de répéteur et diagnostic du module

Si les deux voyants sont	Cela signifie:	Résolution
Rouge/vert alternativement	L'adaptateur de répéteur est en cours de mise sous tension ou de réinitialisation	Ne rien faire. L'adaptateur de répéteur fonctionne correctement
Rouge fixe	Une situation de bavardage a eu lieu. Un autre nœud ou répéteur sur le réseau est en train d'émettre en continu	Vérifier que le réseau et le composant fonctionnent correctement
Éteint	L'adaptateur de répéteur n'est pas alimenté ou est défectueux	Vérifier que la tension et la polarité de l'entrée d'alimentation de l'adaptateur de répéteur sont correctes

Tableau A.20 – Diagnostic avec les voyants de l'adaptateur de répéteur

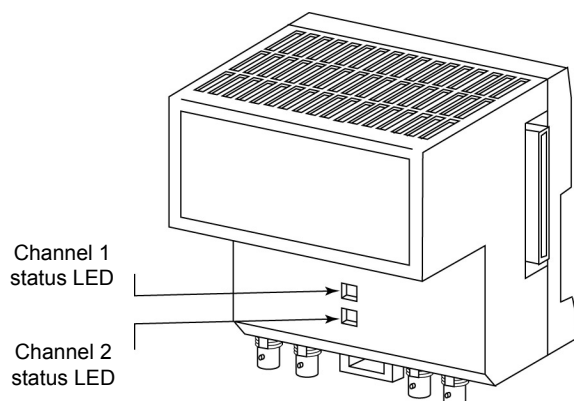
Si le voyant de l'adaptateur du répéteur est	Cela signifie:	Résolution
Vert fixe	Des données exemptes d'erreur sont récupérées au niveau du port coaxial de l'adaptateur de répéteur	Ne rien faire. Il s'agit du mode normal de fonctionnement
Vert clignotant/ éteint	Des données entachées d'erreurs sont occasionnellement récupérées au niveau du port coaxial de l'adaptateur de répéteur	Cette situation se corrigera normalement de manière automatique. Si la situation persiste, vérifier que: - toutes les broches du connecteur BNC sont correctement enfichées - toutes les prises sont de type ControlNet - tous les terminateurs ont une résistance de 75 Ω et sont présents aux deux extrémités de tous les segments - le câble coaxial n'est pas relié à la terre
Rouge clignotant/ éteint	Il n'y a pas de données en réception au niveau du port coaxial de l'adaptateur de répéteur, ou des données comportant un grand nombre d'erreurs sont reçues au niveau du port coaxial de l'adaptateur de répéteur	Vérifier: - qu'il n'y a pas de câbles endommagés - qu'il n'y a pas de prises endommagées - l'absence éventuelle de terminateurs de segments

Tableau A.21 – Voyant du module répéteur

Si le voyant de l'adaptateur du répéteur est	Cela signifie:	Résolution
Vert fixe	Des données exemptes d'erreur sont récupérées au niveau de tous les modules répéteurs connectés	Ne rien faire. Il s'agit du mode normal de fonctionnement
Vert clignotant/ éteint	Des données entachées d'erreurs sont occasionnellement récupérées au niveau de certains ou de tous les modules répéteurs	Cette situation se corrigera normalement de manière automatique. Si la situation persiste, vérifier que: - toutes les broches du connecteur BNC sont correctement enfichées - toutes les prises sont de type ControlNet - tous les terminateurs ont une résistance de 75 Ω et sont présents aux deux extrémités de tous les segments - le câble coaxial n'est pas relié à la terre - le type correct de connecteurs à fibre optique est utilisé et les connecteurs sont correctement montés sur le câble à fibre optique - Le bon type de câble à fibre optique est utilisé
Rouge clignotant/ éteint	Il n'y a pas de données en réception au niveau de tous les modules répéteurs, ou des données comportant un grand nombre d'erreurs sont reçues au niveau de certains ou de tous les modules répéteurs	Vérifier: - qu'il n'y a pas de câbles endommagés - qu'il n'y a pas de prises endommagées - l'absence éventuelle de terminateurs de segments

c) DEL de diagnostic à courte et moyenne distance

Voir la Figure A.54 et le Tableau A.22 pour une description des DEL de diagnostic.



Légende

Anglais	Français
Channel 1 status LED	DEL d'état du canal 1
Channel 2 status LED	DEL d'état du canal 2

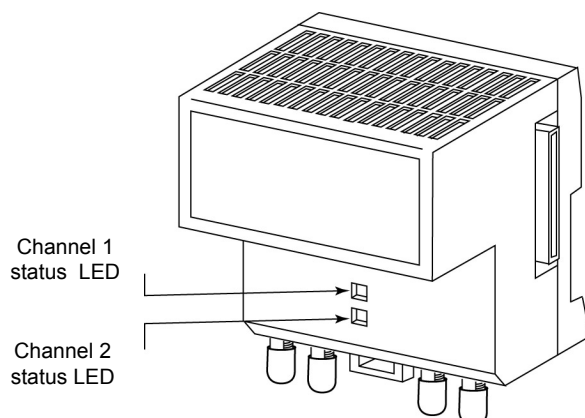
Figure A.54 – DEL de modules à fibre optique de courte et moyenne distance

Tableau A.22 – Table de recherche de pannes de courte et moyenne distance

Si le voyant du module du répéteur est	Cela signifie:	Résolution
Éteint	Répéteur non connecté à l'alimentation ou module adaptateur défectueux	Vérifier les connexions et l'état de l'alimentation, Réinitialiser l'adaptateur en le mettant hors tension puis sous tension.
Vert	Le répéteur fonctionne sans erreurs réseau	Ne rien faire.
Vert clignotant/éteint	Pas d'activité d'échange de données sur le réseau.	Si le câble est en place: - s'assurer que le canal de réception est connecté au canal d'émission sur les deux modules - vérifier qu'il n'y a pas de fibres rompues

c) DEL de diagnostic à longue et très longue distance

Voir la Figure A.55 et le Tableau A.23 pour une description des DEL de diagnostic.



Légende

Anglais	Français
Channel 1 status LED	DEL d'état du canal 1
Channel 2 status LED	DEL d'état du canal 2

Figure A.55 – DEL de module répéteur de longue et très longue distance

Tableau A.23 – Table de recherche de pannes de longue et très longue distance

Si le voyant du module du répéteur est	Cela signifie:	Résolution
Éteint	Répéteur non connecté à l'alimentation ou module adaptateur defectueux	Réinitialiser le module
Vert	Le répéteur fonctionne sans erreurs réseau	Aucune action n'est requise
Vert clignotant/éteint	Pas d'activité d'échange de données sur le réseau. Si le câble est en place:	- s'assurer que le canal de réception est connecté au canal d'émission sur les deux modules - vérifier qu'il n'y a pas de fibres rompues
Rouge clignotant/éteint	Le module est alimenté mais n'est pas prêt à fonctionner.	Il convient que cet état apparaisse au cours de la réinitialisation du module et qu'il dure environ 5 s
Rouge intermittent	Au fur et à mesure que le nombre de données erronées détectées augmente, la fréquence de clignotement du voyant rouge augmente également jusqu'à affichage au rouge fixe	Vérifier les paramètres du réseau. Vérifier le câblage du réseau.
Rouge	Distorsion excessive du signal de réception	- vérifier que le type de fibre est correct et qu'il correspond au module. - vérifier la longueur et l'affaiblissement de la fibre pour s'assurer de leur conformité à la spécification. - remplacer le module répéteur à fibre optique aval sur le canal dont la DEL rouge clignote par intermittence. - s'assurer que la longueur totale du réseau est conforme à la spécification (voir A.4) - s'assurer que SMAX est correctement définie dans l'outil logiciel de configuration ControlNet

A.8.4 Recherche de pannes

Non applicable.

Annexe B (normative)

Profil d'installation spécifique CP 2/2 (EtherNet/IP™)

B.1 Champ d'application du profil d'installation

Addition:

La présente norme définit le profil d'installation du Profil de communication CP 2/2 (EtherNet/IP). Le profil CP 2/2 est spécifié dans les normes CEI 61784-1 et CEI 61784-2. Ce profil repose sur des applications normalisées des TP-PMD et FO-PMD de l'ISO/CEI 8802-3, telle que 100BASE-FX.

B.2 Références normatives

Addition:

CEI 60603-7-3, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-3: Spécification particulière pour les fiches et les embases blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 100 MHz*

IEC 61156-5, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 5: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 600 MHz – Horizontal floor wiring – Sectional specification* (disponible uniquement en anglais)

ANSI/TIA/EIA 568-B.1, *Commercial building telecommunications cabling standards – Part 1: General requirements*

B.3 Termes, définitions et abréviations utilisés pour le profil d'installation

B.3.1 Termes et définitions

B.3.2 Abréviations

Addition:

FO-PMD	Fibre optique - Dépendante du support de couche physique
LLCR	Résistance de contact de bas niveau
RF	Fréquence radioélectrique
ST	Connecteur à fibre optique conforme à la CEI 61754-2
T568A / T568B	Conventions de câblage (voir ANSI/TIA/EIA 568-B.1)
TN-S	Nœud terminal - terre séparée
TP-PMD	Paire torsadée - Dépendante du support de couche physique

B.3.3 Conventions utilisées pour les profils d'installation

Non applicable.

B.4 Planification de l'installation

B.4.1 Introduction

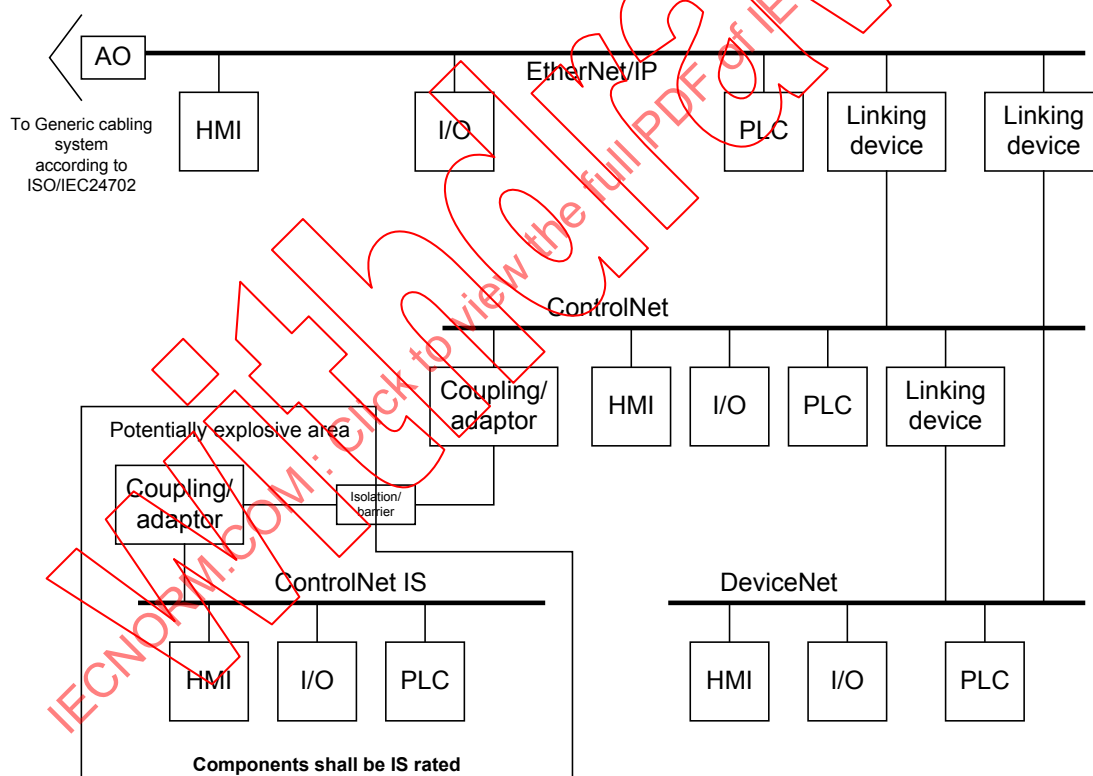
B.4.1.1 Objectif

B.4.1.2 Câblage de locaux industriels

Addition:

Le CP 2/2 est conçu pour être déployé au sein de l'îlot d'automatisation ainsi qu'entre îlots d'automatisation, comme décrit en 4.1.2, Figure 5 de la CEI 61918:2010. Le CP 2/2 peut être directement connecté à un système de câblage générique en utilisant le pare-feu approprié ainsi que la prise AO, comme illustré en 0. Dans ce cas, la prise AO est le point de démarcation entre le câblage générique et EtherNet/IP. La prise AO doit être celle qui est définie dans ce profil. Pour les autres exigences, voir B.4.4.2.2.

L'interconnexion de CP 2/2 avec CP 2/1 et CP 2/3 peut être réalisée au moyen d'un convertisseur/adaptateur (dispositif de liaison) comme illustré en Figure B.1. La connexion physique directe de la TO (Telecommunication Outlet - Prise de télécommunication) à la prise AO est possible; ce CP 2/2 prend en charge la Variante 1 de la CEI 61076-3-106.



Légende

Anglais	Français
AO	AO (prise d'automatisation)
To generic cabling system according to ISO/IEC 24702	Vers système de câblage générique selon ISO/CEI 24702
HMI	IHM
I/O	E/S
Ethernet IP	Ethernet/IP
PLC	PLC
Linking device	Dispositif de liaison
Coupling adaptor	Adaptateur d'accouplement
Potentially explosive area	Zone à atmosphère explosible
Isolation / barrier	Isolation /barrière
Components shall be IS rated	Les composants doivent être de SI

Figure B.1 – Interconnexion de réseaux CPF 2

B.4.2 Exigences de planification

B.4.2.1 Sécurité

B.4.2.1.1 Généralités

B.4.2.1.2 Sécurité électrique

B.4.2.1.3 Sécurité fonctionnelle

B.4.2.1.4 Sécurité intrinsèque

Non applicable.

B.4.2.1.5 Sécurité des systèmes de communication par fibres optiques (OFCS)

B.4.2.2 Sécurité

Addition:

Le réseau de commande doit être isolé de l'environnement bureautique et de l'Internet. Le concepteur doit mettre en place la sécurité appropriée en utilisant les passerelles, les pare-feu, les routeurs et/ou la sécurité logicielle appropriée.

Une attention toute particulière doit être accordée à la mise en place des ports d'accès pour prévenir toute connexion non autorisée de dispositifs dans les réseaux de commande. Les armoires abritant les réseaux de commande ne doivent pas être accessibles à des personnes non autorisées. Les composants du câblage doivent être protégés contre tout dommage dû aux machines ou à des actions de sabotage.

B.4.2.3 Considérations relatives à l'environnement et CEM

B.4.2.3.1 Méthodologie descriptive

B.4.2.3.2 Utilisation de l'environnement décrit pour établir une nomenclature

B.4.2.4 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.4.3 Capacités du réseau

B.4.3.1 Topologie du réseau

B.4.3.1.1 Descriptif commun

B.4.3.1.2 Topologies physiques de base des réseaux passifs

Non applicable.

B.4.3.1.3 Topologies physiques de base des réseaux actifs

B.4.3.1.4 Combinaison de topologies de base

Non applicable.

B.4.3.1.5 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

EtherNet/IP prend en charge une connexion point à point comme illustré en Figure B.2 au moyen d'un câble croisé. Le câble croisé doit être conforme au schéma de câblage décrit dans l'Annexe H de la CEI 61918:2010.



Figure B.2 – Connexions entre homologues

B.4.3.2 Caractéristiques du réseau

B.4.3.2.1 Généralités

B.4.3.2.2 Caractéristiques du réseau pour un câblage à paires symétriques non Ethernet

Non applicable.

B.4.3.2.3 Caractéristiques du réseau pour un câblage à paires symétriques à base d'Ethernet

Modification:

Le Tableau B.1 fournit des valeurs fondées sur le modèle du Tableau 2 de la CEI 61918:2010.

Le Tableau B.1 décrit les caractéristiques minimales de réseaux de base EtherNet/IP.

Tableau B.1 – Caractéristiques du réseau pour un câblage à paires symétriques à base d'Ethernet

Caractéristique	CP 2/2
Débits de données pris en charge (Mbit/s)	10/100 et 1 Gbit/s
Longueur de canal prise en charge (m)	100 maximum (voir la longueur et les limites de canal et de liaison ci-dessous)
Nombre de connexions sur le canal (max.)	6 ^a
Longueur du cordon de brassage (m)	Voir l'Article 4 de la CEI 61918:2010, et l'ISO/CEI 24702
Classe de canal selon l'ISO/CEI 11801:2002 et l'ISO/CEI 24702 (min.)	Classe D
Catégorie de câble selon l'ISO/CEI 11801:2002 et l'ISO/CEI 24702 (min.)	5
Catégorie de matériel de connexion selon l'ISO/CEI 11801:2002 et l'ISO/CEI 24702 (min.)	5
Types de câbles	En fonction des besoins de l'application
^a Le canal de catégorie 5E nécessite des connecteurs de catégorie 6A avec un câblage de catégorie 5E lorsqu'il y a plus de 4 connexions sur un canal donné.	

B.4.3.2.4 Caractéristiques du réseau pour un câblage à fibre optique

Remplacement:

Les câbles à fibre optique pris en charge par EtherNet/IP sont spécifiés dans le Tableau B.2, le Tableau B.3 et le Tableau B.4.

Tableau B.2 – Caractéristiques du réseau pour un câblage à fibre optique

Caractéristique	CP 2/2		
Type de fibre optique	Longueur minimale	Longueur maximale	λ
Largeur de bande modale min.	m	km	nm
9 μm /125 μm	0	10 minimum	1 310 1 550
50 μm /125 μm	0	2 minimum	850 1 300
62,5 μm /125 μm	0	2 minimum	850 1 300
Fibre plastique 0,980/1 mm à saut d'indice, 10 MHz $\times$ 100 m	0	55 ^a	650
À saut d'indice 200 μm /230 μm Silice gainée en dur 17 MHz $\times$ km	Ce point appelle un complément d'étude.	Ce point appelle un complément d'étude.	650
^a En fonction du nombre de courbures			

Tableau B.3 – Longueurs de fibre plastique 1 mm Type A4a.2, NA de 0,5

Longueur maximale de liaison avec pertes supplémentaires dues au rayon de courbure et au nombre de connexions			Nombre de connexions (Note 2)		
Nombre de courbures / pertes	Pertes les plus défavorables		0	1	2
	dB		0 dB	3 dB	6 dB
	Nombre de courbures	Pertes maximales dues au rayon de courbure (Note 3)	Longueur maximale (Note 1)		
		dB	m		
	0	0,00	55	43	32
	1	0,87	52	40	29
	2	0,96	51	40	28
	3	1,03	51	40	28
	4	1,06	51	39	28
	5	1,09	51	39	28
Les notes 1, 2 et 3 sont placées à la fin du présent paragraphe.					

Tableau B.4 – Longueurs de fibre plastique 1 mm Type A4d, NA de 0,3

Longueur maximale de liaison avec pertes supplémentaires dues au rayon de courbure et au nombre de connexions			Nombre de connexions (Note 2)		
Nombre de courbures / perte	Pertes les plus défavorables		0	1	2
	dB		0 dB	3 dB	6 dB
	Nombre de courbures	Pertes maximales dues au rayon de courbure (Note 3)	Longueur maximale (Note 1)		
		dB	m		
	0	0,00	65	53	41
	1	0,87	63	51	39
	2	0,96	62	50	38
	3	1,03	62	50	38
	4	1,06	62	50	38
	5	1,09	62	50	38

Les notes 1, 2 et 3 sont placées à la fin du présent paragraphe.

NOTE 1 Perte de la fibre

Les pertes de base de la fibre comprennent les effets de l'environnement, notamment l'absorption d'eau (qui est réversible) et l'ouverture numérique d'injection de la source.

NOTE 2 Connexions

Les pertes par couplage de traversées de cloison sont incluses dans la puissance d'injection minimale de l'émetteur et dans la sensibilité de récepteur la plus défavorable. Les pertes entre fibres les plus défavorables, dues à un connecteur, sont supposées être de 3,0 dB. Deux connecteurs accouplés, branchés à un adaptateur, constituent une connexion (voir Figure B.3).

**Figure B.3 – Connexions accouplées**

NOTE 3 Pertes par courbure

Les pertes par courbure de la fibre sont mesurées avec la longueur de liaison maximale. Les pertes par courbure à un rayon de 25 mm, données dans le Tableau B.3 et dans le Tableau B.4, sont utilisées comme des valeurs types, 1 courbure = 360°. Si un rayon de courbure est supérieur à 180 mm, il est considéré être droit sans aucune perte. D'autres rayons de courbure sont admissibles. Pour les pertes par courbure, il convient de consulter la fiche technique du fabricant.

B.4.3.2.5 Caractéristiques spécifiques du réseau

Non applicable.

B.4.3.2.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.4.4 Sélection et utilisation des composants de câblage

B.4.4.1 Sélection des câbles

B.4.4.1.1 Descriptif commun

B.4.4.1.2 Câbles en cuivre

B.4.4.1.2.1 Câbles à paire symétrique pour CP à base d'Ethernet

Remplacement des Tableaux 4 et 5:

Des valeurs, fondées sur le modèle des Tableaux 4 et 5 de la CEI 61918 :2010, sont fournies à partir du Tableau B.5 jusqu'au Tableau B.9.

Tableau B.5 – Informations applicables aux câbles en cuivre: câblage fixe

Caractéristique	CP 2/2
Impédance nominale du câble (tolérance)	95 Ω à 110 Ω de 1 MHz à 4 MHz 95 Ω à 107 Ω de 4 MHz à 100 MHz
Facteur d'adaptation (en réflexion) (dB)	1 MHz à 10 MHz: $20 + 6 \times \log_{10}(f)$ 10 MHz à 20 MHz: 26 20 MHz à 100 MHz: $26 - 5 \times \log_{10}(f/20)$
NEXT (paradiaphonie)	$NEXT(f) \geq 64 - 15 \times \log_{10}(f)$
Symétrique ou asymétrique	Symétrique
DCR des conducteurs	Conforme à l'ISO/CEI 11801
DCR du blindage	Conforme à l'ISO/CEI 11801
Nombre de conducteurs	4 ^a et 8 ^a
Blindage	Défini par l'utilisateur
Code de couleur du conducteur	Conforme au Tableau B.10 et au Tableau B.11
Couleur de gaine extérieure exigée	Définie par l'utilisateur
Matériau de gaine extérieure	Défini par l'utilisateur et l'application
Résistance aux environnements sévères (par exemple: UV, résistance à l'huile, LS0H)	Définie par l'utilisateur et l'application
Évaluation par les organismes de certification	Selon la réglementation locale
^a Les conceptions de câbles à quarts en étoile ne sont pas autorisées dans les paires de conducteurs.	

Tableau B.6 – Informations applicables aux câbles en cuivre: cordons

Caractéristique	CP 2/2
Impédance nominale du câble (tolérance)	95 Ω à 110 Ω de 1 MHz à 4 MHz 95 Ω à 107 Ω de 4 MHz à 100 MHz
Facteur d'adaptation (en réflexion) (dB)	1 MHz à 10 MHz: $20 + 6 \times \log_{10}(f)$ 10 MHz à 20 MHz: 26 20 MHz à 100 MHz: $26 - 5 \times \log_{10}(f/20)$
NEXT (paradiaphonie)	$NEXT(f) \geq 64 - 15 \times \log_{10}(f)$
Symétrique ou asymétrique	Symétrique
DCR des conducteurs	Conforme à l'ISO/CEI 11801
DCR du blindage	Conforme à l'ISO/CEI 11801
Nombre de conducteurs	4 ^a et 8 ^a
Longueur	82 m maximum (voir l'Article 4 de la CEI 61918:2010,)
Blindage	Défini par l'utilisateur

Caractéristique	CP 2/2
Code de couleur du conducteur	Conforme au Tableau B.10 et au Tableau B.11
Couleur de gaine extérieure exigée	Définie par l'utilisateur
Matériau de gaine extérieure	Défini par l'utilisateur et l'application
Résistance aux environnements sévères (par exemple: UV, résistance à l'huile, LSOH)	Définie par l'utilisateur et l'application
Évaluation par les organismes de certification	Selon la réglementation locale
^a Les conceptions de câbles à quartes en étoile ne sont pas autorisées dans les paires de conducteurs.	

Modification:

Les performances supplémentaires suivantes sont exigées pour les câbles.

Les câbles doivent être choisis en fonction de leur capacité à prendre en charge le canal et l'équilibre permanent de la liaison comme défini ci-dessous.

Le câble UTP doit être choisi et monté en fonction de sa capacité à satisfaire aux exigences d'affaiblissement de conversion transversale (TCL: Transverse Conversion Loss) et d'affaiblissement de conversion transversale compensée (ELTCTL - Equal Level Transverse Conversion Transfer Loss - écart de perte de transfert de conversion transversale) aux deux extrémités du câblage conformément au Tableau B.7 et au Tableau B.8 ainsi qu'à l'environnement local du câblage.

Tableau B.7 – Limites de TCL pour un câblage à paire torsadée non blindé

Catégorie	Fréquence MHz	TCL minimal dB		
		E1	E2	E3
5e	$1 \leq f \leq 100$	$60 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$70 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$80 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)
6	$1 \leq f \leq 250$	$60 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$70 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$80 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)

Tableau B.8 – Limites de ELTCTL pour un câblage à paire torsadée non blindé

Fréquence MHz	ELTCTL minimal dB		
	E1	E2	E3
$1 \leq f \leq 30$	$30 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$40 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)	$50 - 20 \times \log_{10}(f)$ (max. 45 dB)

Le câble blindé doit être choisi et posé sur la base de son aptitude à satisfaire aux exigences d'affaiblissement de couplage aux deux extrémités du câblage, conformément au Tableau B.9 et à l'environnement local du câblage. L'affaiblissement de couplage (voir Tableau B.9) doit être mesuré conformément à la CEI 61156-5.

Tableau B.9 – Limites d'affaiblissement de couplage pour un câblage à paire torsadée écranté

Fréquence MHz	Minimal dB		
	E1	E2	E3
$30 \leq f \leq 100$	$30 - 20 \times \log_{10} (f/100)$ (max. 45 dB)	$40 - 20 \times \log_{10} (f/100)$ (max. 45 dB)	$50 - 20 \times \log_{10} (f/100)$ (max. 45 dB)

Les codes de couleur pour les câblages à 2 et 4 paires doivent être conformes à l'Annexe D de la CEI 61918:2010. La mise en correspondance des broches de connecteurs doit être conforme à l'Annexe H de la CEI 61918:2010

B.4.4.1.2.2 Câbles en cuivre pour CP non Ethernet

Non applicable.

B.4.4.1.3 Câblage pour installation sans fil

Non applicable.

B.4.4.1.4 Câbles à fibre optique

Remplacement:

Le Tableau B.10 fournit des valeurs fondées sur le modèle du Tableau 6 de la CEI 61918:2010.

Tableau B.10 – Informations applicables aux câbles à fibre optique

Caractéristique	Fibre silice unimodale 9 à 10/125 µm	Fibre silice multimodale 50/125 µm	Fibre silice multimodale 62,5/125 µm	Fibre plastique à saut d'indice 980/1 000 µm	Fibre silice gainée en dur à saut d'indice 200/230 µm
Affaiblissement au km (650 nm)		-	-	18	Ce point appelle un complément d'étude.
Affaiblissement au km (820 nm)		-	-	-	-
Affaiblissement maximal au km (1 310 nm)	1,0 dB	2,0 dB	3,0 dB	-	-
Nombre de fibres optiques	2 minimum	2 minimum	2 minimum	-	-
Type de connecteur (par exemple duplex ou simplex)	Duplex, duplexable, simplex	Duplex, duplexable, simplex	Duplex, duplexable, simplex	-	- a
Couleur de gaine extérieure exigée	Définie par l'utilisateur	Définie par l'utilisateur	Définie par l'utilisateur	-	-
Matériau de gaine extérieure	Défini par l'utilisateur	Défini par l'utilisateur	Défini par l'utilisateur	-	-
Résistance aux environnements sévères (par exemple UV, résistance à l'huile, LS0H)	En fonction de l'application et de l'environnement	En fonction de l'application et de l'environnement	En fonction de l'application et de l'environnement	-	-

Caractéristique	Fibre silice unimodale 9 à 10/125 µm	Fibre silice multimodale 50/125 µm	Fibre silice multimodale 62,5/125 µm	Fibre plastique à saut d'indice 980/1 000 µm	Fibre silice gainée en dur à saut d'indice 200/230 µm
Jarretière (rupture) (O/N)	Oui	Oui	Oui	-	-
Autres caractéristiques ^a					
^a Aucune					

B.4.4.1.5 Câbles en cuivre à paire symétrique et câbles à fibre optique pour usage spécial

B.4.4.1.6 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

B.4.4.1.7 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.4.4.2 Sélection du matériel de connexion

B.4.4.2.1 Descriptif commun

B.4.4.2.2 Matériel de connexion de câblage à paire symétrique pour CP à base d'Ethernet

Remplacement:

Le Tableau B.11 fournit des valeurs fondées sur le modèle du Tableau 7 de la CEI 61918:2010.

Tableau B.11 - Connecteurs de câblage à paire symétrique pour CP à base d'Ethernet

	CEI 60603-7-x ^a		CEI 61076-3-106 ^b		CEI 61076-3-117 ^b	CEI 61076-2-101
	(blindé)	(non blindé)	Variante 1	Variante 6	Variante 14	(M12-4 à codage D)
CP 2/2	CEI 60603-7-3 or CEI 60603-7-5	CEI 60603-7-2 or CEI 60603-7-4	Oui	Non	Non	Oui
^a Pour la CEI 60603-7-x, le choix du connecteur est fondé sur les performances de canal souhaitées.						
^b Boîtiers de protection des connecteurs.						

Addition:

a) Boîtiers de connecteur modulaire à 8 voies étanche EtherNet/IP

Les connecteurs modulaires à 8 voies étanches jouent un rôle important car ils assurent une connexion fiable dans des environnements sévères. EtherNet/IP prend en charge la Variante 1 de la norme internationale CEI 61076-3-106. Ce connecteur est utilisé dans les applications informatiques et de commande. Le planificateur doit consulter la fiche technique du fabricant en ce qui concerne la compatibilité environnementale telle que définie par le concept MICE.

Le Tableau B.12 donne les paramètres du connecteur modulaire à 8 voies utilisé dans les systèmes EtherNet/IP industriels étanches et non étanches.

Tableau B.12 – Paramètres des connecteurs modulaires à 8 voies de systèmes EtherNet/IP industriels

Paramètre	Type	
	Blindé	Non blindé
Conducteurs	8+1 blindage	8
LLCR pendant toute la durée de vie	< 20 mΩ	< 20 mΩ
Initial	< 2,5 mΩ	< 2,5 mΩ
Endurance des contacts	750 insertions et extractions au minimum	750 insertions et extractions au minimum

Les connecteurs modulaires à 8 voies étanches doivent satisfaire à la spécification EtherNet/IP et utiliser la méthode d'encapsulage définie pour la Variante 1 de la CEI 61076-3-106. La Figure B.4 et la Figure B.5 donnent des exemples de boîtiers de connecteurs de la Variante 1.



Figure B.4 – Prise jack & fiche modulaires à 8 voies étanches (boîtier plastique)



Figure B.5 – Prise jack & fiche modulaires à 8 voies étanches (boîtier métallique)

b) Connecteurs tétrapolaires M12 à Codage D

Les connecteurs tétrapolaires M12 à codage D sont étanches, de manière à satisfaire à la spécification IP65/IP67 pour EtherNet/IP, et conçus pour fonctionner dans des environnements sévères conformément à la CEI 61076-2-101.

Les connecteurs tétrapolaires M12 à codage D doivent être utilisés avec des câbles à 2 paires uniquement. S'il est exigé que des applications génériques telles que la voix, la vidéo et les données (Ethernet à 1 Gb/s et 10 Gb/s) soient prises en charge, on doit utiliser des câbles à 4 paires et des connecteurs modulaires à 8 voies ainsi que des composants compatibles.

Pour les règles applicables au câblage à 2 et 4 paires pour un canal donné, voir 4.4.3 de la CEI 61918:2010.

Le Tableau B.13 définit les exigences applicables au contact pour le connecteur M12-4 à codage D de manière à assurer la fiabilité du réseau et la compatibilité des connecteurs.

Tableau B.13 – Paramètres du connecteur M12-4 à codage D en environnement EtherNet/IP Industriel

Paramètre	Type	
	M12 blindé	M12 non blindé
Conducteurs	4+1 blindage	4
LLCR pendant toute la durée de vie	Maximale: 5 mΩ	Maximale: 5 mΩ
LLCR initiale	Nominale: < 1 mΩ	Nominale: < 1 mΩ
Valeur assignée de contact	3 A minimum	3 A minimum
Placage des contacts	0,762 µm d'or sur 1,27 µm de nickel ou 0,127 µm minimum d'or sur 0,508 µm de palladium-nickel sur 1,27 µm de nickel. L'or doit être d'au minimum 24 carats.	0,762 µm d'or sur 1,27 µm de nickel ou 0,127 µm minimum d'or sur 0,508 µm de palladium-nickel sur 1,27 µm de nickel. L'or doit être d'au minimum 24 carats.
Endurance des contacts	750 insertions-extractions	750 insertions-extractions

La Figure B.6 illustre un exemple de connecteur M12-4 à codage D en boîtier métallique

Figure B.6 – Connecteurs M12-4

Les instructions de montage du fabricant doivent être respectées afin de réduire tout risque de défaillance ou de dégradation des performances.

B.4.4.2.3 Matériel de connexion de câblage en cuivre pour CP non Ethernet

Non applicable.

B.4.4.2.4 Matériel de connexion pour installation sans fil

Non applicable.

B.4.4.2.5 Matériel de connexion de câblage à fibre optique

Remplacement:

Le Tableau B.14 fournit des valeurs fondées sur le modèle du Tableau 9 de la CEI 61918:2010.

Tableau B.14 – Matériel de connexion de câblage à fibre optique

	CEI 61754-2	CEI 61754-4	CEI 61754-24	CEI 61754-20	CEI 61754-22	Autres
	BFOC/2,5	SC	SC-RJ	LC	F-SMA	Circulaire M12
CP 2/2	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui

NOTE Les interfaces mécaniques de connecteurs à fibre optique sont définies dans la série de normes CEI 61754; les spécifications de performances des connecteurs à fibre optique montés sur des types de fibres spécifiques sont décrites dans la série de normes CEI 61753.

Addition:

La plupart des bagues sont en céramique, mais certaines sont en métal ou en plastique. Il est recommandé d'utiliser des bagues en céramique ou en plastique afin de réduire le risque de bruit de couplage.

Connecteur de type LC

Le type LC est un connecteur à faible facteur de forme qui utilise une bague en plastique ou en céramique de 1,25 mm de diamètre. Il est disponible en configuration simplex ou duplex (voir la Figure B.7 et la Figure B.8). Le connecteur LC est disponible dans un boîtier étanche conforme à la Variante 1 de la CEI 61076-3-106 et à la spécification EtherNet/IP comme illustré en Figure B.9. Le type LC doit satisfaire aux exigences de la CEI 61754-20.

Figure B.7 – Connecteur LC simplex



Figure B.8 – Connecteur LC duplex



Figure B.9 – Connecteur LC duplex étanche, IP65/IP67

Remplacement: Le Tableau B.15 fournit des valeurs fondées sur le modèle du Tableau 10 de la CEI 61918:2010, modifié en fonction de la situation.

Tableau B.15 – Rapport entre le FOC et les types de fibres (CP2/2)

Type de connecteur	Type de fibre					
	9/125 μm	50/125 μm	62,5/125 μm	Fibre plastique 1 mm	200/230 μm Saut d'indice Silice gainée en dur	Autres
SC	Oui	Oui	Oui	Oui	oui	
ST	Oui	Oui	Oui	Oui	oui	
LC	Oui	Oui	Oui	Non	non	
SC-RJ	Oui	Oui	Oui	Oui	non	
Circulaire M12	Non	Oui	Oui	Non	non	

Tous les connecteurs doivent satisfaire aux exigences d'affaiblissement d'insertion comme présenté dans le Tableau B.16.

Tableau B.16 – Affaiblissement d'insertion des connecteurs

Type de connecteur	Affaiblissement d'insertion	Facteur d'adaptation
SC, ST, SC-RJ et LC, Circulaire M12	0,75 dB maximum	Unimodale: 26 dB minimum Multimodale: 20 dB minimum
SC-RJ	2,0 maximum (Fibre plastique)	Multimodale à saut d'indice: 20 dB minimum

Le montage des connecteurs de fibre est spécifique à chaque fabricant et nécessite les outils de montage du fabricant. Veuillez consulter chaque fabricant particulier pour ce qui concerne les outils et méthodes de montage du connecteur.

B.4.4.2.6 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

B.4.4.2.7 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.4.4.3 Connexions dans un canal/liaison permanente

B.4.4.3.1 Descriptif commun

B.4.4.3.2 Connexions et épissures de câbles à paire symétrique pour CP à base d'Ethernet

B.4.4.3.2.1 Descriptif commun

Addition:

Le nombre de connexions accouplées admis dans un canal donné est déterminé par les performances de canal requises (catégorie) et par le niveau de performance des composants choisis, comme décrit dans l'Annexe J de la CEI 61918:2010.

D'autres configurations doivent être utilisées après essai sur le terrain pour garantir des performances appropriées.

B.4.4.3.2.2 Distance minimale entre connexions

Addition:

Il n'y a aucune distance minimale entre connexions ou prises jack montées en opposition.

B.4.4.3.2.3 Épaisseurs de câblage à paire symétrique**B.4.4.3.2.4 Traversées de cloison pour câblage à paire symétrique**

Remplacement:

Voir l'Annexe J de la CEI 61918:2010 en ce qui concerne les exigences de performance des connecteurs (traversées) de cloison.

Le concepteur doit être conscient de la présence de traversées de cloison métalliques qui raccordent le câblage au niveau des parois de l'enceinte. Elles peuvent constituer une boucle à la terre qui pourrait interrompre les communications. Lorsqu'une boucle à la terre est formée, un conducteur d'égalisation séparé doit être monté pour créer un potentiel égal entre les deux points. Une autre méthode consisterait à isoler la traversée de cloison au moyen d'un isolant entre la traversée de cloison et la paroi de l'enceinte.

Les connecteurs de traversées de cloison permettent de concevoir et de construire des systèmes à configuration modulaire. Il convient de prendre en compte cette méthode en fonction des préférences de conception et des services de l'utilisateur. La modularité assure un déploiement rapide et une plus grande facilité d'entretien.

Lorsque les connecteurs de cloison sont utilisés, ils doivent être pris en compte dans le nombre de connexions au sein d'un canal. Voir l'Annexe J de la CEI 61918:2010 pour déterminer le nombre de connexions admis dans un canal donné.

La Figure B.10 donne un exemple de connecteurs M12-4 à codage D de traversée de cloison dans un système EtherNet/IP.



Figure B.10 – Traversée de cloison modulaire M12 de 4 à 8 voies

Voir la fiche technique du fabricant pour les dimensions de découpe des orifices de montage. Tenir compte des épaisseurs minimale et maximale de paroi de l'enceinte pour le choix d'un connecteur de cloison. En outre, tenir compte des aspects de mise à la terre lorsqu'un câblage blindé est utilisé avec des connecteurs de cloison qui assurent localement une connexion à la terre pour la cloison. Des boucles à la terre peuvent se former dans le système de câblage en cas de mise à la terre du blindage d'un système donné.

B.4.4.3.2.5 Adaptateurs J-J de câblage à paire symétrique

Remplacement du premier alinéa:

Voir l'Annexe J de la CEI 61918:2010 en ce qui concerne les exigences de performance des adaptateurs J-J.

B.4.4.3.3 Connexions et épissures de câbles en cuivre pour CP non Ethernet

Non applicable.

B.4.4.3.4 Connexions et épissures de câbles à fibre optique pour CP à base d'Ethernet

B.4.4.3.4.1 Descriptif commun

B.4.4.3.4.2 Épissures de fibre optique

B.4.4.3.4.3 Adaptateurs J-J pour fibres optiques (coupleurs optiques)

Addition:

Il convient que le câble à fibre optique soit suffisamment long pour l'installation prévue. Il convient d'éviter les épissures.

B.4.4.3.5 Connexions et épissures de câbles à fibre optique pour CP non Ethernet

Non applicable.

B.4.4.3.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.4.4.4 Terminateurs

Non applicable.

B.4.4.5 Emplacement et connexion des dispositifs

B.4.4.5.1 Descriptif commun

B.4.4.5.2 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

Les dispositifs doivent être installés conformément aux éléments suivants:

- la documentation du fabricant;
- la documentation du planificateur;
- le cheminement des câbles.

B.4.4.5.3 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

B.4.4.5.4 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.4.4.6 Codage et étiquetage

B.4.4.7 Mise à la terre et équipotentialité des équipements et dispositifs et câblage blindé

B.4.4.7.1 Descriptif commun

B.4.4.7.2 Liaison équipotentielle et mise à la terre des enceintes et chemins de câbles

B.4.4.7.2.1 Dimensionnement et longueur du conducteur d'égalisation et de terre

Addition:

Si le bâtiment ne dispose pas d'un système approprié de mise à la terre de protection équipotentielle, on doit utiliser la méthode de mise à la terre en étoile afin de pallier les éventuels décalages du potentiel de terre dans la zone de couverture du réseau de communication.

B.4.4.7.2.2 Conducteurs d'équipotentialité et dimensionnement

Modification:

Il convient que les conducteurs d'équipotentialité soient de préférence réalisés en cuivre. L'aluminium et l'acier ne sont pas recommandés pour les conducteurs d'équipotentialité de communication.

Les barres à bus doivent être en cuivre. Il est admis d'utiliser une protection contre la corrosion par étamage ou zingage. L'épaisseur minimale du placage doit être telle qu'indiquée au Tableau 15 de la CEI:61918:2010.

B.4.4.7.3 Méthodes de mise à la terre

B.4.4.7.3.1 Maillage, équipotentiel

B.4.4.7.3.2 Étoile

B.4.4.7.3.3 Mise à la terre des équipements (dispositifs)

Remplacement:

Les équipements doivent être reliés à la terre conformément aux instructions d'installation du fabricant.

B.4.4.7.3.4 Installation de barres à bus en cuivre

Addition:

Il peut être nécessaire, dans certains cas, d'installer des barres à bus en cuivre selon le système de mise à la terre en étoile. Des isolants peuvent ainsi être nécessaires pour isoler la barre à bus de la terre de l'enceinte ou du bâtiment. Lorsqu'il est nécessaire d'isoler la barre à bus en cuivre, la résistance en courant continu à la terre locale doit être d'au minimum 2 MΩ. L'éventuel placage de la barre à bus doit être conforme au Tableau 15 de la CEI 61918:2010.

La surface des barres à bus doit être préparée conformément au 5.7.2.3 de la CEI 61918:2010. Le dimensionnement du conducteur doit être conforme au 4.4.7.2 de la CEI 61918:2010.

B.4.4.7.4 Mise à la terre du blindage

B.4.4.7.4.1 RC parallèle ou sans mise à la terre

Non applicable.

B.4.4.7.4.2 Directe

Non applicable.

B.4.4.7.4.3 Dérivées de RC parallèle et directe

Addition:

EtherNet/IP exige que le blindage du câble de communication soit mis à la terre par une RC parallèle à une extrémité du canal et directement mis à la terre à l'autre extrémité (voir la Figure 36 de la CEI 61918:2010). En général, le blindage du câble de communication est directement mis à la terre au niveau du commutateur. Si le dispositif ne prévoit pas une RC parallèle entre l'enveloppe du connecteur et la terre, le blindage du câble de communication ne doit pas comporter de terminaison au niveau de la fiche de connexion. Si cela n'est pas réalisable, des mesures appropriées doivent être prises pour assurer l'égalisation d'un éventuel décalage du potentiel de terre.

B.4.4.7.5 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

B.4.4.7.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.4.4.8 Stockage et transport des câbles

B.4.4.9 Cheminement des câbles

B.4.4.9.1 Descriptif commun

B.4.4.9.2 Cheminement des câbles des ensembles

B.4.4.9.3 Exigences détaillées pour le cheminement des câbles à l'intérieur des enceintes

Addition:

Pour assurer la protection contre le bruit de couplage entre conducteurs, on doit se conformer, lors de l'acheminement des conducteurs et des câbles (tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'enceinte) aux exigences générales définies dans le Tableau 17 de la CEI 61918:2010. L'espacement indiqué dans ces exigences générales doit être utilisé, à l'exception des éléments suivants:

- lorsque les points de connexion (pour les conducteurs de catégories CEM différentes) sur un dispositif donné sont plus rapprochés que l'espacement indiqué;
- lorsqu'il est utilisé des configurations spécifiques d'une application donnée dont l'espacement est décrit dans une publication correspondant à cette application spécifique.

Ces règles concernent uniquement l'immunité au bruit. Toute réglementation locale concernant les exigences de sécurité doit être respectée.

B.4.4.9.4 Cheminement des câbles à l'intérieur des bâtiments

B.4.4.9.4.1 À l'extérieur des enceintes

Les câbles déroulés à l'extérieur des enceintes de protection peuvent être acheminés le long d'autres conducteurs et circuits. Pour réduire la diaphonie induite par des câbles avoisinants, il est recommandé de maintenir une distance de séparation maximale entre les câbles Ethernet/IP et d'autres conducteurs de bruit potentiels. L'amplitude de la tension de bruit de couplage augmente en fonction de la distance sur laquelle les deux câbles sont acheminés à proximité l'un de l'autre. Une grande partie du bruit de couplage apparaîtra sur les 3 premiers mètres.

Pour ce qui concerne les basses tensions, les câbles EtherNet/IP doivent être acheminés conformément aux règles définies dans le Tableau 17 de la CEI 61918:2010.

B.4.4.9.4.2 Chemins de câbles

Pour ce qui concerne le regroupement de câbles, consulter la réglementation locale et nationale. Les câbles Ethernet doivent être posés conformément aux limites minimales définies en 4.4.9.3 et 4.4.9.4 de la CEI 61918:2010.

B.4.4.9.5 Cheminement des câbles à l'extérieur des bâtiments

B.4.4.9.6 Installation de câbles de communication redondants

B.4.4.10 Séparation des circuits

B.4.4.11 Protection mécanique des composants de câblage

B.4.4.11.1 Descriptif commun

Addition:

Les enceintes de communication peuvent quelquefois être situées à proximité de la zone de travail et dans des conditions sévères. L'entrée et la sortie de ces enceintes, par des ouvertures pratiquées sur le côté, à l'arrière, en bas ou au sommet, ou encore par une porte, peuvent nécessiter un adaptateur assurant la transition entre l'intérieur sec et propre de l'enceinte et l'extérieur qui peut être éventuellement humide ou sale; c'est-à-dire, le passage d'un environnement MICE donné à un autre environnement MICE. Le connecteur doit être placé de manière à réduire les expositions aux liquides et poussières ainsi qu'aux dommages mécaniques et aux vibrations. Des connecteurs de cloison ou des presse-garnitures doivent être utilisés lorsque les câbles pénètrent dans les enceintes ou en sortent, de manière à maintenir l'intégrité de l'étanchéité de l'enceinte. Les connecteurs étanches IP65/IP67 définis dans le présent profil d'installation doivent être utilisés pour des assemblages de traversées de cloison.

B.4.4.11.2 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

B.4.4.11.3 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.4.4.12 Installation dans des zones spéciales

B.4.4.12.1 Descriptif commun**B.4.4.12.2 Exigences spécifiques aux CP**

Addition:

Lorsque des câbles sont posés à proximité d'équipements de soudure, ils doivent disposer de gaines protégées contre les éclaboussures de soudure ou d'un couvercle de protection. Les câbles posés sur des machines mobiles doivent utiliser les modèles de câbles souples qui sont en adéquation avec les exigences de flexion de l'application.

Les câbles posés dans les zones où il y a présence de liquides et de produits chimiques doivent disposer de gaines appropriées afin de protéger les composants du câblage.

Les câbles posés dans des environnements où il existe un rayonnement UV élevé doivent être construits dans des matériaux assurant la protection nécessaire.

B.4.4.12.3 Exigences spécifiques aux CP**B.4.4.12.4 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702**

Non applicable.

B.4.5 Documentation de planification du câblage**B.4.6 Vérification de la spécification de planification du câblage****B.5 Mise en œuvre de l'installation****B.5.1 Exigences générales**

Addition:

Il convient que l'installateur soit correctement formé et certifié en matière de pratique d'installation de câblage générique.

B.5.1.1 Descriptif commun**B.5.1.2 Installation des CP****B.5.1.3 Installation d'un câblage générique dans des locaux industriels****B.5.2 Pose des câbles****B.5.2.1 Exigences générales pour tous types de câbles****B.5.2.1.1 Stockage et installation****B.5.2.1.2 Protection des câbles de communication contre d'éventuels dommages mécaniques**

Remplacement:

Des valeurs, fondées sur le modèle des Tableaux 18, 19 et 20 de la CEI 61918 :2010, sont fournies dans le Tableau B.17, le Tableau B.18 et le Tableau B.19.

Tableau B.17 – Paramètres pour des câbles à paire symétrique

Caractéristique		Valeur
Effort mécanique	Rayon minimal de courbure, une seule courbure (mm)	25 à -20 °C
	Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)	Spécifié par l'utilisateur
	Efforts de traction (N)	110
	Efforts de traction continue (N)	n/a
	Forces latérales maximales (N)	400
	Plage de température au cours de l'installation (°C)	Spécifiée par le fournisseur

Tableau B.18 – Paramètres pour des câbles en fibre de silice

Caractéristique		Valeur
Effort mécanique	Rayon minimal de courbure, une seule courbure (mm)	Spécifié par le fournisseur
	Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)	Spécifié par le fournisseur
	Efforts de traction (N)	Spécifiés par le fournisseur
	Efforts de traction continue (N)	Spécifiés par le fournisseur
	Forces latérales maximales (N/cm)	Spécifiées par le fournisseur
	Plage de température au cours de l'installation (°C)	Spécifiée par le fournisseur

Tableau B.19 – Paramètres pour des câbles en fibre plastique

Caractéristique		Valeur
Effort mécanique	Rayon minimal de courbure, une seule courbure (mm)	Spécifié par le fournisseur
	Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)	Spécifié par le fournisseur
	Efforts de traction (N)	Spécifiés par le fournisseur
	Efforts de traction continue (N)	Spécifiés par le fournisseur
	Forces latérales maximales (N/cm)	Spécifiées par le fournisseur
	Plage de température au cours de l'installation (°C)	Spécifiée par le fournisseur

B.5.2.2 Installation et cheminement

B.5.2.3 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

B.5.2.4 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

B.5.2.5 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.5.3 Montage des connecteurs

B.5.3.1 Descriptif commun

Addition:

Tous les connecteurs modulaires à 8 voies ne conviennent pas à des environnements sévères tels que classés par le concept MICE. Le connecteur modulaire à 8 voies doit être soigneusement sélectionné pour l'environnement prévu. Le planificateur doit spécifier des connecteurs respectant les exigences de B.4 et de l'Article 4 de la CEI 61918:2010, ainsi que l'environnement tel que défini par le concept MICE.

Les boîtiers de connecteurs de la Figure B.11 et de la Figure B.12 sont des exemples de boîtiers EtherNet/IP conformes au B.4.4.2.2. Le planificateur doit indiquer dans la documentation de conception le matériau (plastique ou métal) correct du boîtier pour l'application.



Figure B.11 – Prise jack & fiche modulaires à 8 voies étanches (boîtier plastique)



Figure B.12 – Prise jack & fiche modulaires à 8 voies étanches (boîtier métallique)

La spécification EtherNet/IP prévoit l'utilisation de petits connecteurs étanches, tels que le connecteur M12-4 à codage D illustré en Figure B.13.



Figure B.13 – Connecteurs M12-4

On doit déterminer la norme de câblage de connecteur à utiliser.

De nos jours, deux méthodes de câblage de connecteurs modulaires à 8 voies sont utilisées. Les paires 2 et 3 sont permutées en fonction de la norme de câblage utilisée: T568A ou T568B (voir la Figure H.2 de la CEI 61918: 2010).

La norme T568A doit être utilisée pour des applications génériques qui nécessitent des systèmes téléphoniques à 2 paires. Si un système téléphonique à 2 paires n'est pas nécessaire, n'importe lequel des systèmes de câblage (T568A ou T568B) est acceptable. Voir la Figure H.2 de la CEI 61918: 2010 pour la méthode de câblage. Le schéma de câblage sélectionné doit être utilisé sur l'ensemble de la liaison et/ou du canal.

B.5.3.2 Connecteurs blindés

B.5.3.3 Connecteurs non blindés

B.5.3.4 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

Voir la fiche technique du fabricant pour les instructions de montage du boîtier de connecteur RJ-45 étanche.

B.5.3.5 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

B.5.3.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.5.4 Montage des terminateurs

Non applicable.

B.5.5 Montage des dispositifs

B.5.6 Codage et étiquetage

B.5.7 Mise à la terre et équipotentialité des équipements et dispositifs et câblage blindé

B.5.7.1 Descriptif commun

B.5.7.2 Liaison équipotentielle et mise à la terre des enceintes et chemins de câbles

B.5.7.3 Méthodes de mise à la terre

B.5.7.3.1 Maillage équipotentiel

Addition:

La méthode de mise à la terre doit être conforme à la documentation du planificateur. Des conducteurs d'égalisation doivent être installés pour remédier à un éventuel décalage du potentiel de terre dans la zone de couverture du réseau de communication. L'aire de la section de ces conducteurs doit être conforme au Tableau 13 donné en 4.4.7.2.1 de la CEI 61918:2010.

B.5.7.3.2 Étoile

Les connexions à la terre des armoires ne doivent pas s'enchaîner en cascade.

B.5.7.3.3 Mise à la terre des équipements (dispositifs)

Remplacement:

Les équipements doivent être reliés à la terre conformément aux instructions d'installation du fabricant et à la documentation du planificateur.

B.5.7.4 Méthodes de mise à la terre du blindage

B.5.7.4.1 Généralités

B.5.7.4.2 RC parallèle

Non applicable.

B.5.7.4.3 Directe

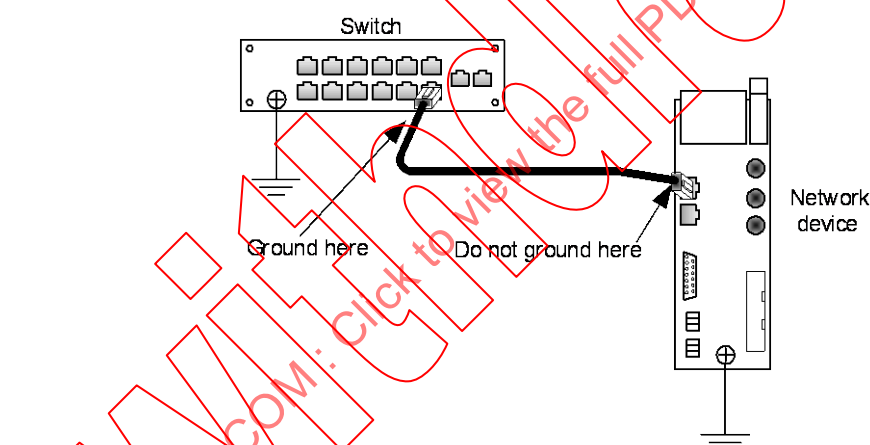
Non applicable.

B.5.7.4.4 Dérivées de RC parallèle et directe

Modification:

La Figure B.14 et la Figure B.15 s'appliquent uniquement si le commutateur et le dispositif sont tous deux directement mis à la terre. Dans ce cas, voir la Figure B.15 pour les instructions relatives à la composition du câblage. EtherNet/IP exige que les dispositifs actifs disposent d'une terminaison RC parallèle pour le blindage du câble de communication intégré au dispositif. Par conséquent, la Figure 37 de la CEI 61918:2010 s'applique.

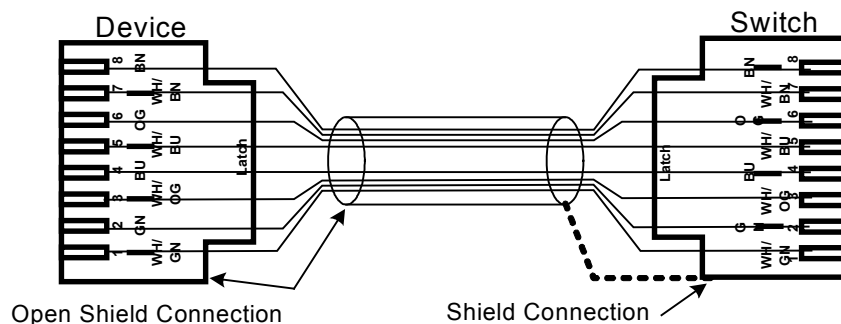
Le commutateur assure une connexion directe à la terre fonctionnelle ou à la terre de protection comme illustré en Figure B.14.



Légende

Anglais	Français
Switch	Commutateur
Ground here	Mettre à la terre ici
Do not ground here	Ne pas mettre à la terre ici
Network device	Dispositif du réseau

Figure B.14 – Mise à la terre du blindage du câble



Légende

Anglais	Français
Device	Dispositif
Switch	Commutateur
Open Shield Connection	Connexion à blindage ouvert
Shield Connection	Connexion du blindage

Figure B.15 --Exemple de blindage ouvert

Addition:

Si le dispositif actif est un équipement autre qu'un commutateur (ou un concentrateur) et qu'il dispose d'une faible résistance de courant continu (moins de 500 kΩ) par rapport à la terre au niveau de la prise jack, on doit utiliser un conducteur shunt d'égalisation pour pallier les décalages de tension à la terre entre les deux points d'extrémité (voir la Figure 35 de la CEI 61918:2010). Le dimensionnement du conducteur doit être conforme au Tableau 14 de la CEI 61918:2010.

B.5.7.5 Exigences spécifiques aux CP

Non applicable.

B.5.7.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.5.8 Documentation du câblage après mise en œuvre

B.6 Vérification de l'installation et essai de réception de l'installation

B.6.1 Introduction

B.6.2 Vérification de l'installation

B.6.2.1 Généralités

Addition:

Les paramètres supplémentaires suivants doivent être vérifiés:

- longueur sous gaine;
- blindages flottants ou non flottants (le blindage peut être intentionnellement ouvert à une extrémité (voir la Figure B.15);
- plissements du câble;

- rupture, abrasion ou brûlure de la gaine;
- rayon de courbure;
- présence de capuchons anti-poussière pour câblage connectorisé;
- étiquetage conforme à la documentation de conception (prises et câbles);
- cheminement des câbles compte tenu des autres circuits CEM 1, 2 et 3.

B.6.2.2 Vérification en fonction de la documentation de planification du câblage**B.6.2.3 Vérification de la mise à la terre et de l'équipotentialité****B.6.2.4 Vérification de mise à la terre du blindage****B.6.2.5 Vérification du système de câblage****B.6.2.5.1 Vérification du cheminement des câbles**

Addition:

- a) La longueur du canal/liaison permanente est la somme des longueurs des câbles horizontaux fixes et des cordons entre les deux points d'extrémité. La longueur du canal/liaison permanente peut être déterminée en mesurant physiquement la(es) longueur(s) de câble(s), ces longueurs étant, le cas échéant, marquées sur le ou les câbles.
- b) La longueur de la liaison permanente ne doit pas être supérieure à 90 m (295 pieds). Les cordons des équipements d'essai ne sont pas pris en compte dans le modèle de liaison permanente. La longueur du canal ne doit pas être supérieure à 100 m (328 pieds), y compris les cordons des équipements et les cordons de brassage. Si le canal ou la liaison permanente a été déclassé(e) du fait de la température ou de l'affaiblissement dû au câble, la longueur totale du canal est inférieure à 100 m (328 pieds) et celle de la liaison permanente sera inférieure à 90 m (295 pieds). Voir les tables de déclassement dans les Tableaux 11 et 12 de la CEI 61918:2010.

B.6.2.5.2 Vérification de la protection des câbles et de la détente des contraintes**B.6.2.6 Vérification du type de câble sélectionné****B.6.2.6.1 Descriptif commun****B.6.2.6.2 Exigences spécifiques aux CP**

Non applicable.

B.6.2.6.3 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

B.6.2.7 Vérification des connecteurs**B.6.2.7.1 Descriptif commun****B.6.2.7.2 Exigences spécifiques aux CP**

Non applicable.

B.6.2.7.3 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

B.6.2.8 Vérification des connexions

B.6.2.9 Vérification des terminateurs

Non applicable.

B.6.2.10 Vérification du codage et de l'étiquetage

B.6.2.10.1 Descriptif commun

B.6.2.10.2 Exigences spécifiques de vérification du codage et de l'étiquetage

Non applicable.

B.6.2.11 Rapport de vérification

B.6.3 Essai de réception de l'installation

B.6.3.1 Généralités

B.6.3.2 Essai de réception du câblage Ethernet

B.6.3.2.1 Validation du câblage à paire symétrique pour CP à base d'Ethernet

B.6.3.2.1.1 Descriptif commun

Addition:

Les essais de réception doivent couvrir les aspects suivants du réseau:

- Les attributs d'installation physique qui risquent d'affecter la durée de vie de l'installation, tels que:
 - l'emplacement du câblage par rapport au bruit électrique et aux conditions environnementales,
 - la mise à la terre des dispositifs et des équipements lorsqu'elle est spécifiée,
 - les passe-fils,
 - les rayons de courbure,
 - les supports de câbles (porte-câbles),
 - la charge et l'écrasement des câbles,
 - les supports appropriés, adaptés à l'environnement.
- Les performances électriques adaptées aux besoins de l'application, telles que:
 - les longueurs électriques et physiques des canaux et des liaisons permanentes,
 - les mesures de la fréquence balayée, comme décrit plus loin dans le présent article.

Les essais de performance électrique doivent être réalisés sur le canal, sur la liaison permanente ou sur les deux à la fois.

B.6.3.2.1.2 Paramètres d'essai des performances de transmission

Addition:

Les outils d'essai du réseau nécessaires à la certification sont en général plus complexes que les outils "tout ou rien" utilisés en vérification. Ces outils sont exigés pour effectuer des mesures en c.c. et en balayage de fréquence au niveau des extrémités locales et des extrémités distantes d'un canal ou d'une liaison permanente. Il existe dans le commerce de nombreux outils d'essai qui disposent de différents niveaux de précision. Les outils d'essai sur site doivent être de niveau IIe ou supérieur et il est hautement recommandé d'utiliser un

dispositif d'essai de niveau III ou IV pour la certification du réseau. Par ailleurs, le temps d'essai et la gamme de fréquences utilisés sont également des variables importantes. Par exemple, il est admis que les dispositifs d'essai prennent 5 s à 20 s par canal ou liaison permanente. En outre, ils peuvent uniquement vérifier des canaux/liaisons permanentes de catégorie 5E. L'outil d'essai nécessite généralement des têtes d'essai séparées pour vérifier les canaux, les liaisons permanentes et les cordons de brassage. Il est important de disposer d'un système d'essai capable de couvrir tous les composants et pièces d'un canal, y compris les cordons de brassage. Des outils supplémentaires bien utiles pour le processus de certification sont une caméra numérique, un multimètre numérique de l'ordre du millièème d'ohm, des outils à main et des logiciels de génération de rapports. Le certificateur est supposé pouvoir accéder à un ordinateur et à la documentation de conception.

L'outil d'essai doit pouvoir valider des câblages à 2 et 4 paires.

B.6.3.2.1.3 Exigences spécifiques pour CP à base d'Ethernet

Non applicable.

B.6.3.2.2 Validation de câblage à fibre optique pour CP à base d'Ethernet

B.6.3.2.3 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

B.6.3.3 Essai de réception du câblage non Ethernet

Non applicable.

B.6.3.4 Exigences spécifiques pour une installation sans fil

Non applicable.

B.6.3.5 Rapport d'essai de réception

B.7 Administration de l'installation

Le paragraphe 7.8 n'est pas applicable.

B.8 Maintenance de l'installation et recherche de pannes

Le paragraphe 8.4 n'est pas applicable.

Annexe C (normative)

Profil d'installation spécifique CP 2/3 (DeviceNet™)

C.1 Champ d'application du profil d'installation

Addition:

La présente norme définit le profil d'installation du profil de communication CP 2/3 (DeviceNet). Le CP 2/3 est défini dans la CEI 61784-1.

C.2 Références normatives

Addition:

CEI 60947-5-2:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 5-2: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Détecteurs de proximité*

ISO 11898-1, *Véhicules routiers – Gestionnaire de réseau de communication (CAN) – Partie 1: Couche liaison de données et signalisation physique*

ISO 11898-2, *Véhicules routiers – Gestionnaire de réseau de communication (CAN) – Partie 2: Unité d'accès au support à haute vitesse*

C.3 Termes, définitions et abréviations utilisés pour le profil d'installation

C.3.1 Termes et définitions

C.3.2 Abréviations

Addition:

CAN	Gestionnaire de réseau de communication (Controller Area Network)	(ISO 11898)
CL2/CL3	Circuits à puissance limitée de classe 2/3	
DVM	Voltmètre numérique	
TBTP	Très Basse Tension de Protection	
RF	Fréquence radioélectrique	
TBTS	Très Basse Tension de Sécurité	
UL	Underwriters Laboratories	

C.3.3 Conventions utilisées pour les profils d'installation

Non applicable.

C.4 Planification de l'installation

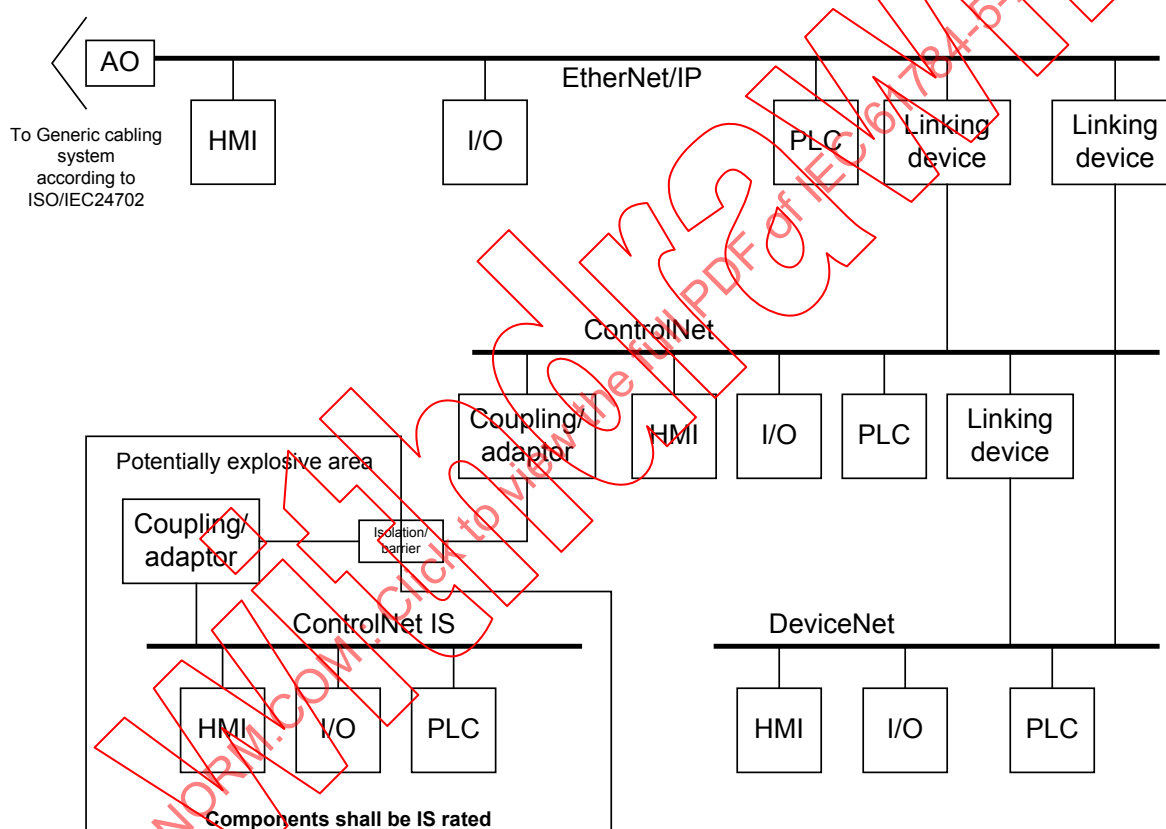
C.4.1 Introduction

C.4.1.1 Objectif

C.4.1.2 Câblage de locaux industriels

Addition:

DeviceNet est un réseau de bus de terrain dont la connectivité au système de câblage générique est réalisée par l'intermédiaire d'interfaces de bus de terrain, soit directement, soit par le biais d'EtherNet/IP qui se connecte directement au système de câblage générique par le biais d'interfaces appropriées de sécurité réseau. La Figure C.1 illustre les relations entre réseaux CPF 2 et leur interconnectivité.

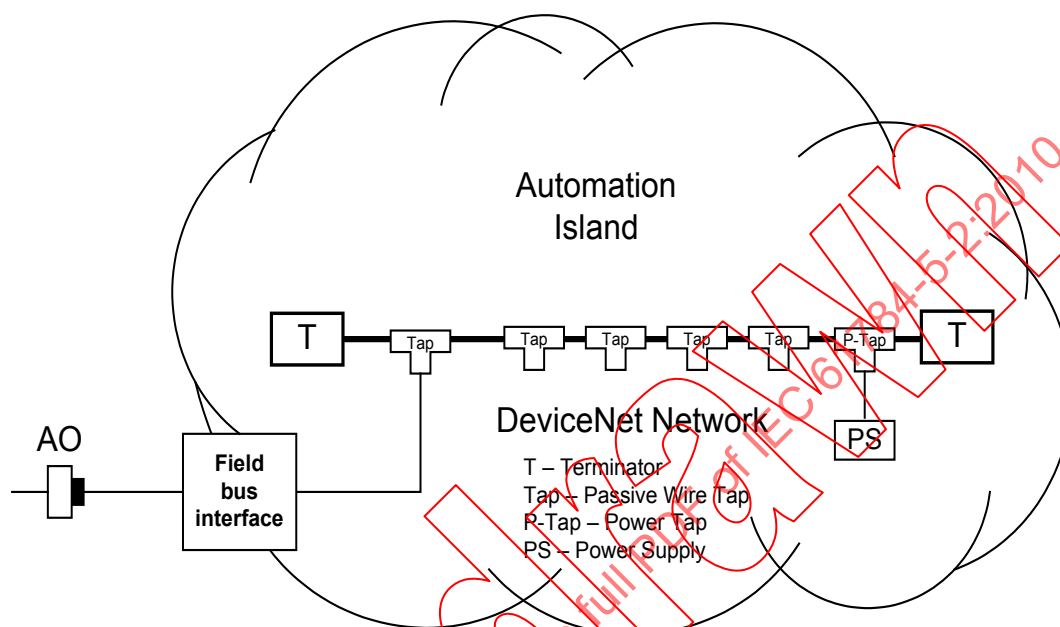


Légende

Anglais	Français
AO	AO (prise d'automatisation)
To generic cabling system according to ISO/IEC 24702	Vers système de câblage générique selon ISO/CEI 24702
HMI	IHM
I/O	E/S
Linking device	Dispositif de liaison
Coupling/adaptor	Adaptateur d'accouplement
Potentially explosive area	Zone à atmosphère explosible
Isolation / barrier	Isolation /barrière
ControlNet IS	SI ControlNet
Components shall be IS rated	Les composants doivent être de SI

Figure C.1 – Interconnexion de réseaux CPF 2

DeviceNet est une topologie linéaire à bus alimenté passive comportant 4 à 5 conducteurs. Les dispositifs sont en général alimentés par le réseau ou, en option, auto-alimentés par une alimentation directement connectée au dispositif ou interne au dispositif. Cette topologie prend également en charge des dispositifs actifs (ponts) permettant d'étendre la ligne principale et de se connecter à d'autres réseaux semblables et dissemblables (voir Figure C.2).



Légende

Anglais	Français
Automation island	îlot d'automatisation
AO	AO (prise d'automatisation)
Field bus interface	Interface de bus de terrain
Tap	Prise
P-tap	Prise P
DeviceNet Network	Réseau DeviceNet
T - Terminator	T - Termineur
Tap - Passive wire tap	Prise - Prise à conducteurs passifs
P-Tap – Power tap	Prise P – Prise d'alimentation
PS – Power supply	PS – Alimentation

Figure C.2 – Connexion au câblage générique

C.4.2 Exigences de planification

C.4.2.1 Sécurité

C.4.2.1.1 Généralités

C.4.2.1.2 Sécurité électrique

C.4.2.1.2.1 Exigence 1 (BT)

Addition:

La configuration du réseau de distribution basse tension doit satisfaire à la réglementation locale, nationale ou internationale applicable. Dans certains cas et dans certaines zones géographiques, une mise à la terre et une liaison équipotentielle supplémentaires sont nécessaires pour maîtriser les courants de bruit et fournir une terre fonctionnelle à faible bruit aux dispositifs de communication à faible niveau de bruit. Les méthodes correspondantes sont décrites en 4.4.7 de la CEI 61918:2010 et en C.4.4.7.3 de la présente norme.

Ce réseau utilise une RC parallèle entre le blindage du câble de communication et la terre. Les blindages sont référencés à la terre en un seul point du système. L'utilisation de plusieurs points de mise à la terre peut entraîner des courants de boucle à la terre dans les blindages du câble et générer des taux d'erreurs élevés sur le réseau.

Si une mise à la terre multiple est exigée par la réglementation locale, il est recommandé d'utiliser une méthode de mise à la terre de protection équipotentielle.

C.4.2.1.2.2 Exigence 2 (Protection par très basse tension: TBTS et TBTP)

Addition:

Les alimentations 24 V utilisées doivent satisfaire aux exigences TBTS/TBTP. Aux États-Unis, l'alimentation doit être limitée à 8 A. Pour le type de câblage CL2 de l'UL, le courant d'alimentation doit avoir un régime assigné de plaque de ≤ 100 VA. Pour plus d'informations relatives aux alimentations, voir C.4.3.2.5.

C.4.2.1.3 Sécurité fonctionnelle

C.4.2.1.4 Sécurité intrinsèque

Non applicable.

C.4.2.1.5 Sécurité des systèmes de communication par fibres optiques (OFCS)

Non applicable.

C.4.2.2 Sécurité

C.4.2.3 Considérations relatives à l'environnement et CEM

C.4.2.4 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

C.4.3 Capacités du réseau

C.4.3.1 Topologie du réseau

C.4.3.1.1 Descriptif commun

C.4.3.1.2 Topologies physiques de base des réseaux passifs

Modification:

DeviceNet prend en charge les configurations de bus et de lignes de dérivation de bus complexes (voir Figure C.3). Il n'est pas recommandé d'utiliser une topologie purement en étoile car il n'y a pas d'extrémité de ligne principale définie pour la mise en place des terminateurs.

C.4.3.1.3 Topologies physiques de base des réseaux actifs

Modification:

DeviceNet ne prend pas en charge les topologies en anneau et en étoile actives.

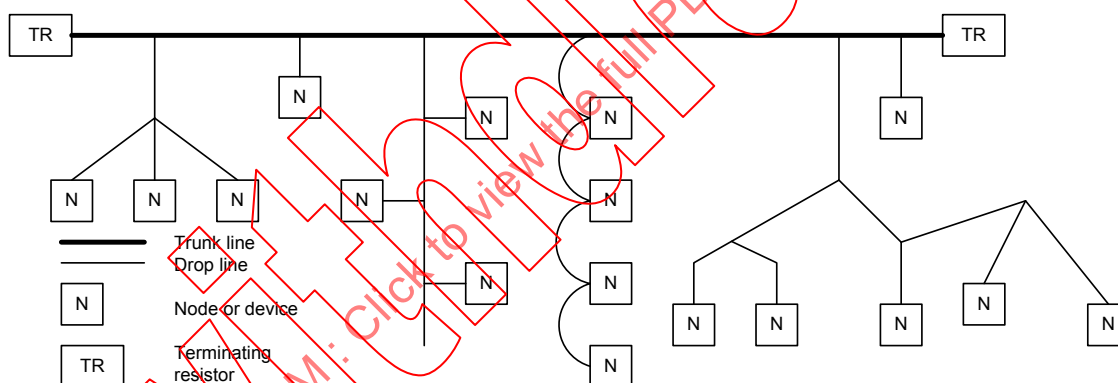
Lorsque des répéteurs sont ajoutés au réseau, le planificateur doit réduire la longueur de la ligne principale en fonction du délai du répéteur. Les réseaux peuvent être reliés entre eux par des ponts ou des routeurs. Lorsque des routeurs sont utilisés, chaque réseau aura son propre adressage indépendant et ses propres contraintes de synchronisation.

C.4.3.1.4 Combinaison de topologies de base

C.4.3.1.5 Exigences spécifiques aux CP

Addition:

DeviceNet prend en charge des éléments passifs et actifs dans le système de ligne principale. Les topologies physiques en cascade, en dérivation et en "patte de poulet" sont également prises en charge. Ces topologies dérivées sont reliées à la ligne principale par l'intermédiaire de prises passives et de lignes de dérivation, comme illustré en Figure C.3. En général, les répéteurs ne sont pas pris en charge mais peuvent être utilisés en corrigeant la longueur de manière appropriée. Les répéteurs d'enregistrement et de retransmission peuvent être utilisés pour étendre le réseau, aux dépens cependant d'une certaine latence.



Légende

Anglais	Français
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
N: Node or device	N: Nœud ou dispositif
TR: Terminating resistor	TR: Résistance de terminaison (terminateur)

Figure C.3 – Le système de câblage DeviceNet utilise une topologie de ligne principale/ligne de dérivation

C.4.3.1.6 Exigences spécifiques au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Non applicable.

DeviceNet est un réseau à délai et affaiblissement limités. En outre, la connexion des prises et des câbles de dérivation à la ligne principale génère des réflexions. Les limites de la topologie physique tiennent compte des 4 paramètres ci-dessous:

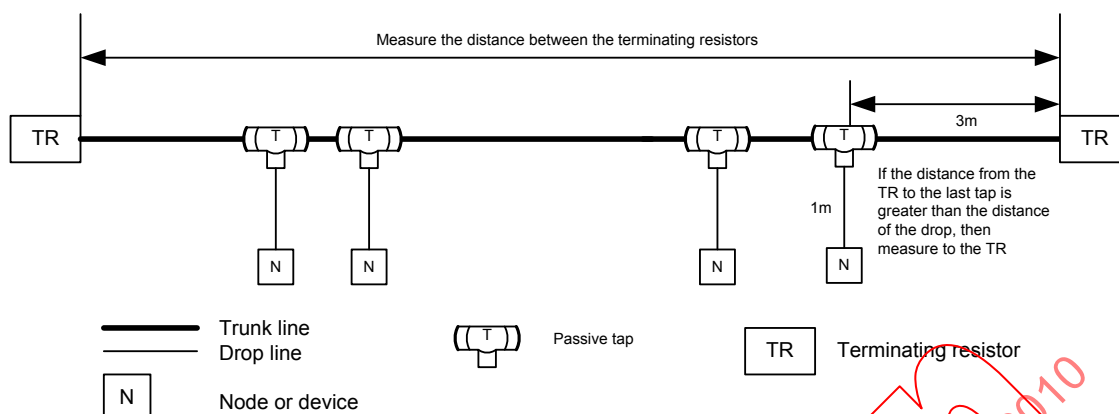
- le délai;
- l'affaiblissement;
- l'amplitude et le délai des réflexions;
- la tension de décalage en mode commun (chute de tension ohmique) V-.

Le Tableau C.2 établit les longueurs de câble de dérivation et de ligne principale en se fondant sur les trois premières limites indiquées ci-dessus. Les longueurs données dans le Tableau C.2 ne doivent en aucun cas être dépassées. La dernière limite (décalage en mode commun) dépend de la résistance en courant continu du bus d'alimentation du câble utilisé, des exigences de courant des nœuds et de l'emplacement des nœuds par rapport à l'alimentation. La tension de décalage en mode commun et les calculs de réseau correspondants sont décrits en C.4.3.2.5.

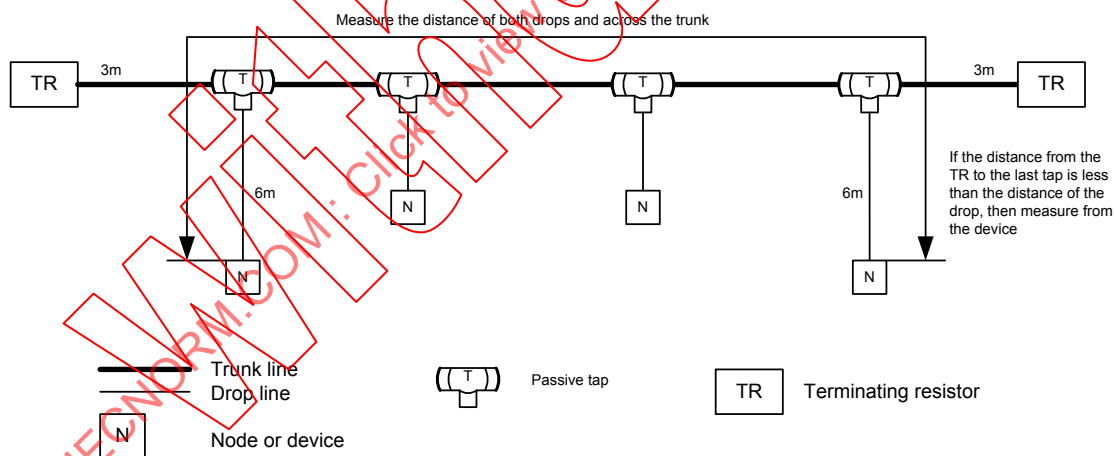
La distance maximale sur un réseau correspond à la distance entre les deux dispositifs les plus éloignés, comme illustré en Figure C.4 et en Figure C.6. Cette distance doit être inférieure ou égale à la distance donnée dans le Tableau C.2 pour le câble spécifique à utiliser. La longueur du câble de dérivation doit être prise en compte dans la longueur totale du réseau lorsque la distance la plus élevée séparant deux nœuds quelconques est supérieure à la distance maximale entre les deux terminateurs, comme illustré en Figure C.6. Les limites de longueur doivent être prises en compte indépendamment de la chute de tension en V- due aux dispositifs.

La distance maximale entre deux nœuds quelconques du réseau comprend la longueur de la ligne de dérivation. Par conséquent, les longueurs de ligne de dérivation doivent être prises en compte pour le calcul du délai maximal. Ceci est notamment important lorsque les lignes de dérivation sont à l'extrémité de la ligne principale.

La longueur de toute ligne de dérivation individuelle partant de la ligne principale est limitée à 6 m. Toutes les lignes de dérivation doivent être prises en compte dans le calcul de la longueur totale cumulée des lignes de dérivation.

**Légende**

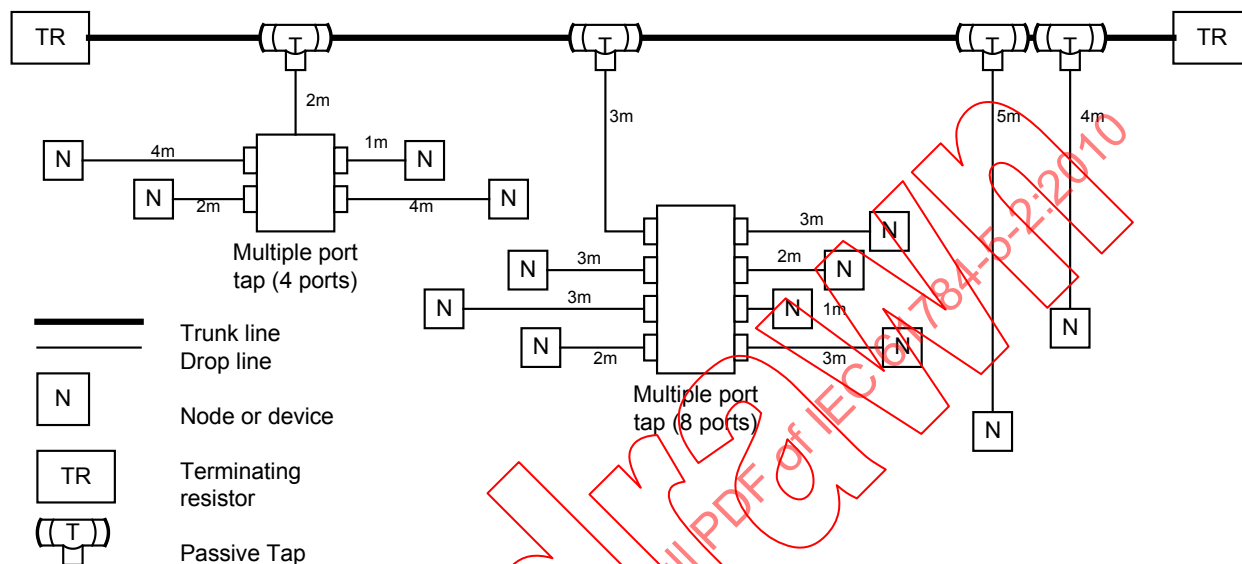
Anglais	Français
Measure the distance between the terminating resistors	Mesurer la distance entre les résistances de terminaison
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
N: Node or device	N: Nœud ou dispositif
Passive tap	Prise passive
If the distance from the TR to the last tap is greater than the distance of the drop, then measure to the TR	Si la distance de la TR à la dernière prise est supérieure à la distance jusqu'à la ligne de dérivation, mesurer la distance jusqu'à la TR
TR: Terminating resistor	TR: Résistance de terminaison (terminateur)

Figure C.4 – Mesure de la longueur de la ligne principale**Légende**

Anglais	Français
Measure the distance of both drops and across the trunk	Mesurer la distance entre deux lignes de dérivation en passant par la ligne principale
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
N: Node or device	N: Nœud ou dispositif
Passive tap	Prise passive
If the distance from the TR to the last tap is less than the distance of the drop, then measure from the device	Si la distance de la TR à la dernière prise est inférieure à la distance jusqu'à la ligne de dérivation, mesurer la distance à partir du dispositif
TR: Terminating resistor	TR: Résistance de terminaison (terminateur)

Figure C.5 – Mesure de la longueur des lignes principale et de dérivation

La longueur du câble de dérivation entre la ligne principale et le nœud le plus éloigné ne doit pas dépasser 6 m. Par exemple, dans la Figure C.6, la prise à 8 ports est placée à 3 m de la ligne principale avec les dispositifs placés à une distance allant jusqu'à 3 m par rapport à la prise à 8 ports. La longueur totale de ce câble de dérivation spécifique est donc de 6 m. La longueur totale cumulée du câble de dérivation de cette prise à 8 ports et de ses connexions est de 20 m. La longueur totale cumulée du câble de dérivation pour cet exemple est de 42 m. La longueur cumulée du câble de dérivation de 42 m dépasse la longueur admissible pour un débit de 500 kbit/s.



Légende

Anglais	Français
Multiple port tap (4 ports)	Prise multivoies (4 ports)
Trunk line	Ligne principale
Drop line	Ligne de dérivation
N: Node or device	N: Nœud ou dispositif
TR: Terminating resistor	TR: Résistance de terminaison (terminateur)
Passive tap	Prise passive
Multiple port tap (8 ports)	Prise multivoies (8 ports)

Figure C.6 – Mesure de la longueur du câble de dérivation sur un réseau multivoies

Tous les dispositifs connectés au câble de ligne principale du réseau doivent être branchés de façon à ce qu'ils puissent être retirés sans interrompre le réseau. La Figure C.7 et la Figure C.8 montrent des exemples de la manière dont les connexions doivent être réalisées pour permettre la dépose d'un dispositif sans interruption du réseau.