IEC 61918

Edition 3.0 2013-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2013 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 Varembé
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.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

IEC 61918

Edition 3.0 2013-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XH

ICS 25.040.40; 33.020; 35.240.50

ISBN 978-2-8322-1054-3

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

CONTENTS

FOREWORD 10
INTRODUCTION 12
1 Scope 15
2 Normative references 15
3 Terms, definitions, and abbreviated terms 18
3.1 Terms and definitions 18
3.2 Abbreviated terms 28
3.3 Conventions for installation profiles 30
4 Installation planning 30
4.1 General 30
4.1.1 Objective 30
4.1.2 Cabling in industrial premises 30
4.1.3 The planning process 33
4.1.4 Specific requirements for CPs 34
4.1.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702 34
4.2 Planning requirements 34
4.2.1 Safety 34
4.2.2 Security 34
4.2.3 Environmental considerations and EMC 35
4.2.4 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702 36
4.3 Network capabilities 36
4.3.1 Network topology 36
4.3.2 Network characteristics 38
4.4 Selection and use of cabling components 42
4.4.1 Cable selection 42
4.4.2 Connecting hardware selection 46
4.4.3 Connections within a channel/permanent link 48
4.4.4 Terminators 54
4.4.5 Device location and connection 55
4.4.6 Coding and labelling 55
4.4.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shielded cabling 55
4.4.8 Storage and transportation of cables 65
4.4.9 Routing of cables 65
4.4.10 Separation of circuits 67
4.4.11 Mechanical protection of cabling components 68
4.4.12 Installation in special areas 69
4.5 Cabling planning documentation 69
4.5.1 Common description 69
4.5.2 Cabling planning documentation for CPs 69
4.5.3 Network certification documentation 70
4.5.4 Cabling planning documentation for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702 70
4.6 Verification of cabling planning specification 70
5 Installation implementation 70
5.1 General requirements 70

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.1.1 Common description 70
5.1.2 Installation of CPs 70
5.1.3 Installation of generic cabling in industrial premises 70
5.2 Cable installation 70
5.2.1 General requirements for all cabling types 70
5.2.2 Installation and routing 77
5.2.3 Specific requirements for CPs 78
5.2.4 Specific requirements for wireless installation 78
5.2.5 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702 78
5.3 Connector installation 78
5.3.1 Common description 78
5.3.2 Shielded connectors 79
5.3.3 Unshielded connectors 79
5.3.4 Specific requirements for CPs 79
5.3.5 Specific requirements for wireless installation 79
5.3.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702 79
5.4 Terminator installation 79
5.4.1 Common description 79
5.4.2 Specific requirements for CPs 80
5.5 Device installation 80
5.5.1 Common description 80
5.5.2 Specific requirements for CPs 80
5.6 Coding and labelling 80
5.6.1 Common description 80
5.6.2 Specific requirements for CPs 80
5.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shield cabling 80
5.7.1 Common description 80
5.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways 81
5.7.3 Earthing methods 82
5.7.4 Shield earthing methods 84
5.7.5 Specific requirements for CPs 86
5.7.6 Specific requirements for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702 86
5.8 As-implemented cabling documentation 86
6 Installation verification and installation acceptance test 87
6.1 General 87
6.2 Installation verification 87
6.2.1 General 87
6.2.2 Verification according to cabling planning documentation 88
6.2.3 Verification of earthing and bonding 89
6.2.4 Verification of shield earthing 90
6.2.5 Verification of cabling system 90
6.2.6 Cable selection verification 90
6.2.7 Connector verification 91
6.2.8 Connection verification 91
6.2.9 Terminators verification 92
6.2.10 Coding and labelling verification 93

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.2.11 Verification report 93
6.3 Installation acceptance test 93
6.3.1 General 93
6.3.2 Acceptance test of Ethernet-based cabling 95
6.3.3 Acceptance test of non-Ethernet-based cabling 97
6.3.4 Specific requirements for wireless installation 98
6.3.5 Acceptance test report 98
7 Installation administration 98
7.1 General 98
7.2 Fields covered by the administration 99
7.3 Basic principles for the administration system 99
7.4 Working procedures 99
7.5 Device location labelling 100
7.6 Component cabling labelling 100
7.7 Documentation 101
7.8 Specific requirements for administration 101
8 Installation maintenance and installation troubleshooting 101
8.1 General 101
8.2 Maintenance 102
8.2.1 Scheduled maintenance 102
8.2.2 Condition-based maintenance 104
8.2.3 Corrective maintenance 104
8.3 Troubleshooting 104
8.3.1 General description 104
8.3.2 Evaluation of the problem 105
8.3.3 Typical problems 105
8.3.4 Troubleshooting procedure 108
8.3.5 Simplified troubleshooting procedure 109
8.4 Specific requirements for maintenance and troubleshooting 110
Annex A (informative) Overview of generic cabling for industrial premises 111
Annex B (informative) MICE description methodology 112
B.1 General 112
B.2 Overview of MICE 112
B.3 Examples of use of the MICE concept 113
B.3.1 Common description 113
B.3.2 Examples of mitigation 114
B.4 Determining E classification 115
B.5 The MICE table 118
Annex C (informative) Network topologies 120
C.1 Common description 120
C.2 Total cable demand 120
C.3 Maximum cable segment length 120
C.4 Maximum network length 120
C.5 Fault tolerance 120
C.5.1 General 120
C.5.2 Use of redundancy 120
C.5.3 Failure analysis for networks with redundancy 121

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

C.6 Network access for diagnosis convenience 121
C.7 Maintainability and on-line additions 121
Annex D (informative) Connector tables 122
Annex E (informative) Power networks with respect to electromagnetic interference – TN-C and TN-S approaches 135
Annex F (informative) Conductor sizes in electrical cables 137
Annex G (informative) Installed cabling verification checklists 139
G.1 General 139
G.2 Copper cabling verification checklist 139
G.3 Optical fibre cabling verification checklist 143
Annex H (normative) Cord sets 144
H.1 General 144
H.2 Constructing cord sets 144
H.2.1 Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors 144
H.2.2 Crossover cord sets with M12-4 D-coding connectors 145
H.2.3 Straight through cord sets with 8-way modular connectors 145
H.2.4 Crossover cord sets with 8-way modular connectors 146
H.2.5 Straight conversion from one connector family to another 147
H.2.6 Crossover conversion from one connector family to another 147
Annex I (informative) Guidance for terminating cable ends 149
I.1 General 149
I.2 Guidance for terminating shielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs 149
I.3 Guidance for terminating unshielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs 152
I.4 Guidance for M12-4 D-coding connector installation 153
I.5 Guidance for terminating optical fibre cable ends 155
Annex J (informative) Recommendations for bulkhead connection performance and channel performance with more than 4 connections in the channel 156
J.1 General 156
J.2 Recommendations 156
Annex K (informative) Fieldbus data transfer testing 157
K.1 Background 157
K.2 Allowable error rates for control systems 157
K.2.1 Bit errors 157
K.2.2 Burst errors 157
K.3 Testing channel performance 158
K.4 Testing cable parameters 158
K.4.1 General 158
K.4.2 Generic cable testing 158
K.4.3 Fieldbus cable testing 159
K.5 Testing fieldbus data rate performance 159
K.5.1 General 159
K.5.2 Fieldbus test 159
K.5.3 Planning for fieldbus data rate testing 159
K.5.4 Fieldbus data rate test reporting template 160
K.5.5 Values for acceptable fieldbus performance 160

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex L (informative) Communication network installation work responsibility 161
L.1 General 161
L.2 Installation work responsibility 161
L.3 Installation work responsibility table 161
Annex M (informative) Trade names of communication profiles 162
Annex N (informative) Validation measurements 165
N.1 General 165
N.2 DCR measurements 165
N.2.1 Purpose of test 165
N.2.2 Assumptions 165
N.2.3 Measurements 165
N.2.4 Calculations 167
N.2.5 Measurement results 167
Annex O (informative) End-to-end link 171
O.1 General 171
O.2 End-to-end link 171
O.3 Deliverables 172
O.4 End-to-end link test schedules and methods 172
O.4.1 End-to-end link test method 1 172
O.4.2 End-to-end link test method 2 173
Bibliography 174

Figure 1 – Industrial network installation life cycle 13
Figure 2 – Standards relationships 14
Figure 3 – Structure of generic cabling connected to an automation island 31
Figure 4 – Automation island cabling attached to elements of generic cabling 31
Figure 5 – Automation islands 32
Figure 6 – Automation island network external connections 32
Figure 7 – How to meet environmental conditions 36
Figure 8 – How enhancement, isolation and separation work together 36
Figure 9 – Basic physical topologies for passive networks 37
Figure 10 – Basic physical topologies for active networks 37
Figure 11 – Example of combination of basic topologies 38
Figure 12 – Basic reference implementation model 49
Figure 13 – Enhanced reference implementation model 51
Figure 14 – Selection of the earthing and bonding systems 58
Figure 15 – Wiring for bonding and earthing in an equipotential configuration 60
Figure 16 – Wiring of the earths in a star earthing configuration 61
Figure 17 – Schematic diagram of a field device with direct earthing 62
Figure 18 – Schematic diagram of a field device with parallel RC circuit earthing 63
Figure 19 – Insert edge protector 72
Figure 20 – Use an uncoiling device and avoid forming loop 73
Figure 21 – Avoid torsion 73
Figure 22 – Maintain minimum bending radius 74

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure 23 – Do not pull by the individual wires 74
Figure 24 – Use cable clamps with a large (wide) surface 74
Figure 25 – Cable gland with bending protection 75
Figure 26 – Spiral tube 75
Figure 27 – Separate cable pathways 78
Figure 28 – Use of flexible bonding straps at movable metallic pathways 81
Figure 29 – Surface preparation for earthing and bonding electromechanical connections 82
Figure 30 – Example of isolated bus bar 83
Figure 31 – Example of isolator for mounting DIN rails 84
Figure 32 – Parallel RC shield earthing 84
Figure 33 – Direct shield earthing 85
Figure 34 – Examples for shielding application 85
Figure 35 – Voltage offset mitigation 86
Figure 36 – First example of derivatives of shield earthing 86
Figure 37 – Second example of derivatives of shield earthing 86
Figure 38 – Installation verification process 88
Figure 39 – Test of earthing connections 89
Figure 40 – Pin and pair grouping assignments for two eight position IEC 60603-7 subparts and four position IEC 60603 series to IEC 61076-2-101 connectors 92
Figure 41 – Two pair 8-way modular connector 92
Figure 42 – Transposed pairs, split pairs and reversed pair 92
Figure 43 – Validation process 94
Figure 44 – Schematic representation of the channel 95
Figure 45 – Schematic representation of the permanent link 95
Figure 46 – Communication network maintenance 103
Figure 47 – Troubleshooting procedure 108
Figure 48 – Fault detection without special tools 109
Figure B.1 – MICE classifications 112
Figure B.2 – Example MICE classifications within a facility 113
Figure B.3 – Enhancement, isolation and separation 113
Figure B.4 – Example 1 of mitigation 114
Figure B.5 – Example 2 of mitigation 115
Figure B.6 – Frequency range of electromagnetic disturbance from common industrial devices 115
Figure B.7 – Example of a general guidance for separation versus EFT value 117
Figure E.1 – Four-wire power network (TN-C) 135
Figure E.2 – Five wire power network (TN-S) 136
Figure H.1 – Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors 144
Figure H.2 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 8 poles 145
Figure H.3 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 4 poles 146
Figure I.1 – Stripping the cable jacket 149
Figure I.2 – Example of wire preparation for type A cables 150
Figure I.3 – 8-way modular plug 150

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure I.4 – Inserting the cable into the connector body 151
Figure I.5 – Crimping the connector 151
Figure I.6 – Example of a cable preparation for type A wiring 152
Figure I.7 – Connector components 153
Figure I.8 – Cable preparation 153
Figure I.9 – Connector wire gland, nut and shell on the cable 153
Figure I.10 – Conductors preparation 153
Figure I.11 – Jacket removal 154
Figure I.12 – Shield preparation 154
Figure I.13 – Conductors preparation 154
Figure I.14 – Installing conductors in connector 154
Figure I.15 – Assembling the body of the connector 155
Figure I.16 – Final assembling 155
Figure N.1 – Loop resistance measurement wire to wire 166
Figure N.2 – Loop resistance measurement wire 1 to shield 166
Figure N.3 – Loop resistance measurement wire 2 to shield 166
Figure N.4 – Resistance measurement for detecting wire shorts 166
Figure N.5 – Resistance measurement between wire 1 and wire 2 167
Figure N.6 – Validation of the cable DCR 168
Figure N.7 – Conclusions for cable open or shorts 169
Figure N.8 – Determination of proper cable terminator value 170
Figure O.1 – Channel according to ISO/IEC 11801 171
Figure O.2 – End-to-end link 172

Table 1 – Basic network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet 39
Table 2 – Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet 40
Table 3 – Network characteristics for optical fibre cabling 41
Table 4 – Information relevant to copper cable: fixed cables 43
Table 5 – Information relevant to copper cable: cords 44
Table 6 – Information relevant to optical fibre cables 45
Table 7 – Connectors for balanced cabling CPs based on Ethernet 47
Table 8 – Connectors for copper cabling CPs not based on Ethernet 47
Table 9 – Optical fibre connecting hardware 47
Table 10 – Relationship between FOC and fibre types (CP x/y) 48
Table 11 – Basic reference implementation formulas 50
Table 12 – Enhanced reference implementation formulas 51
Table 13 – Correction factor Z for operating temperature above 20 °C 52
Table 14 – Equalisation and earthing conductor sizing and length 57
Table 15 – Bonding straps cross-section 59
Table 16 – Bonding plates surface protection 59
Table 17 – Cable circuit types and minimum distances 68
Table 18 – Parameters for balanced cables 71
Table 19 – Parameters for silica optical fibre cables 71

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 20 – Parameters for POF optical fibre cables 71
Table 21 – Parameters for hard clad silica optical fibre cables 72
Table 22 – Typical problems in a network with balanced cabling 106
Table 23 – Typical problems in a network with optical fibre cabling 107
Table B.1 – Example 1 of targeted MICE area 114
Table B.2 – Example 2 of targeted MICE area 114
Table B.3 – Relationship between electromagnetic disturbance-generating devices and "E" classification 116
Table B.4 – Coupling mechanism for some interfering devices 117
Table B.5 – MICE definition 118
Table D.1 – Conventions for colour code used in the connector table 122
Table D.2 – Pair numbers and colour scheme 123
Table D.3 – 8-way modular connector 124
Table D.4 – M12-4 A-coding connector 125
Table D.5 – M12-4 D-coding connector 126
Table D.6 – M12-5 A-coding connector 127
Table D.7 – M12-5 B-coding connector 128
Table D.8 – SubD connector 129
Table D.9 – 7/8-16 UN-2B THD / M18 connector 130
Table D.10 – Open style connector 131
Table D.11 – M12-8 X-coding connector 132
Table D.12 – BNC connector 133
Table D.13 – TNC connector 134
Table F.1 – American wire gauge system and kcmil 137
Table G.1 – Copper cabling verification checklist 139
Table G.2 – Earthing and bonding measurements checklist 141
Table G.3 – Signatures for Table G.1 and Table G.2 checklists 141
Table G.4 – Checklist for special checks for non-Ethernet base CPs 142
Table G.5 – Signatures for Table G.4 checklist 142
Table G.6 – Optical fibre cabling verification checklist 143
Table G.7 – Signatures for Table G.6 checklist 143
Table H.1 – M12-4 D-coding pin/pair assignment 145
Table H.2 – M12-4 D-coding to M12-4 D-coding crossover pin/pair assignment 145
Table H.3 – 8-way modular pin/pair assignment 146
Table H.4 – 8-way modular crossover pin/pair assignment 147
Table H.5 – Connectivity pin assignment 147
Table H.6 – M12 to 8-way modular crossover pin pair assignment 148
Table J.1 – Transmission requirements for more than 4 connections in a channel 156
Table M.1 – Trade names of CPFs and CPs 163

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –

Installation of communication networks in industrial premises

FOREWORD

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

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

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision.

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

– some terms and abbreviated terms have been added to Clause 3;
– Subclauses 4.4.3.4.1 and 4.4.7.3 have been updated;
– Subclause 8.1 has been updated;
– Figure 13, Figure 29, Figure H.1, Table 3, Table 6, Table 7 and Table B.5 have been updated;
– Annex D and Annex M have been extended to cover additional communication profile families;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

– a new informative Annex O has been added.

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

NOTE For further information, see the Introduction.

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

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

FDIS	Report on voting
65C/737/FDIS	65C/742/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.

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

INTRODUCTION

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

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

ISO/IEC 24702 specifies design of generic telecommunications infrastructures within industrial premises and provides the foundations for some of the transmission performance specifications of this standard. ISO/IEC 24702 specifies only the raw bandwidth capability of a channel; it does not specify useful data transfer rate for a specific network using that channel or expected errors after taking account of interference during the communication process.

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

This standard provides a consistent set of installation rules for industrial premises concerning both generic cabling (of the telecommunication infrastructures) and fieldbuses. In addition, it offers support for the definition and installation of the interfaces between automation island networks and generic cabling. One of the problems it seeks to solve is the situation created when different parts of a large automation site are provided by suppliers that use non-homogeneous installation guidelines having different structures and contents. This lack of consistency greatly increases the potential for errors and mismatch situations liable to compromise the communication system.

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

This standard provides a common point of reference for the installation of the media of most used industrial communication networks for most industrial sites. The standard covers the life cycle of an installation in the following clauses (see the map of the standard in Figure 1):

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

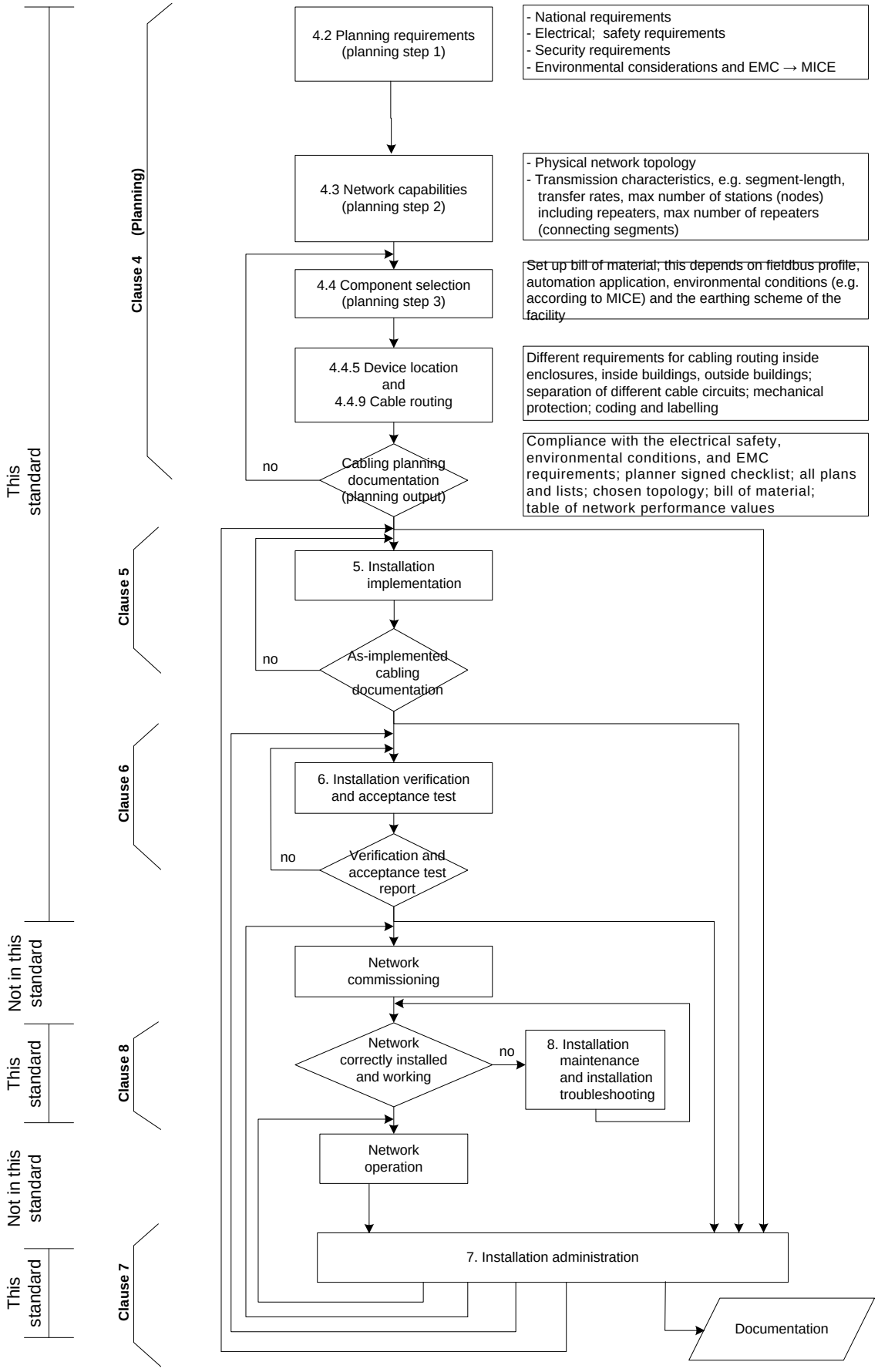


Figure 1 – Industrial network installation life cycle

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The installation of a communication system is supported by this standard used in conjunction with the relevant installation profile. The installation profile establishes the technology-specific requirements in terms of which requirements apply as they are in this standard, or which have been extended, modified, or replaced.

For the fieldbuses that are defined in the IEC 61784 series as communication profiles (CPs) of the communication profile families (CPF), the installation is specified in the installation profiles that are available in the IEC 61784-5-n series, where n is the CPF number. IEC 61158-1 describes the relationship between the fieldbus and the CPs and the relevant installation profiles (see Figure 2).

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

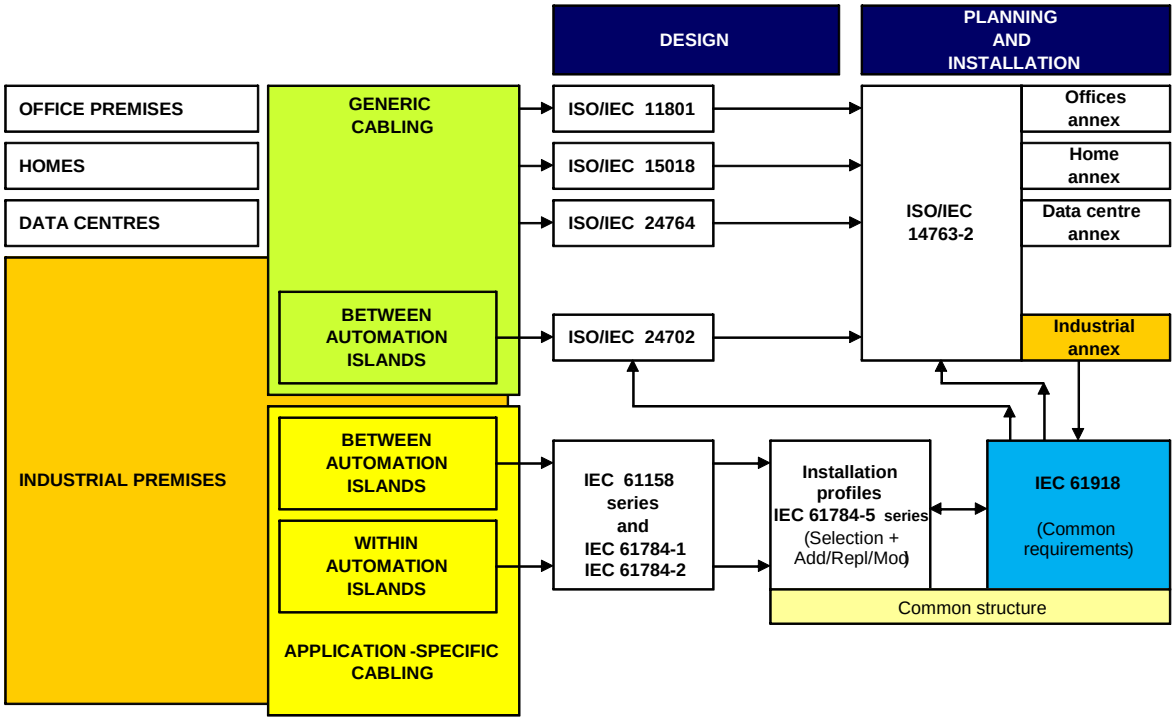


Figure 2 – Standards relationships

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –

Installation of communication networks in industrial premises

1 Scope

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

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

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

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

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

This standard does not recognise implementations of power distribution through Ethernet balanced cabling systems that are not specified in IEEE 802.3 and in IEEE 802.3at.

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

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

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

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

IEC 60757, *Code for designation of colours*

IEC 60793 (all parts), *Optical fibres*

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

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

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

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

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

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

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

IEC/PAS 61076-2-109, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-109: Circular connectors – Detail specification for connectors M12 x 1 with screw-locking, for data transmissions with frequencies up to 500 MHz*

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

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

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

IEC 61158-2:___, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*[1]

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IEC 61935-1:2009, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 1: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801 and related standards*

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

IEC 62026-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet*

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

IEC 62443 (all parts), *Industrial communication networks – Network and system security* [3]

---

1 To be published.

2 To be published.

3 Check http://webstore.iec.ch for the published parts. Other parts are under consideration.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

ISO/IEC 11801:2002, *Information technology – Generic cabling for customer premises*[4]

Amendment 1:2008

Amendment 1:2010

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

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

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

Amendment 1:2009

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

IEEE 802, *Standard for Information Technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – Local and Metropolitan Area Networks – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*

IEEE 802.3at, *Standard for Information Technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – Local and Metropolitan Area Networks – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications – Amendment 3: Data Terminal Equipment (DTE) Power Via the Media Dependent Interface (MDI) Enhancements*

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

3 Terms, definitions, and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions contained in the IEC 61158 series, the IEC 61784 series, ISO/IEC 8802-3, ISO/IEC 11801, and ISO/IEC 24702, some of which have been repeated here for convenience, and the following terms and definitions apply.

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

3.1.1
acceptance test
contractual test to prove to the customer that the installed cabling meets certain conditions of its specification

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

[4] There exists a consolidated edition 2.2 (2011) comprising ISO/IEC 11801:2002, its Amendment 1:2008 and its Amendment 2:2010.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modified – Note 1 to entry has been added.]

3.1.2
active network element
network element containing electrically and/or optically active components that allows extension of the network

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

3.1.3
active network
network in which data transmission between non-immediately-connected devices is dependent on active elements within those intervening devices that form the connection path

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

3.1.4
administration
methodology defining the documentation requirements of a cabling system and its containment, the labelling of functional elements and the process by which moves, additions and changes are recorded

[SOURCE: ISO/IEC 11801:2002, 3.1.1]

3.1.5
apparatus
one or more pieces of equipment having specific and defined overall functions within industrial premises served by one or more network interfaces

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

[SOURCE: ISO/IEC 24702:2006, 3.1.1]

3.1.6
automation island
AI
premises where combination of all systems that control, monitor, and protect the process of a plant is installed

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

3.1.7
automation island network
network used for the communication within and among systems of an AI

Note 1 to entry: A plant may contain one or more AIs. Examples of cases where there are more than one AI are: when a plant is divided in various distinct physical (geographical) areas, or when a plant is composed of several distinct processes.

3.1.8
automation outlet
AO
fixed connecting hardware where the AI network terminates, that provides the interface at which an industrial communication device is connected to the installed cabling.

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.9
balanced cable
cable consisting of one or more metallic symmetrical cable elements (twisted pairs or quads)

[SOURCE: ISO/IEC 11801:2002, 3.1.13]

3.1.10
bonding
act of connecting together exposed conductive parts and extraneous conductive parts of apparatus, systems, or installations that are at essentially the same potential

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

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

3.1.11
bridge
device, operating at the data link layer of the OSI model, used to connect two networks

3.1.12
bulkhead
wall or barrier which maintains the ingress and climatic environmental classification applicable on either side

[SOURCE: ISO/IEC 24702:2006, 3.1.4]

3.1.13
bulkhead connector
connector assembly mounted to a bulkhead which provides electrical or optical signal pass-through while maintaining environmental integrity

3.1.14
bulkhead connection
connection through a bulkhead connector

3.1.15
bulkhead cable gland
hardware at an enclosure bulkhead that provides cable passage for power or signals while maintaining environmental integrity

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

3.1.16
bus
passive network having a long trunk and a number of spurs where each spur is used to connect a device to the trunk

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

3.1.17
bus bar
low-impedance conductor to which several electric circuits can be connected at separate points

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.18
cable
assembly of one or more conductors and/or optical fibres, with a protective covering and possibly filling, insulating and protective material

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

3.1.19
cable gland
installation hardware designed to permit the entry of a cable into an enclosure and which provides sealing and retention

[SOURCE: IEC 60670-1:2002, Amendment 1:2008, 3.10, modified – Definition has been adapted for all kinds of cables.]

3.1.20
cabling
system of communication cables, cords and connecting hardware that can support the connection of automation equipment

[SOURCE: ISO/IEC 11801:2002, 3.1.21, modified – A reference to automation equipment has been added.]

3.1.21
channel
end-to-end transmission path connecting any two pieces of application specific equipment

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

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

[SOURCE: ISO/IEC 24702: 2006, 3.1.5, modified – Note 1 to entry and Note 2 to entry have been added.]

3.1.22
condition-based (conditional) maintenance
preventive activity performed on the basis of the documentation of the performance degradation of an item (as results of, for example, auto diagnostic or wear measurement)

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

3.1.23
connection (of conductors)
intentional electric contact between conductors

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

3.1.24
connection (of optical fibres)
intentional alignment between optical fibres to allow light to pass through

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.25
connector (for conductors)
component providing conductor connection and disconnection

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

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

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

3.1.26
connector (for optical fibres)
component normally attached to an optical cable or piece of apparatus, for the purpose of providing optical interconnection/disconnection of optical fibres or cables

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

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

3.1.27
corrective maintenance
maintenance carried out after a fault recognition and intended to put an item into a state in which it can perform a required function

Note 1 to entry: In French, the term "dépannage" sometimes implies a provisional restoration.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-08]

3.1.28
daisy chain
bus where each passive network interface connects two trunk sections and provides a d.c. coupling between those sections

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

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

3.1.29
device
physical entity connected to the fieldbus composed of communication element and possibly other functional elements

[SOURCE: IEC 61158-2:2010, 3.1.13, modified – Some details have been deleted.]

3.1.30
earth (noun), en GB
ground (noun), en US
conductive mass of the earth, whose electric potential at any point is conventionally taken as zero

[SOURCE: IEC 61131-2:2007, 3.16]

3.1.31
earth (verb), en GB
ground (verb), en US
make an electric connection between a given point in a system or in an installation or in equipment and a local earth

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

3.1.32
enclosure
housing affording the type and degree of protection suitable for the intended application

[SOURCE: IEC 61131-2:2007, 3.19]

3.1.33
end-to-end link
end to end transmission path including the plug at each end

3.1.34
equipotential bonding
provision of electric connections between conductive parts, intended to achieve equipotentiality

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

3.1.35
equipotential bonding system
interconnection of conductive parts providing equal potential between those parts

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

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

3.1.36
failure
termination of the ability of an item to perform a required function

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

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

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

3.1.37
fault
state characterized by the inability to perform a required function, excluding the inability during preventive maintenance or other planned actions, or due to lack of external resources

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

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

3.1.38
functional earthing, en GB
functional grounding, en US
earthing a point or points in a system or in an installation or in equipment, for purposes other than electrical safety

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.39
high flex cable
cable that can withstand high number of repeated flexes (usually millions of cycles) while maintaining the specified performance

3.1.40
inactive metal part
any non-current carrying metal that may be contacted by a person

3.1.41
inspection
taking measures for the observation and evaluation of the actual condition

3.1.42
jack
part of the connector which mates with a plug

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-26-24, modified – Text adapted for automation applications.]

3.1.43
jack-to-jack adaptor
J-J adaptor
back-to-back jacks that are not on an enclosure/environmental barrier

3.1.44
linear topology
topology where the nodes are connected in series, with two nodes connected to only one other node and all others each connected to two other nodes (that is, connected in the shape of a line)

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

3.1.45
maintenance
combination of all technical and corresponding administrative actions, including supervision actions, intended to retain an item in, or restore it to, a state in which it can perform a required function

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

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

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-07-01]

3.1.46
maintenance intervention
taking measures for retaining the specified condition

3.1.47
mean time between failures
MTBF
expectation of the time between failures

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 191-12-08]

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.48
mean time to recovery
MTTR
expectation of the time to restoration

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

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

3.1.49
network
all of the media, connectors, repeaters, routers, gateways and associated node communication elements by which a given set of communicating devices are interconnected

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

3.1.50
node
end-point of a branch in a network

3.1.51
passive network
network in which data transmission is independent of active elements within the device attached to the network

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

3.1.52
pathway
cable route used to accommodate cables between termination points

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

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

3.1.53
permanent link
transmission path between the telecommunications/automation outlet and the intermediate distributor or equivalent location

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

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

[SOURCE: ISO/IEC 11801:2002, Amendment 1:2008, 3.1.63, modified – The definition and Note 1 to entry have been adapted and Note 2 to entry has been added.]

3.1.54
plug
connector attached to a cable

[SOURCE: IEC 60050-151:1990, 151-12-21]

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.55
preventive maintenance
maintenance carried out at predetermined intervals or according to prescribed criteria and intended to reduce the probability of failure or the degradation of the functioning of an item

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

3.1.56
protective earthing conductor
protective conductor provided for protective earthing

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

3.1.57
RC earthed
earthed via a parallel RC circuit

3.1.58
recovery (of a high resilience item)
event when an item regains its specified degree of communication performance and fault resilience after correction of a fault

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

3.1.59
repair
take measures for the re-establishment of the specified condition

3.1.60
repeater
two-port active physical layer device that receives and retransmits all signals to increase the distance and number of devices for which signals can be correctly transferred for a given medium

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

3.1.61
resistance to earth
real part of an impedance to earth

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

3.1.62
restoration
state when a communication network regains its designed level of resilience redundancy

3.1.63
ring
active network where each node is connected in series to two other nodes

3.1.64
scheduled maintenance
preventive activity (time or number-of-actions directed) performed either on predefined schedule or on units of use (e.g. number of start-ups)

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.65
segment
collection of trunk-cable sections of a network that is terminated at both ends by its characteristic impedance

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

[SOURCE: IEC 61158-2:___, 3.1.39 modified – The definition has been adapted.]

3.1.66
shield (of a cable), en US
screen (of a cable), en GB
surrounding metallic layer to confine the electromagnetic field within the cable and to protect the cable from external electrical influence

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

Note 2 to entry: For generic cabling in industrial premises ISO/IEC 24702 uses the term screen instead of shield.

[SOURCE: IEC 61158-2:___, 3.1.41 modified – The definition has been adapted and the term screen has been added.]

3.1.67
(optical fibre or electrical conductor) splice
a permanent, or semi-permanent, joint whose purpose is to couple optical power between two optical fibres or to joint two electrical conductors

Note 1 to entry: Joining without connectors.

3.1.68
spur
branch-line (i.e. a link connected to a larger one at a point in its route) that is a final circuit

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

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

3.1.69
star
network of three or more devices where all devices are connected to a central point (which may be active or passive)

3.1.70
tap
point of attachment from a node or spur to the trunk cable

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

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

3.1.71
telecommunication outlet
TO
fixed connecting device where the intermediate cable terminates and which provides the interface to the apparatus attachment cabling

[SOURCE: ISO/IEC 24702:2006, 3.1.15]

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.72
terminator
entity used to terminate a transmission line in its characteristic impedance to prevent reflections

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

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

3.1.73
topology of a network
pattern of the relative positions and interconnections of the individual elements of the network

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

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

3.1.74
troubleshooting
locating the fault(s)

3.1.75
trunk
main communication highway acting as a source of main supply to a number of other lines (spurs)

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

3.1.76
validation
part of the acceptance test that is solved with measurements

3.1.77
verification
action to assess that an installation is in accordance with its specification

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

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

3.1.78
wire map
mapping of connector pin-to-pin terminations of a cable

3.2 Abbreviated terms

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

a.c.	Alternating current
A.I.	Action item
AI	Automation island
AO	Automation outlet
BD	Building distributor (ISO/IEC 24702)
BER	Bit error rate
BFOC	Bayonet fibre optic connector
BNC	Bayonet Neill Concelman (connector for coaxial cable having a bayonet-type shell)
CBN	Common bonding network
CP	Communication profile (IEC 61784-1)
CPF	Communication profile family (IEC 61784-1)
d.c.	Direct current
DCR	Direct current resistance
EFT	Electrical fast transient
EFT/B	Electrical fast transient / burst (IEC 61000-4-4)
ELFEXT	Equal level far-end crosstalk
ELTCTL	Equal level transverse conversion transfer loss
EMC	Electromagnetic compatibility (IEC 60050-161, 161-01-07)
EMI	Electromagnetic interference (IEC 60050-161, 161-01-06)
ESD	Electrical static discharge
E2E	End-to-end
FD	Floor distributor (ISO/IEC 24702)
ffs	For further study
FI	Fieldbus interface
FOC	Fibre optical connector
F-SMA	Fibre sub miniature version A (IEC 61754-22)
HP	Horse power
ID	Intermediate distributor (ISO/IEC 24702)
IDC	Insulation displacement contact
IP	International protection (IEC 60529)
J-J	Jack-to-jack
kbit/s	One thousand bits per second
LC	Optical fibre connector in accordance with IEC 61754-20
LSOH	Low smoke zero halogen
LV	Low voltage
Max.	Maximum
Mbit/s	Million bits per second
MD	Machine distributor (ISO/IEC 24702)
MHV	Medium high voltage
MICE	Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical, Electromagnetic (ISO/IEC 24702)
Min.	Minimum
MTBF	Mean time between failures
MTTR	Mean time to repair (use deprecated in IEC 60050-191:1990, 191-13-08) replaced with mean time to recovery
N	Neutral
NA	Numerical aperture (IEC 60793 series)
na	Not available

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NEXT	Near end crosstalk loss
NI	Network Interface (ISO/IEC 24702)
No.	Number
OF	Optical fibre
OMx	Cabled multimode optical fibre category x; where x=1, 2, 3, 4
OSx	Cabled single mode optical fibre category x; where x=1, 2
PE	Protective earthing conductor (IEC 60050-195:1998, 195-02-11)
P&ID	Pipe and Instrumentation Diagram
PoE	Power over Ethernet
POF	Plastic optical fibre
PSELFEXT	Power sum equal-level far-end crosstalk loss
RC	Resistor-capacitor (circuit)
Rep	Repeater
SC	Optical fibre connector in accordance with IEC 61754-4
SC-RJ	Optical fibre connector in accordance with IEC 61754-24
STP	Cable with either foil shielded balanced cable elements and/or an overall braided or foil shield (ISO/IEC 11801, modified)
TCL	Transverse conversion loss
TNC	Threaded Neill Concelman (threaded version of the BNC connector)
TO	Telecommunication outlet
UTP	Unshielded cable with unshielded balanced cable elements (U/UTP in ISO/IEC 11801)
UV	Ultraviolet
Var.	Variant

3.3 Conventions for installation profiles

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

4 Installation planning

4.1 General

4.1.1 Objective

Clause 4 addresses the planning of cabling and associated infrastructures to support communication networks in industrial premises.

4.1.2 Cabling in industrial premises

The cabling may comprise:

- specific communication cabling for use within or between AIs as specified in the communication profiles of IEC 61784-1 or IEC 61784-2 and in the relevant installation profiles of the IEC 61784-5 series;
- generic telecommunications cabling for industrial premises as specified in ISO/IEC 24702;
- elements of generic cabling modified to meet the needs of specific communication cabling within an AI in accordance with the installation profiles of the IEC 61784-5 series;
- the apparatus attachment cabling between the TO and the AI in accordance with ISO/IEC 24702 with regard to the connection and with this standard with regard to the cables;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

- the AI attachment cabling between the AO and the AI in accordance with this standard and the relevant installation profile(s) of the IEC 61784-5 series.

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

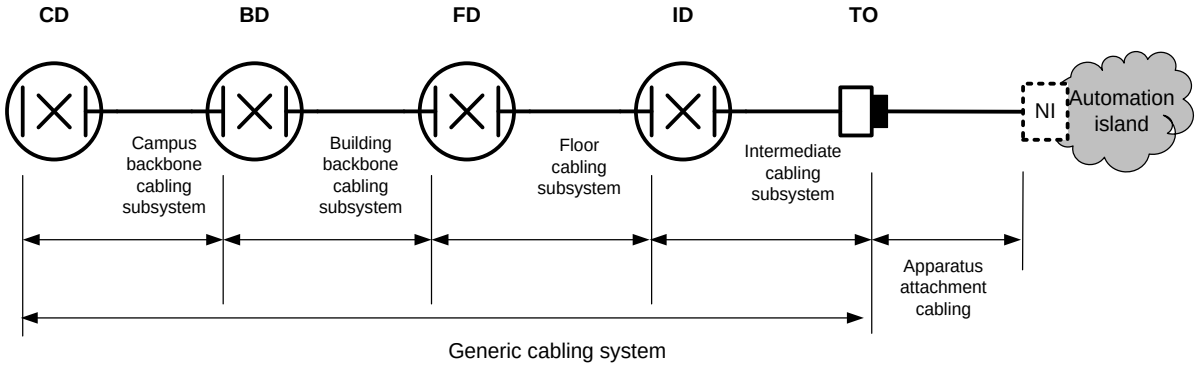


Figure 3 – Structure of generic cabling connected to an automation island

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

The specific requirements and recommendations for planning of generic cabling in industrial premises detailed in Clause 4 shall be followed. In addition, the general recommendations of ISO/IEC 14763-2 should be considered.

An AI may contain (see Figure 5)

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

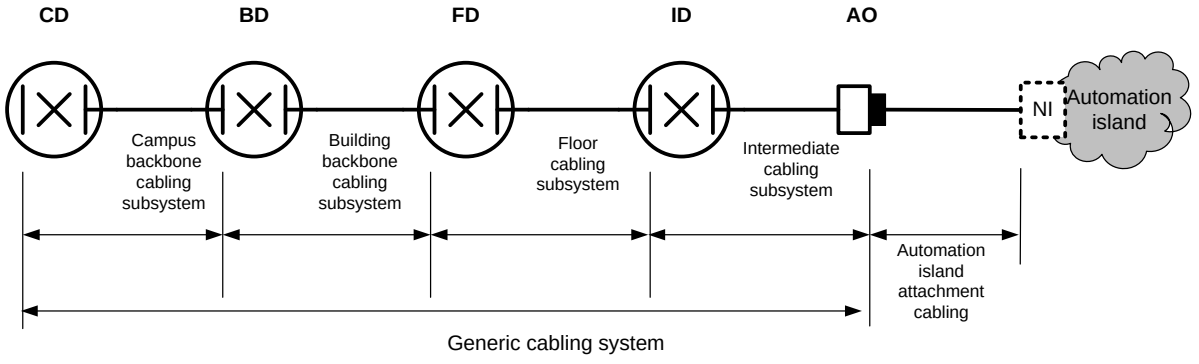


Figure 4 – Automation island cabling attached to elements of generic cabling

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

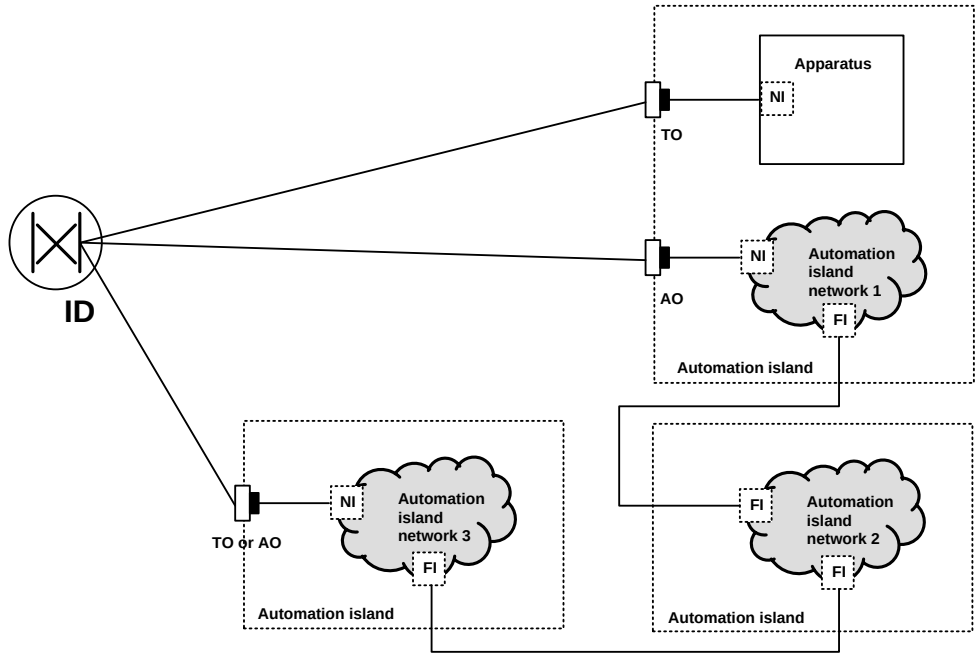


Figure 5 – Automation islands

The interconnections between the AI network and the generic cabling may be achieved through an appropriate converter/adapter (see Figure 6). While the connections among AIs may be achieved through one or more fieldbus to fieldbus connections (defined in the installation profiles IEC 61784-5 series) and appropriate converter/adapters or through the generic cabling (see Figure 5).

In general, converter/adapters, such as routers, bridges, and gateways, shall be used to provide physical conversion and protocol transformation between different fieldbuses as specified in the relevant CP installation profiles.

If the two interconnected interfaces (NI and FI) have matching specifications, then the converter/adapter function may not be necessary. If the interconnection between the AIs is through the ID, it is the responsibility of the planner to check the suitability of the generic cabling to support the requirements for the installation of the communication networks as defined by this standard. In this case, the channel performance shall be met from the ID up to the NI (excluding the connector interface at the NI).

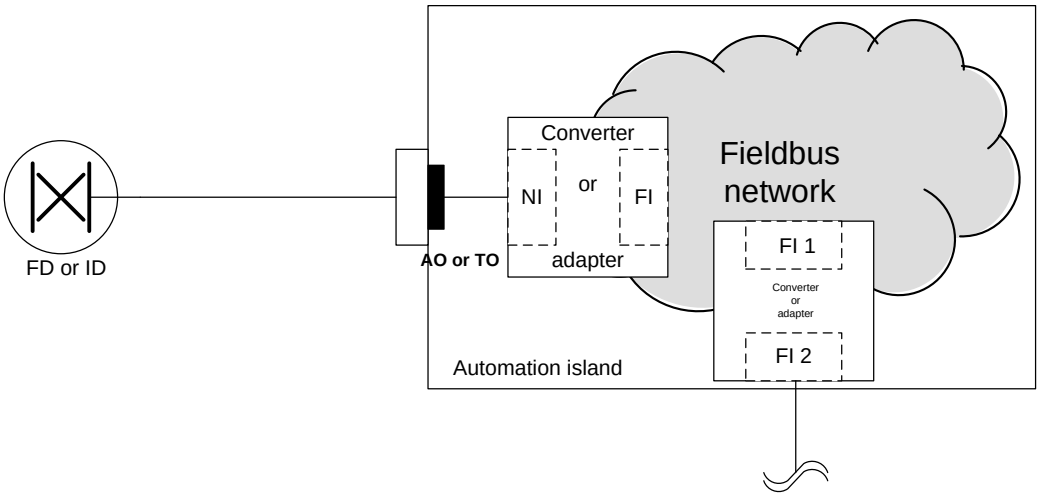


Figure 6 – Automation island network external connections

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.1.3 The planning process

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

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

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

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

- safety
  - the solutions shall comply with existing local and national regulations. Under this condition, safety requirements specified in IEC 60950-1 may be taken into consideration;
  - if a communication network is installed with easily accessible terminals and wires, IEC 60364-4-41 concerning protection against electrical shock and EMC requirements should be applied;
- security;
- environmental
  - the use of the MICE (Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical, and Electromagnetic) methodology for description of environmental performance, as described in 4.2.3, is recommended;
  - distinctive of industrial sites is the presence of low voltage (LV) and medium-high-voltage (MHV) power networks in close neighbourhood of the communication network. The RF influence of neighbouring high-power transmitters (e.g. TV transmitters) shall be taken into account;
- electromagnetic compatibility.

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

- topologies;
- network characteristics.

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

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

a) a statement, signed by the responsible planner, explaining how the planned installation complies with the safety and security requirements and environmental conditions such as mechanical, liquid, particulate, climatic, chemicals and electromagnetic interference and including all necessary documents (e.g. plans and lists) for the installation that result from step 1;

b) a documentation of the planned network topology, characteristics, physical extension and transmission performances that results from step 2;

c) the component specifications, where the conformity of the component data with the planned network requirements (functional and electrical safety, environmental conditions, and EMC requirements) is documented as result of step 3;

d) a table for comparison of nominal and actual network performance values.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.1.4 Specific requirements for CPs

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

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

See ISO/IEC 14763-2.

4.2 Planning requirements

4.2.1 Safety

4.2.1.1 General

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

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

4.2.1.2 Electrical safety

The proper implementation of the requirements of this standard assumes that electrical installations are in accordance with the relevant standards within IEC 60364 series or local and national regulations as required.

4.2.1.3 Functional safety

Where digital communications are used to contribute to one or more safety functions, the communication system should have sufficient integrity (taking into account hardware, software, and the specified environment) to meet the safety integrity requirements of every safety function.

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

4.2.1.4 Intrinsic safety

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

4.2.1.5 Safety of optical fibre communication systems

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

4.2.2 Security

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

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

4.2.3 Environmental considerations and EMC

4.2.3.1 Description methodology

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

ISO/IEC 24702 applies an environmental assessment called “MICE” classification. This approach is recommended for all CPs because it allows the planner to describe the environmental conditions in a precise and unambiguous way.

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

NOTE 1 The MICE classification system of ISO/IEC 24702 is not a component test specification.

NOTE 2 The MICE classification system of ISO/IEC 24702 does not replace existing international or national standards.

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

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

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

a) Establish the ambient environmental conditions for each significantly different region within the application space (for example, beside the machine, in the control room, between the above).

b) Define the components that make up the communications system including their environmental specifications.

c) Define the additional mitigation to bridge between the component(s) specifications and the targeted environment, if the component does not meet the targeted environment.

The planner shall provide the environmental description either through the use of the MICE tables (that provides a precise classification of the environment) or by an equivalent methodology. The planner shall address the environmental requirements by specifying a combination of component selection and mitigation techniques to be applied (see Figure 7).

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

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

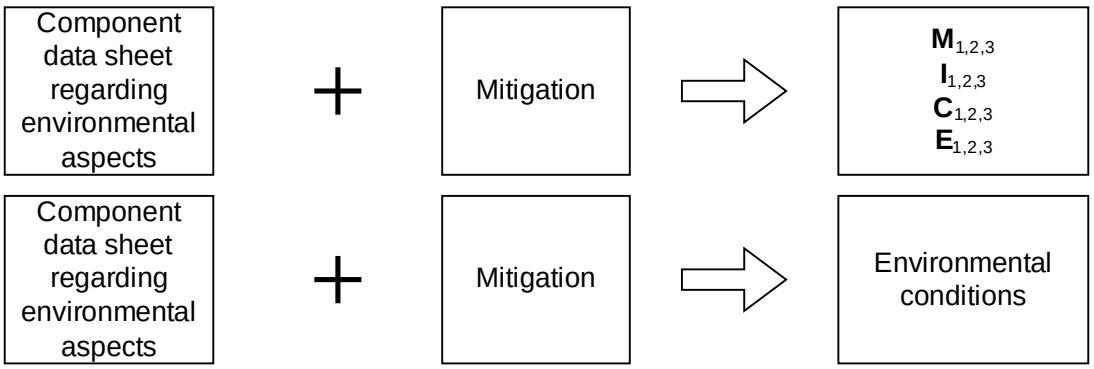


Figure 7 – How to meet environmental conditions

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

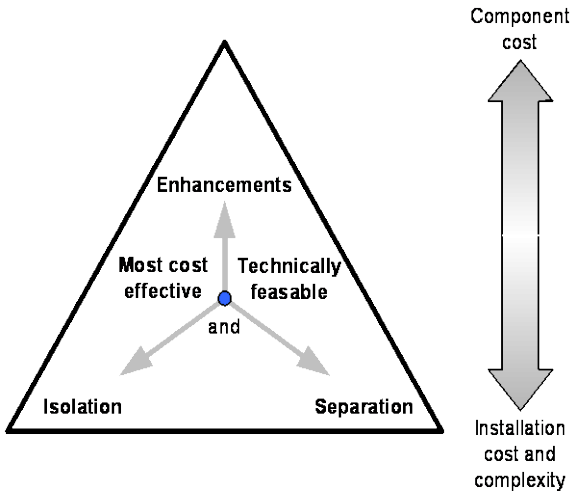


Figure 8 – How enhancement, isolation and separation work together

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

See ISO/IEC 14763-2.

4.3 Network capabilities

4.3.1 Network topology

4.3.1.1 Common description

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

a) Physical topology of the communication network, from a physical composition standpoint.
   Hereafter the basic physical topologies of a network are divided in two groups:
   – physical topology for passive networks;
   – physical topology for active networks.

b) Logical topology of the communication network, from an information propagation standpoint. This is outside the scope of this standard.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

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

4.3.1.2 Basic physical topologies for passive networks

The basic physical topologies for passive network, represented in Figure 9, are the following.

- Bus
- Star

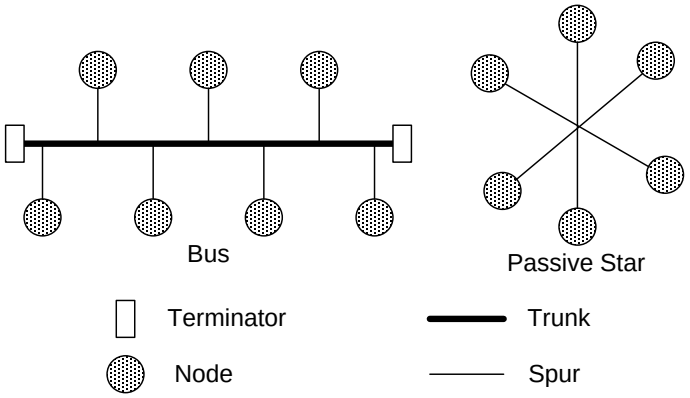


Figure 9 – Basic physical topologies for passive networks

4.3.1.3 Basic physical topologies for active networks

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

- Star
- Ring
- Linear

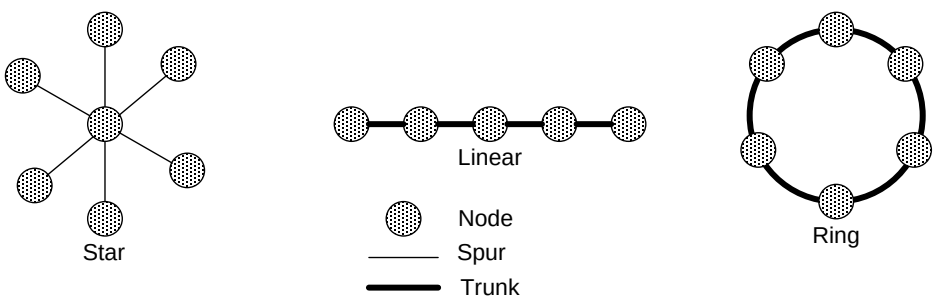


Figure 10 – Basic physical topologies for active networks

4.3.1.4 Combination of basic topologies

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

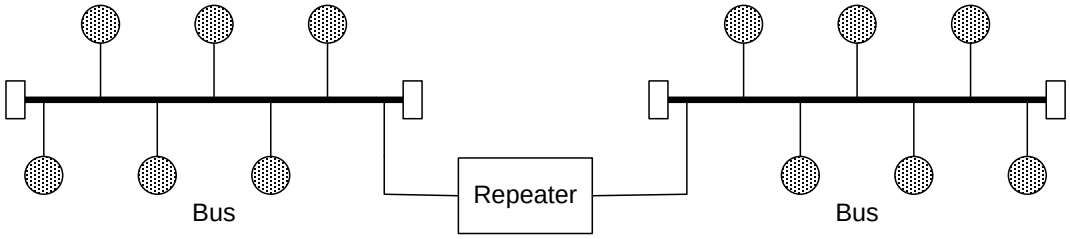


Figure 11 – Example of combination of basic topologies

4.3.1.5 Specific requirements for CPs

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

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

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

4.3.2 Network characteristics

4.3.2.1 General

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

Every network specification consists of the following basic characteristics:

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

NOTE Transfer rates may be expressed as bandwidth capacity or effective data throughput rates using the modulation and encoding methods of a specific Fieldbus technology. Requirements for effective data rate values may also include statements of maximum acceptable values for BER and burst errors (such as in Clause 5 of IEC 61784-2:___).

4.3.2.2 Network characteristics for balanced cabling not based on Ethernet

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

4.3.2.3 Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 2 – Network characteristics for balanced cabling based on Ethernet

Characteristic	CP x/y
Supported data rates (Mbit/s)	
Supported channel length (m) [b]	
Number of connections in the channel (max.) [a] [b]	
Patch cord length (m) [a]	
Channel class per ISO/IEC 24702 (min.) [b]	
Cable category per ISO/IEC 24702 (min.) [c]	
Connecting HW category per ISO/IEC 24702 (min.)	
Cable types	

[a] See X. 4.4.3.2.

[b] For the purpose of this table, the channel definitions of ISO/IEC 24702 are applicable.

[c] For additional information, see IEC 61156 series.

4.3.2.4 Network characteristics for optical fibre cabling

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

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 3 – Network characteristics for optical fibre cabling

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

4.3.2.5 Specific network characteristics

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

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

Certain generic cabling channels in accordance with ISO/IEC 24702 may provide transmission performance in support of the networks described by reference to the templates of 4.3.2.2 to 4.3.2.5. See ISO/IEC 24702 for further details.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4 Selection and use of cabling components

4.4.1 Cable selection

4.4.1.1 Common description

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

Industrial cables can be subjected to extreme mechanical stresses.

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

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

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

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

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

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

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

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

4.4.1.2 Copper cables

4.4.1.2.1 Balanced cables for Ethernet-based CPs

Balanced cables for Ethernet-based CPs shall meet the requirements of Table 2.

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

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

NOTE The balanced cables specified in the reference implementations of ISO/IEC 24702 contain 4 pairs and provide channel length of 100 m maximum.

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

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

Table 4 – Information relevant to copper cable: fixed cables

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 5 – Information relevant to copper cable: cords

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

4.4.1.2.2 Copper cables for non-Ethernet-based CPs

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

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

4.4.1.3 Cables for wireless installation

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

4.4.1.4 Optical fibre cables

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

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

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

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 6. The applicable standard is defined in the installation profiles with either a reference to IEC 60793 or IEC 60794 or OM1, OM2, OM3, OM4 or OS1, OS2. OM1, OM2, OM3 and OS1, OS2 are as specified in ISO/IEC 24702:2006 and in its Amendment 1:2009, and OM4 is as specified in IEC 60793-2-10: type A1a.3.

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 6 – Information relevant to optical fibre cables

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

4.4.1.5 Special purpose balanced and optical fibre cables

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

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

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

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

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

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

4.4.1.6 Specific requirements for CPs

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

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

ISO/IEC 24702 also

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

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

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

4.4.2 Connecting hardware selection

4.4.2.1 Common description

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

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

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

4.4.2.2 Connecting hardware for balanced cabling CPs based on Ethernet

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

NOTE The above connector variants (1, 6 and 14) are reverse compatible with cords as defined by ISO/IEC 24702 and ensure a reverse compatibility to IEC 60603-7. Therefore, the standard test equipment can be used for network validation and troubleshooting.

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 7 – Connectors for balanced cabling CPs based on Ethernet

	IEC 60603-7 series [a]		IEC 61076-3-106 [b]		IEC 61076-3-117[b]	IEC 61076-2-101	IEC/PAS 61076-2-109
	shielded	unshielded	Var. 1	Var. 6	Var. 14	M12-4 with D-coding	M12-8 with X-coding
CP x/y							

[a] For IEC 60603-7 series, the connector selection is based on the desired channel performance.

[b] Housings to protect connectors.

4.4.2.3 Connecting hardware for copper cabling CPs not based on Ethernet

The planner shall use the data defined in the respective installation profile according to the templates given in Table 8.

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

	IEC 60807-2 or IEC 60807-3	IEC 61076-2-101			IEC 61169-8	ANSI/(NFPA) T3.5.29 R1-2007		Others		
	Sub-D	M12-5 with A-coding	M12-5 with B-coding	M12-n with X-coding	Coaxial (BNC)	M 18	7/8-16 UN-2B THD	Open style	Terminal block	Others
CP x/y										

NOTE For M12-5 connectors, there are many applications using these connectors that are not compatible and when mixed may cause damage to the applications.

4.4.2.4 Connecting hardware for wireless installation

None.

4.4.2.5 Connecting hardware for optical fibre cabling

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

Table 9 – Optical fibre connecting hardware

	IEC 61754-2	IEC 61754-4	IEC 61754-24	IEC 61754-20	IEC 61754-22	Others
	BFOC/2,5	SC	SC-RJ	LC	F-SMA	
CP x/y						

NOTE IEC 61754 series defines the optical fibre connector mechanical interfaces. Performance specifications for optical fibre connectors terminated to specific fibre types are standardised in IEC 61753 series.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

FOC	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						
SC						
SC-RJ						
LC						
F-SMA						
Others						

4.4.2.6 Specific requirements for CPs

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

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

See 4.4.1.7.

4.4.3 Connections within a channel/permanent link

4.4.3.1 Common description

For the purposes of 4.4.3 the terms channel and permanent link as defined in ISO/IEC 24702 are modified as in 3.1.21 and 3.1.53 in order to allow them be used for CPs in accordance with IEC 61784-5 series.

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

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

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

The planner shall ensure that the impact of the number of connections within the channel is taken into account as described in 4.4.3. With regard to the number of connections in a channel, the reference implementations as described in ISO/IEC 24702 are limited to 4. If the planning requires more than 4 connections, then additional analysis may be required. Channel performance measurements may be required to assure that the channel meets the requirements of the application.

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

4.4.3.2 Balanced cabling connections and splices for CPs based on Ethernet

4.4.3.2.1 Common description

Ethernet-based networks shall comply with the following rules.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

- The reference implementations as described in ISO/IEC 24702 (with specified structure, components and performance).
- The transmission performance shall be in accordance with the relevant class requirements as defined in ISO/IEC 24702. It shall be noted that these classes include requirements for TCL, ELTCTL and coupling attenuation with respect to MICE classification (E1, E2 or E3).
- Configurations beyond the reference implementations that are supported for a CP shall be fully described in the CP installation profile.

a) Basic reference implementation

Figure 12 shows the model used to correlate cabling dimensions specified in 4.4.3 with the channel specifications in ISO/IEC 24702. The cabling channel shown contains two connections at each end and two cords at each end of the channel. For the purposes of 4.4.3, jumpers are treated as cords.

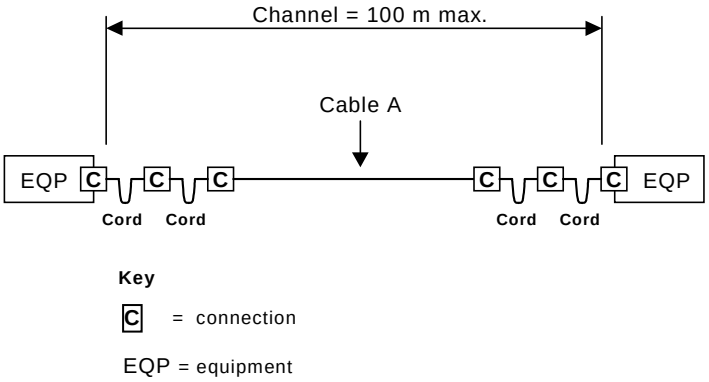


Figure 12 – Basic reference implementation model

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 11 – Basic reference implementation formulas

Category	Component		
	Class D	Class E	Class F
5	$C = (113 - 2xN - F \times Y) / X$ [a]	-	-
6	$C = (115 - N - F \times Y) / X$	$C = (106 - N - F \times Y) / X$	
7	$C = (119 - N - F \times Y) / X$	$C = (109 - N - F \times Y) / X$	$C = (106 - N - F \times Y) / X$
For operating temperatures above 20 °C, the cable length *C* should be reduced by 0,2 % per °C for shielded cables and 0,4 % per °C (20 °C to 40 °C) and 0,6 % per °C (> 40 °C to 60 °C) for unshielded cables. Where the operating temperature exceeds 60 °C, then manufacturers' information shall be consulted regarding the required reductions in cable length. NOTE The required channel performance is provided using the formulas provided in this table and based upon a statistical approach of performance modelling.			
[a] where *C* is the length of the fixed cable A (m); *N* is the number of connections (subject to maximum of 4, otherwise NEXT, Return Loss and ELFEXT performance should be verified); *F* is the combined length of cords and jumpers (m); *X* is the ratio of the insertion loss of the fixed cable A (dB/m) to the insertion loss of the relevant category of cable (dB/m); *Y* is the ratio of insertion loss of the cords/jumpers (dB/m) to the insertion loss of the relevant category of cable (dB/m).			

In Table 11, it is assumed that

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

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

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

b) Enhanced reference implementation

Figure 13 shows the model used to correlate cabling dimensions specified in 4.4.3 with the channel specifications in ISO/IEC 24702. The cabling channel shown contains four connections. For the purposes of 4.4.3, jumpers are equivalent to cords.

The channel includes cords or cables in a flexible order.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

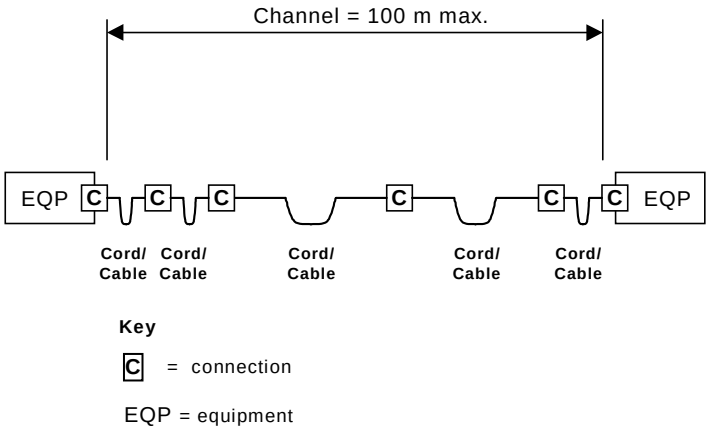


Figure 13 – Enhanced reference implementation model

In Table 12, it is assumed that

a) the maximum channel length is 100 m;

b) all the cables may have a different insertion loss specification than the relevant Category of cable specified in IEC 61156 series;

c) each of the cables may have different insertion loss specifications;

d) each of the cables may be subject to different temperature conditions.

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

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

NOTE Y_i is defined in Table 12.

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

Table 12 – Enhanced reference implementation formulas

Category	Component		
	Class D	Class E	Class F
5	$\Sigma_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 113 - 2 \times N$ [a]	-	-
6	$\Sigma_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 115 - N$	$\Sigma_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 106 - N$	
7	$\Sigma_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 119 - N$	$\Sigma_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 109 - N$	$\Sigma_{(i=1 \text{ to } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 106 - N$
NOTE The required channel performance is defined using the formulas provided in this table and based upon a statistical approach of performance modelling.			

[a] where

I is the cable section from 1 to j (subject to a minimum of 1 and a maximum of 5);

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

F_i is the length of the cable (m);

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

Z_i is the derating of insertion loss of the cords (dB/m) for operating temperatures above 20 °C, defined in Table 13.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

In the case where end connections differ from those specified for the standard channel, the planner shall request that the test equipment is calibrated with the cords and adapters intended to be used in the channel.

c) End-to-end link

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

4.4.3.2.2 Connections minimum distance

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

4.4.3.2.3 Balanced cabling splices

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

4.4.3.2.4 Balanced cabling bulkhead connections

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

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

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

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

4.4.3.2.5 Balanced cabling J-J adaptors

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

J-J adaptors are suitable to connect fixed cabling and flexible cabling, for example, for rolling c-track within a machine. J-J adaptors are also suitable to provide the connections in a conveyor belt composed of several modules that are plugged together when they are put into operation.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

4.4.3.3.1 Common description

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

4.4.3.3.2 Connections minimum distance

See 4.4.3.2.2.

4.4.3.3.3 Copper cabling splices

See 4.4.3.2.3.

4.4.3.3.4 Copper cabling bulkhead connections

See 4.4.3.2.4.

4.4.3.3.5 Copper cabling J-J adaptors

See 4.4.3.2.5.

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

4.4.3.4.1 Common description

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

$$L = 1\,000 \times \left[A - \sum_{i=1}^{J} M_{\mathrm{i}} - \sum_{i=1}^{K} S_{\mathrm{i}} - \sum_{i=1}^{P} B_{\mathrm{i}} \right] / \; C \qquad (1)$$

where

- L is the channel length (m);
- A is the maximum channel insertion loss/optical power budget (dB);
- M_{i} is the insertion loss specification of each connection (dB);
- S_{i} is the insertion loss specification of each splice (dB);
- B_{i} is the insertion loss specification of each bend (dB);
- J is the number of connections in the channel;
- K is the number of splices in the channel;
- P is the number of bends in the channel;
- C is the cable attenuation coefficient (dB/km).

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

The optical fibre cable used in the channel should be long enough for the intended installation to prevent having connections and splices.

Further details of bulkhead connections are given in 4.4.3.4.3.

4.4.3.4.2 Optical fibre splices

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

4.4.3.4.3 Optical fibre bulkhead connections

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

4.4.3.4.4 Optical fibre J-J adaptors (optical fibre couplers)

The insertion loss of an optical fibre J-J adaptor typically is equivalent to that of one connection.

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

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

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

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

No additional requirements.

4.4.4 Terminators

4.4.4.1 Common description

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

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

4.4.4.2 Specific requirements for CPs

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

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

No additional requirements.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4.5 Device location and connection

4.4.5.1 Common description

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

4.4.5.2 Specific requirements for CPs

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

4.4.5.3 Specific requirements for wireless installation

None.

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

No additional requirements.

4.4.6 Coding and labelling

4.4.6.1 Common description

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

NOTE See Clause 7 for additional information.

4.4.6.2 Additional requirements for CPs

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

Means for identifying optical fibre polarity shall be provided.

4.4.6.3 Specific requirements for CPs

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

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

See ISO/IEC 14763-2.

4.4.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shielded cabling

4.4.7.1 Common description

4.4.7.1.1 Basic requirements

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

4.4.7.1.2 Planner tasks

The planner shall perform the following tasks.

- **Requirement 1**

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

- **Requirement 2**

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

  – A quality of the earthing connections requirement as defined in 5.7.1.
  – A common bonding network (CBN) with the required earth impedance and high current carrying capacity shall be available formed by all metallic constructional components.
  – In order to insure long-term reliability, appropriate measures shall be performed to protect earthing cables and connections against corrosion.

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

4.4.7.1.3 Methods for controlling potential differences in the earth system

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

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

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

4.4.7.1.4 Selection of the earthing and bonding systems

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

4.4.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways

4.4.7.2.1 Equalisation and earthing conductor sizing and length

The equalisation conductors and earthing conductors shall have a resistance $< 1\ \Omega$ (see 5.7.1). The cross-sectional area of these conductors should be no less than the lower value shown in Table 14. The length of earth straps should be no less than 25 mm (1 in). Local regulations may require additional earthing conductor requirements.

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

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

Table 14 – Equalisation and earthing conductor sizing and length

Cross-sectional areas mm^2		Maximum length m
IEC 60228	AWG	[a]
	8,36 (8 AWG)	291
10		349
	10,5 (7 AWG)	368
	13,3 (6 AWG)	461
16		556
	16,8 (5 AWG)	582
	21,1 (4 AWG)	736
25		870

[a] Length of a conductor having a resistance R = 0,6 Ω.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

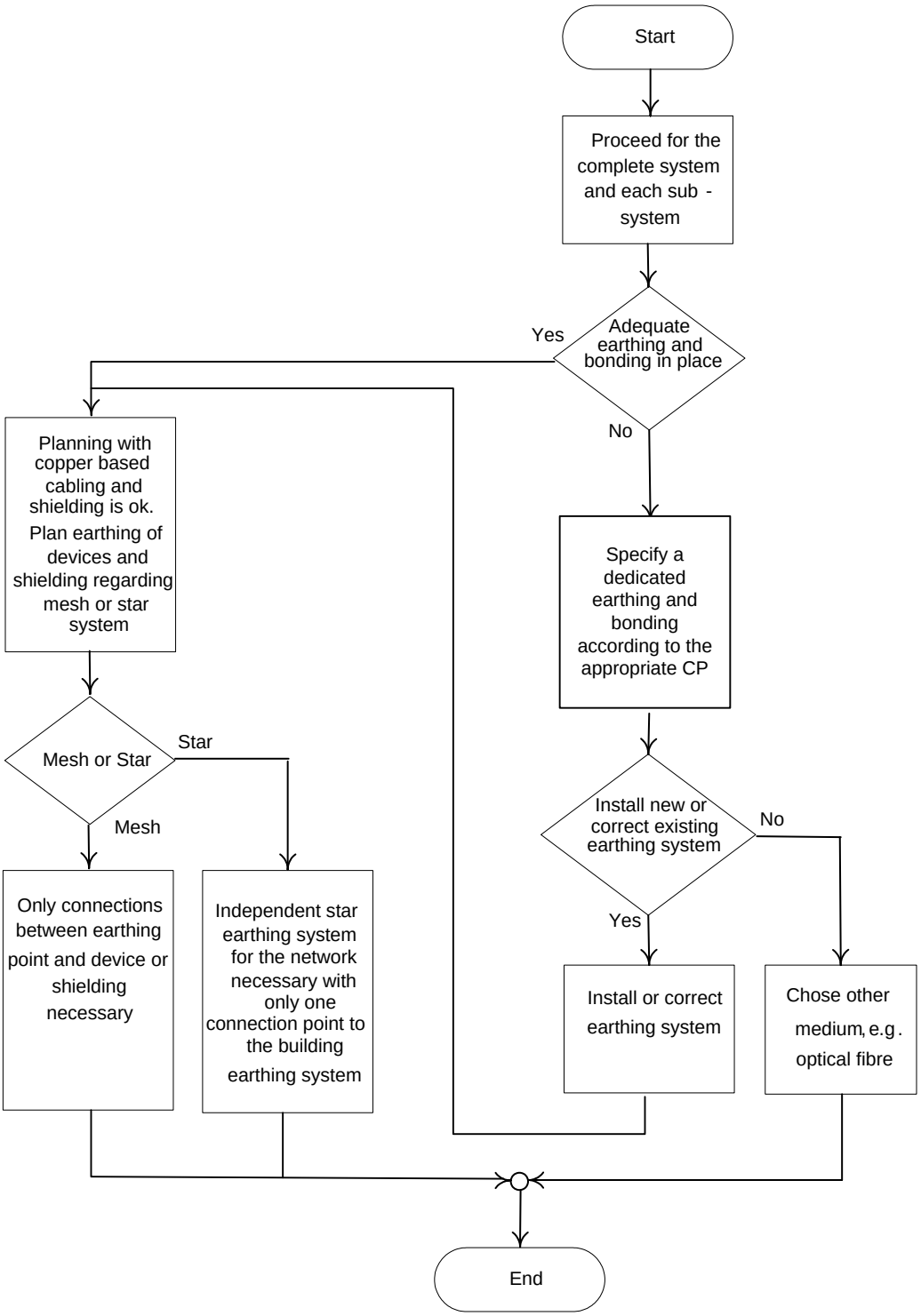


Figure 14 – Selection of the earthing and bonding systems

4.4.7.2.2 Bonding straps and sizing

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 15 – Bonding straps cross-section

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

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

Table 16 – Bonding plates surface protection

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

4.4.7.2.3 Surface preparation and methods

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

4.4.7.2.4 Bonding and earthing

The planner shall require the following.

a) Earthing connections for the cabinets shall not be daisy chained.

b) Where two independently moving metallic pathways are separated, a flexible bonding strap shall be used to bond the two metallic sub pathways together (see Figure 28).

c) Where two metallic pathways are mechanically connected using solid metal straps, a separate flexible bonding strap may be used.

d) Expansion joints and joint connections shall be bridged by flexible bonding straps (see Figure 28).

e) All inactive metal parts, particularly in the immediate vicinity of automation components and communication cables, shall be bonded to the earthing system. This includes all metal parts of cabinets, construction and machine parts, etc., that do not have any electrical conducting function in the automation system.

f) If an equipotential system is required, metallic conductive cable pathways shall be included in the equipotential bonding of the system and between the individual system sections. The planner shall specify how often the pathways shall be connected to the equipotential bonding system.

g) The individual segments of the cable pathways shall be connected at low impedance with each other.

h) Earthing conductors shall be kept as short as possible.

i) Excess lengths of earthing and bonding conductors shall not be coiled.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4.7.3 Earthing methods

4.4.7.3.1 Equipotential

Figure 15 shows an example of wiring for bonding enclosures, pathways and wiring of the earths arranged as a mesh to implement an equipotential earthing configuration.

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

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

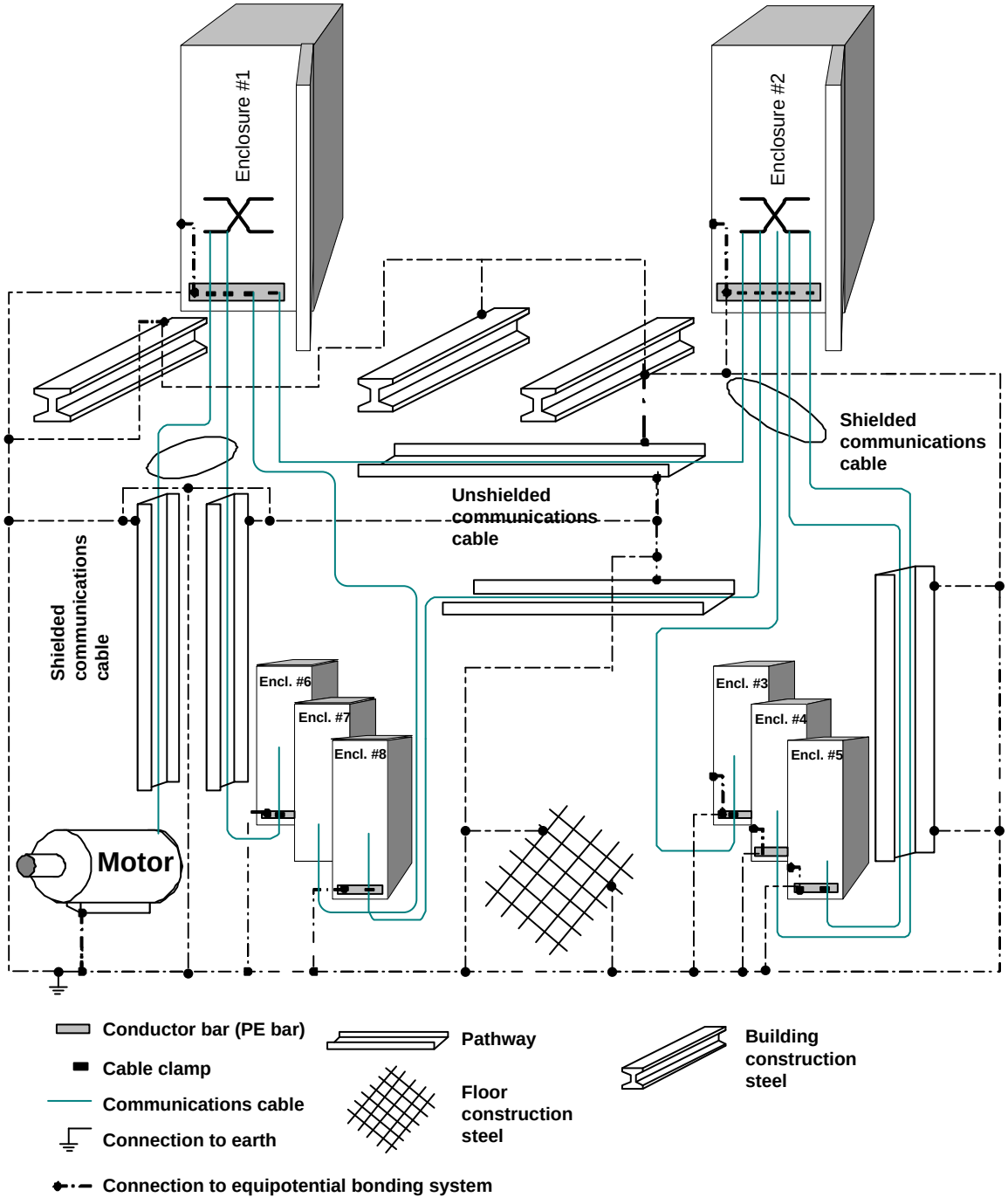


Figure 15 – Wiring for bonding and earthing in an equipotential configuration

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

NOTE Safety always takes precedence over EMC.

4.4.7.3.2 Star

Currents in earth paths generated by high currents can be controlled by the means of a star earthing system and by isolating the signal earth from the equipment earth. This is accomplished by providing two star earths, one for the equipment and a second for the communication equipment. Shields for the communication equipment shall be referenced only to the signal earth and no equipment shall be referenced to the signal earth. Each of the star earths of the two systems shall converge to one point within the building, as shown in Figure 16.

When the devices are required to be connected to a functional earth system that is isolated from the protective earth system at the enclosures, the planner shall specify the method to be used for the isolation. Isolated bus bars can be used to create a signal earth or functional earth (see Figure 30).

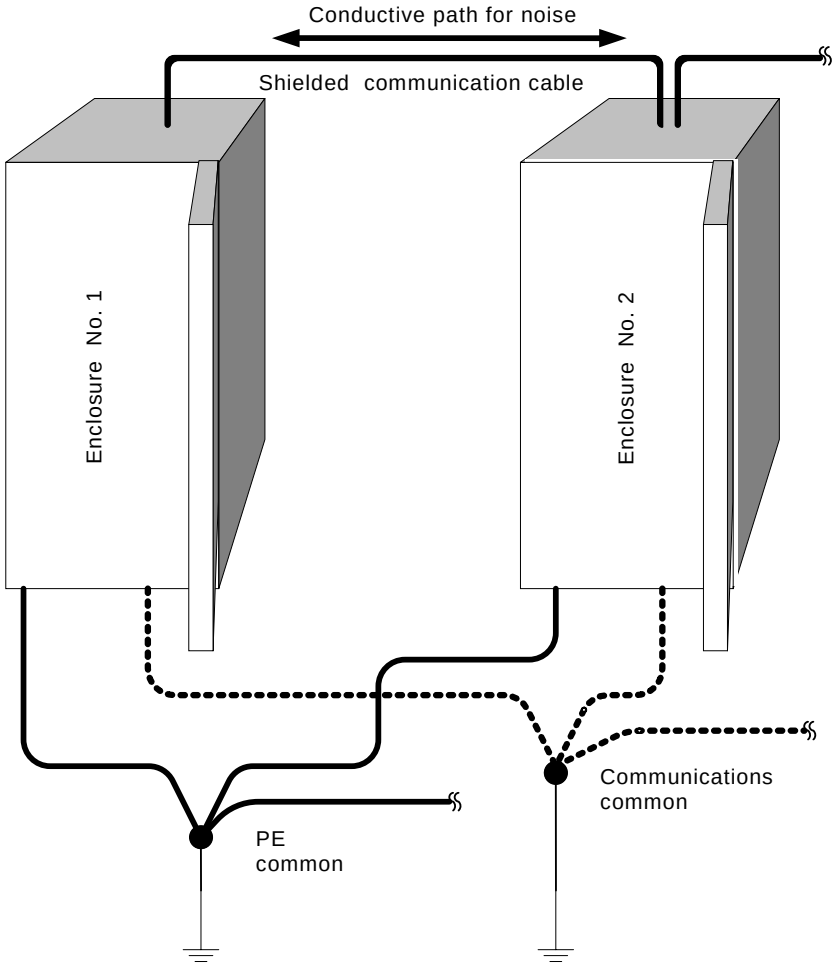


Figure 16 – Wiring of the earths in a star earthing configuration

4.4.7.3.3 Earthing of equipment (devices)

Equipment is normally earth connected, whereby the equipment's functional earth (M) is connected to the protective earth (PE) over a large area (see Figure 17). In exceptional circumstances, equipment can be arranged as a non-earthed system. This may be necessary if high short-circuit currents can occur (induction furnaces, etc.). In a non-earthed system, it is necessary to provide an insulation-monitoring device with a voltage limiter as shown in

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure 18. The term “non-earthed” is also used if a parallel RC circuit is fitted between the communication shield and earth. Many devices are fitted with a parallel RC circuit of this type to improve the interference immunity. This should be considered when choosing an earth-leakage monitor. In addition, the non-earthed arrangement ensures that uncontrolled equalisation currents do not damage or disrupt communication devices on the bus. The relevant safety regulations shall be observed.

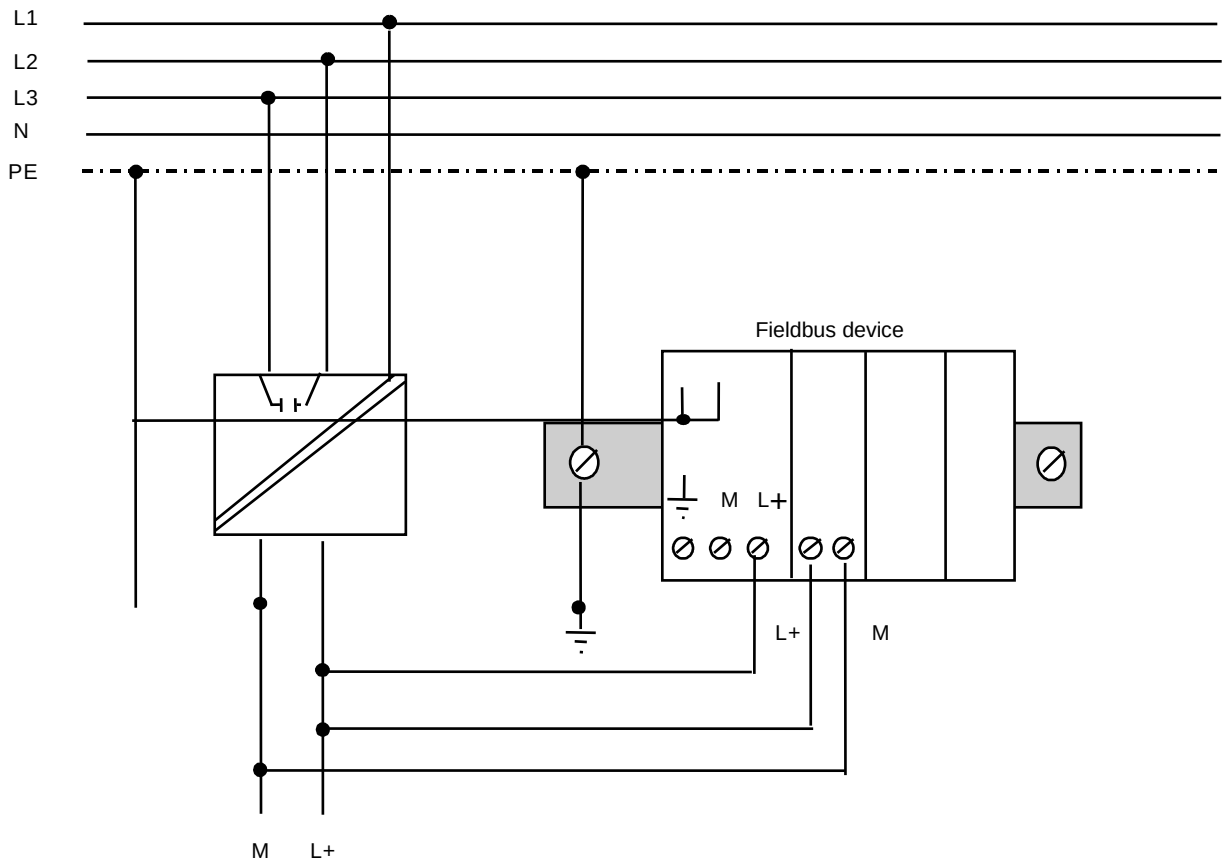


Figure 17 – Schematic diagram of a field device with direct earthing

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

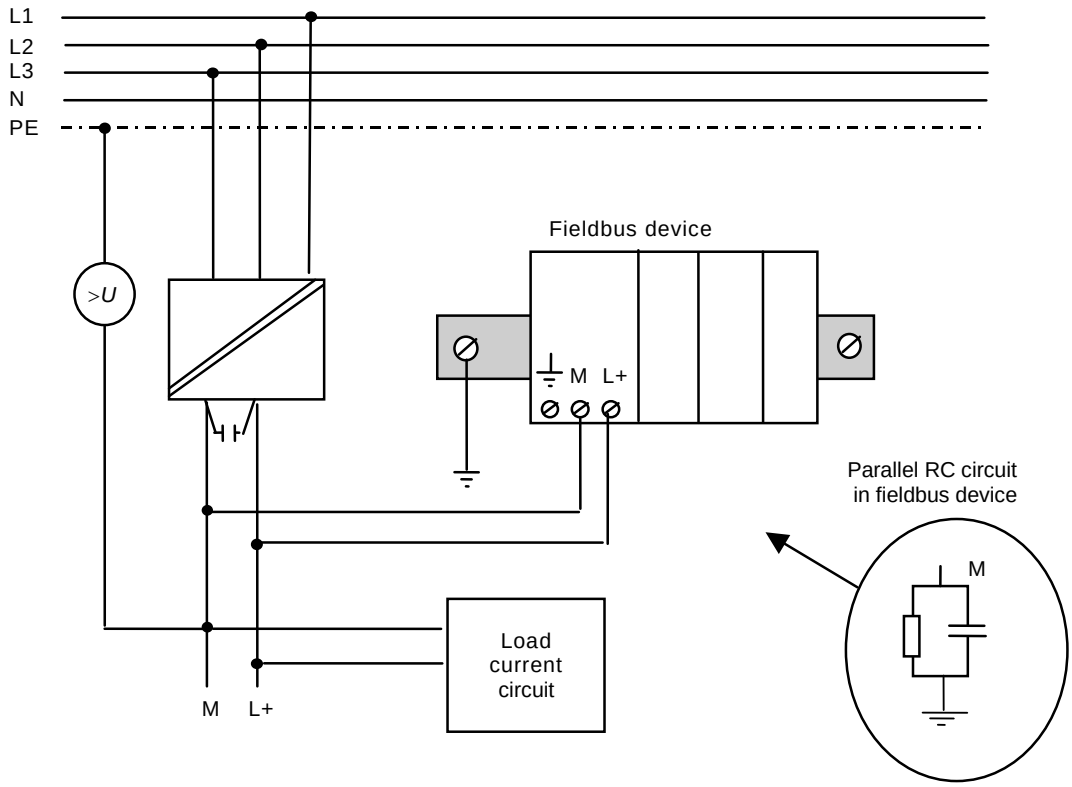


Figure 18 – Schematic diagram of a field device with parallel RC circuit earthing

4.4.7.3.4 Copper bus bars

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

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

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

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

The bus bar impedance is seen in series to all earthing conductors connected to it. For fault current capability, the bus bar cross sectional area shall be at least five times the cross sectional area of the earthing conductor connected to the bus bar; considering the largest earthing conductor listed in Table 14 it shall be at least 125 mm^2. A maximum useful thickness of 9,25 mm is determined by the skin effect at 50 Hz. The minimum thickness value shall be 5 mm for mechanical capability; in this case, the minimum width shall be 25 mm. The bus bar width shall provide full coverage of the connecting hardware.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

where

L_{max} is the maximum length in m;

Z_{max} is the maximum impedance in Ω;

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

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

ρ is the resistivity of the conductor; for copper, its value is 1,68 10^{-8} Ω × m (at 20 °C) and for copper alloy annealed as specified above is 1,81 10^{-8} Ω × m (at 20 °C).

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

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

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

The bus bar shall be used in accordance with 5.7.2.3. When it is necessary to isolate a copper bus bar, the isolation to the local earth shall be > 2 MΩ.

4.4.7.4 Shield earthing

4.4.7.4.1 Non-earthing or parallel RC

The planner shall specify if the installer shall use the non-earthed shield termination or shield termination earthed with a parallel RC circuit (see Figure 32).

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

4.4.7.4.2 Direct

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

If the voltage offset between two communicating devices, which are directly connected to earth, exceeds 1 V, then an equalization conductor shall be added to mitigate the voltage offsets that might otherwise create current through communication shields (see Figure 35). The cross-sectional area shall be in accordance with 4.4.7.2.1. The planner shall document the requirements for this conductor in the cabling planning documentation.

4.4.7.4.3 Derivatives of direct and parallel RC

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

4.4.7.5 Specific requirements for CPs

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

See ISO/IEC 14763-2.

4.4.8 Storage and transportation of cables

4.4.8.1 Common description

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

4.4.8.2 Specific requirements for CPs

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

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

See ISO/IEC 14763-2.

4.4.9 Routing of cables

4.4.9.1 Common description

Subclause 4.4.9 describes the requirements for CPs cable routing inside buildings and enclosures and outside buildings.

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

- Cable routes shall be selected to minimize noise coupling and crosstalk.
- Excess cables shall be dressed to minimise noise coupling from adjacent radiators, i.e. shaped like an 8 with a length of 0,3 m to 0,5 m and maintaining correct bend radius.
- Cables (optical fibre and balanced) shall be routed in such a way that they are protected from damage.
- Cables shall be grouped according to the circuit types as defined in Table 17.

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

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

The planner shall request that the pathway systems used for EMC purposes are installed in accordance with the following rules (see Figure 28).

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

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

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

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

4.4.9.2 Cable routing of assemblies

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

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

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

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

4.4.9.3 Detailed requirements for cable routing inside enclosures

The planner shall specify:

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

4.4.9.4 Cable routing inside buildings

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

a) Communication cables routed inside buildings shall be separated from other cable circuits as specified in Table 17.
b) When installed in metallic pathways, the pathways shall be earthed and bonded in accordance with 4.4.7.3.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

c) If communication cables share the same pathway with other cable circuits, they may require isolation by means of metallic partitions. The metallic partition shall be selected in accordance with the behaviour needed from an EMC point of view (see Figure B.5).

d) Communication cables and low-voltage power cables or the individual cable circuit types shall be isolated from each other by a metallic partition if only one metallic pathway is available for the several cable circuit types. The partition shall be directly connected to the pathway.

4.4.9.5 Cable routing outside and between buildings

The rules described in 4.4.9.4 also apply for installing cabling outside buildings. Cables installed between buildings should be installed in plastic pipe.

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

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

4.4.9.6 Installing redundant communication cables

Redundant cables should always be installed in separate cable routes in order to prevent simultaneous damage. Labels should be used as a means of distinguishing between redundant cables. The planner may require additional measures in accordance with IEC 62439.

4.4.10 Separation of circuits

Table 17 defines the minimum distances between circuit types.

Requirements in Table 17 apply to all cabling.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 17 – Cable circuit types and minimum distances

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

4.4.11 Mechanical protection of cabling components

4.4.11.1 Common description

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

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

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

4.4.11.2 Specific requirements for CPs

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

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

See ISO/IEC 14763-2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4.12 Installation in special areas

4.4.12.1 Common description

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

Documents for installation implementation shall be provided.

4.4.12.2 Specific requirements for CPs

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

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

See ISO/IEC 14763-2.

4.5 Cabling planning documentation

4.5.1 Common description

Cabling planning documentation shall be produced based upon the requirements of 4.1, 4.2, 4.3, and 4.4 and shall contain the elements listed in 4.5.2, 4.5.3, and 4.5.4 as appropriate.

4.5.2 Cabling planning documentation for CPs

The cabling planning documentation should contain the following information:

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

4.5.3 Network certification documentation

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

4.5.4 Cabling planning documentation for generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702

See ISO/IEC 14763-2.

4.6 Verification of cabling planning specification

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

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

5 Installation implementation

5.1 General requirements

5.1.1 Common description

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

5.1.2 Installation of CPs

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

5.1.3 Installation of generic cabling in industrial premises

For generic cabling in accordance with ISO/IEC 24702, the general requirements and recommendations for installation shall be in accordance with ISO/IEC 14763-2. The specific requirements and recommendations laid out in Clause 5 apply for the installation of generic cabling in industrial premises as described in ISO/IEC 14763-2.

5.2 Cable installation

5.2.1 General requirements for all cabling types

5.2.1.1 Storage and installation

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.2.1.2 Protecting communication cables against potential mechanical damage

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

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

Table 18 – Parameters for balanced cables

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

Table 19 – Parameters for silica optical fibre cables

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

Table 20 – Parameters for POF optical fibre cables

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 21 – Parameters for hard clad silica optical fibre cables

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

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

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

Pathway systems shall be specified by the planner and installed to eliminate the risk of damage from sharp edges or corners. Edge protection should be used as shown in Figure 19. Where is required, the installer shall install pathways which provide protection from water or other contaminant liquids.

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

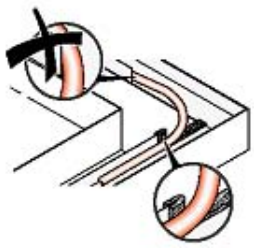


Figure 19 – Insert edge protector

Where the cable is to be pulled within shared pathways, the installer shall take precautions to prevent damage to both new and existing cables or structures.

Redundant cables should always be installed in separate cable routes in order to prevent simultaneous damage through the occurrence of the same event (see 4.4.9.6).

5.2.1.3 Avoid forming loops

When pulling cables into pathways, the installer shall use a suitable cable spool management method to prevent damage caused by torsion and looping (see Figure 20).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

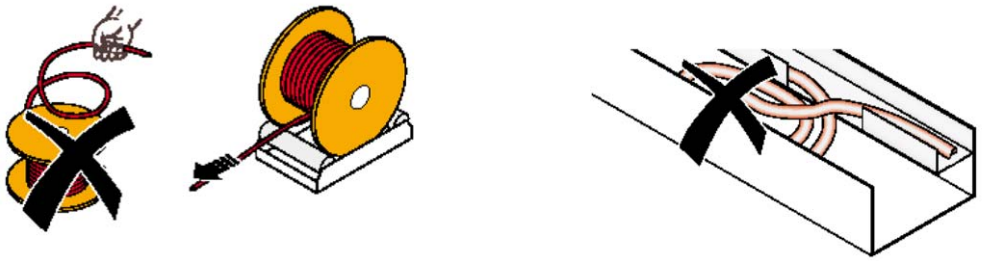


Figure 20 – Use an uncoiling device and avoid forming loop

5.2.1.4 Torsion (twisting)

Torsional stress can result in shifting individual cable construction elements and therefore may have a negative influence on the electrical properties of the cable. For this reason, communication cables shall not be twisted as shown in Figure 21, unless they are specially designed cables for torsional strain (for example in robotic applications).

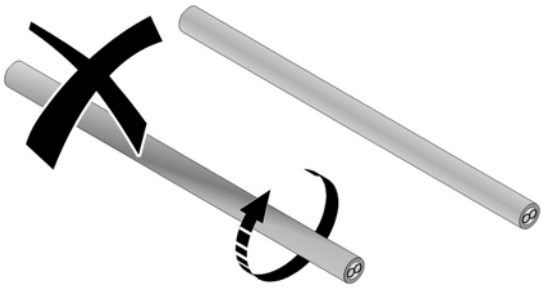


Figure 21 – Avoid torsion

5.2.1.5 Tensile strength (on installed cables)

When installing additional cables in pathways, the installer shall use installation methods that ensure that the tensile strength limits of the installed cables are not exceeded.

5.2.1.6 Bending radius

The minimum-bending radius of a cable is as specified in 5.2.1.2, in accordance with the manufacturer's data sheet. The bending radius shall not fall below the specification at any time.

NOTE 1 Failure to observe this requirement could result in permanent degradation in the cable's electrical or optical performance.

NOTE 2 The bending radius of a cable is depending on the following.

Bending radius is greater while pulling it under tensile load than in a resting, installed state.

Bending radius only applies for the flat side when bending flattened cables. Bending over the rounded side requires much greater radii.

It is recommended to secure cables with cable clamps when installed at a right angle and with proper strain relief as shown in Figure 22.

NOTE 3 Over-tightening the clamps could crush the cable.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

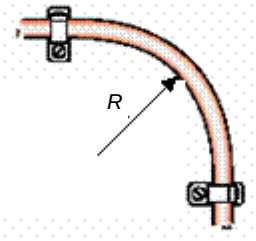


Figure 22 – Maintain minimum bending radius

5.2.1.7 Pull force

The permitted pull force of a cable is as specified in 5.2.1.2, in accordance with the manufacturer's data sheet. The pull force acting on the cable shall not exceed the maximum tensile strength of the cable during handling (for example rewinding) or when installed. Cables shall not be pulled by the individual wires or optical fibres as shown in Figure 23.

Install a pulling grip to the end of the cable to be pulled. This helps to reduce the strain on the cable while pulling into pathways. Wire rollers should be used to reduce the strain on the cable while pulling into the pathway.

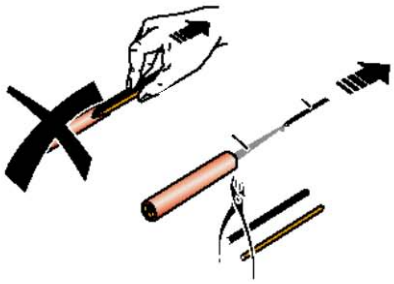


Figure 23 – Do not pull by the individual wires

5.2.1.8 Fitting strain relief

A strain relief component shall be fitted at a distance of about 1 m from the connecting point of all cables subject to tensile forces (see Figure 24).

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

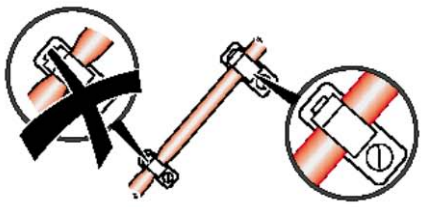


Figure 24 – Use cable clamps with a large (wide) surface

Cables shall be properly strain relieved when hanging from ceilings in pendant applications.

Cable clamps shall be used to secure cables in place within control cabinets.

NOTE 2 Over-tightening the clamps could crush the cable.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Cables shall be secured using fabric hook-and-loop or plastic fastening elements with a large surface to avoid deforming the cables. The fastening elements should have a width of at least 5 mm (0,197 in) and should be fastened without power tools.

5.2.1.9 Installing cables in cabinet and enclosures

Cable wire glands with bending protection or other suitable methods shall be used to prevent cable damage due to exceeding the minimum bend radius of the cable (see Figure 25).

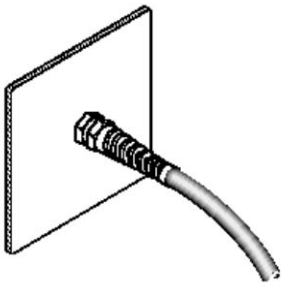


Figure 25 – Cable gland with bending protection

5.2.1.10 Installation on moving parts

Where cables are installed on or between moving parts (for example doors in industrial enclosures/control cabinets), they shall be protected by appropriate fittings to prevent the specified bend radius being compromised (see Figure 26).

5.2.1.11 Cable crush

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

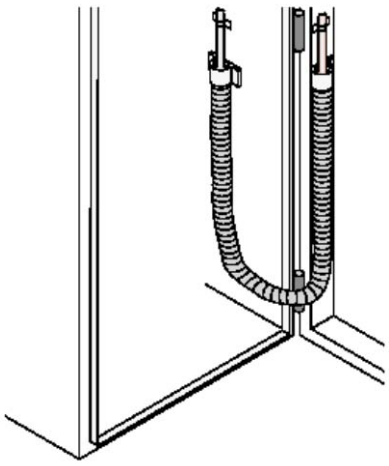


Figure 26 – Spiral tube

5.2.1.12 Installation of continuous flexing cables

Where cables are installed on rolling “C tracks” they shall be laid straight and parallel to the movement of the track. In addition, the separation rules from other circuits shall be observed. The appropriate high flex cable shall be used in a rolling "C" track application. Continuous flexing cables shall be installed in accordance with 4.4.1.5.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.2.1.13 Additional instructions for the installation of optical fibre cables

5.2.1.13.1 Use yarn for pulling

Cable pulling tool shall only be used if

- specified in the cables suppliers instructions;
- it is applied to the constructional elements of the cables as specified in the cable supplier's instructions.

5.2.1.13.2 Cautions for handling optical fibre cables

The installation of optical fibre cabling shall be performed in accordance with the safety requirement of IEC 60825-2 or local regulations.

Open accessible optical fibre ends shall be kept away from skin and eyes.

It is good practice to follow the following recommendations.

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

When viewing the optical fibre connector, the installer should be sure that the opposite optical fibre end is disconnected from the transceiver or light source.

5.2.1.13.3 Keeping plugs clean

Protective caps shall be applied to all exposed optical fibre plugs and adaptors to prevent contamination and damage to optical fibre end-faces.

5.2.1.13.4 Attenuation change under load

When mixing optical cables with other cable types, care should be taken as to the order of the cable installation to protect the cables from damage.

NOTE This is to protect optical fibre cables against increased bending and tensile loads as, for example, when balanced cables are replaced in the shared cable pathway.

5.2.1.13.5 Strain relief

Strain relief devices shall be used to reduce mechanical strain on the cable connector interface.

5.2.1.13.6 EMC ruggedness

Optical fibre cables, even if without metallic sheathing or amour, are resistant to electromagnetic influences. If permissible under local regulations, optical fibre cables may be directly mixed with other circuits (for example 230/400 V supply).

5.2.1.13.7 Crush resistance

Metallic sheathing or armour provides mechanical protection for fibre optic cables. When conductive protection is used on optical fibre cables care shall be used in mixing with other circuits of high voltage.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.2.2 Installation and routing

5.2.2.1 Common description

The installer shall ensure that the cables are compatible with the environmental conditions of the proposed route. For help in classifying the environment, see 4.2.3 and Annex B.

Particular attention is drawn to the following:

- when routing cables in high temperature areas, the cables installed shall be suitable for high temperature environments;
- when routing cables through wet areas, the cables installed shall be suitable for wet locations;
- when routing cables in aggressive chemicals or gaseous areas, the cables installed shall be suitable for the specific chemicals in the environment.

The routing of cables shall take into account the presence, or potential presence, of electromagnetic interference. Unless appropriate components are selected or mitigation techniques are applied:

- cables shall be routed away from high EMI sources such as motors, motor drives, arc welders, induction heaters, etc.;
- cables shall not be routed in parallel with other noise carrying conductors including mains power.

The installer shall take measures to prevent any flammable materials that are present within cables (for example petroleum gel) leaking in pathways, closures or at any point of termination.

Where cables contain liquid or gel filling materials it is advisable to use protective caps (or equivalent) over exposed ends of the cable. This is particularly important where there may be considerable delays between installation of the cable and final termination.

As for the optical fibre cables, the installer shall observe the minimum cabling path loss requirements (cables and connectors) to insure proper functioning channel. In addition, the instructions of the cable, plug connector and device manufacturer shall be observed.

Labels shall be applied in accordance with the cabling planning documentation.

5.2.2.2 Separation of circuits

To avoid negative effects on communication due to EMI, minimum separation distances shall be observed between cables of different circuits as defined by the planner according to requirements given in 4.4.10.

Communication cables should be installed in a separate pathway away from other circuits to reduce the effects of EMI on the communication cables. In shared pathways, communication cables shall be isolated from other circuits by means of metallic barriers as specified by the planner (see Figure B.5).

Figure 27 provides an example of separation for optical fibre cables.

NOTE Separation provides a number of advantages:

– improvement of the EMC;

– protection of existing cables from damage caused by pulling additional cables in the pathway;

– easier localisation if troubleshooting becomes necessary.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

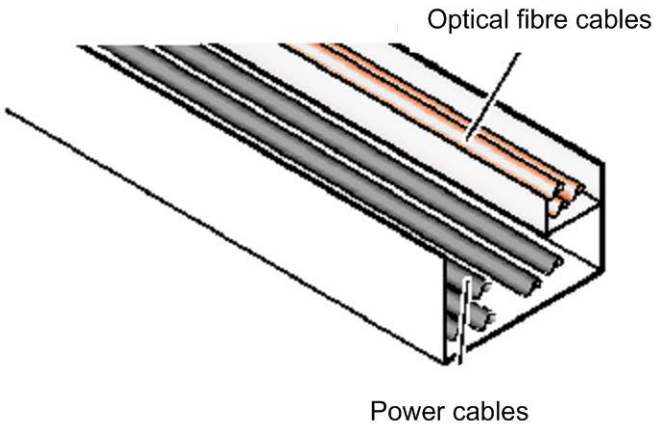


Figure 27 – Separate cable pathways

5.2.3 Specific requirements for CPs

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

5.2.4 Specific requirements for wireless installation

None.

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

See ISO/IEC 14763-2.

5.3 Connector installation

5.3.1 Common description

Cables shall be terminated in accordance with the instructions provided by the manufacturer/supplier of the connecting hardware. If special tools are required for the termination, then only those recommended by the manufacturer shall be used.

Following termination, the cable elements shall be arranged in a manner that allows access to individual connectors, joints and cable elements with minimal disruption to neighbouring components during subsequent repair, expansion or extension of the installed cabling.

The connector pin-pair designation shall be in accordance with the cabling planning documentation.

When making cables or cord sets, the installer shall refer to Annex H for the appropriate connector and connector wiring.

The following common mistakes shall be avoided:

a) cutting the insulation of the wire, when stripping the cable. If the installer damages the insulation, he shall cut off the end of the cable and start over;

b) failure to put the connector shell or boot on in correct order of the connector installation;

c) un-twisting the pairs of symmetrical multi-core cables too far back. This is important for maintaining system performance in balanced cabling systems;

d) incorrect placement of conductors into the connector.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

In addition, for terminating UTP and STP twisted pairs cable ends the following recommendations and the basic rules described in 5.3.2 and 5.3.3 should be applied.

Trim conductors before installing into the connector body as short as possible. The length of the jacket shall be long enough to fit inside the connector back end.

Labels shall be applied in accordance with the cabling planning documentation.

5.3.2 Shielded connectors

The cable shield shall totally surround the cable along its entire length (a shielding contact applied only through the drain wire has little effect at high frequencies). Cable shields shall be terminated at all termination points.

At each termination point:

a) special attention shall be paid to the assembly of connection elements. The shield contact shall be applied over 360° according to the Faraday cage principle. The shield shall be terminated to provide a low impedance termination;

b) the shielding shall continue through an appropriate shield connection; normal pin contacts alone shall not be used;

c) discontinuities in the shielding shall be avoided, such as even small holes in the shield, pigtails, loops;

d) shield connections shall be firmly fixed, for instance by strapping or clamping;

e) shields shall not be used as a strain relief;

f) shields shall be earthed in accordance with the cabling planning documentation and the relevant CPs requirements.

Shielded connectors shall be installed in accordance with connector and cordset termination procedures given in Annex H and Annex I.

5.3.3 Unshielded connectors

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

Unshielded connectors shall be installed in accordance with connector and cordset termination procedures given in Annex H and Annex I.

5.3.4 Specific requirements for CPs

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

5.3.5 Specific requirements for wireless installation

None.

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

See ISO/IEC 14763-2.

5.4 Terminator installation

5.4.1 Common description

The installation of terminators shall be in accordance with the cabling planning documentation.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE Improper termination of any balanced cable element or shield may degrade transmission performance, increase emissions and reduce immunity (from 10.1.6 of ISO/IEC 11801:2002, Amendement 2:2010).

5.4.2 Specific requirements for CPs

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

5.5 Device installation

5.5.1 Common description

The installer, once agreed with the planner, shall make a note on the as-implemented cabling documentation regarding placement of devices that deviates from the cabling planning documentation.

Labels shall be applied in accordance with the cabling planning documentation.

5.5.2 Specific requirements for CPs

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

5.6 Coding and labelling

5.6.1 Common description

Coding and labelling shall be applied in accordance with planner's requirements.

5.6.2 Specific requirements for CPs

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

5.7 Earthing and bonding of equipment and devices and shield cabling

5.7.1 Common description

The installer shall perform the earthing of the installation (including equipment, pathways, devices and cable shields) in accordance with the cabling planning documentation, as detailed in 5.7, and should apply the recommendations of IEC/TR 61000-5-2.

Where required by the cabling planning documentation, the installer shall ensure that earthing conductors meet the following specifications.

- The resistive earth impedance should be less than 0,6 Ω and shall be less than 1 Ω. The resistive earth is measured between any two points at which communication devices or cable shields are earthed.

  NOTE 1 Inductive factors of the earth conductors will raise the effective earth impedance during high frequency events (see Annex B).

  NOTE 2 A low resistance is not a sufficient condition to guarantee functional performance with respect to communication errors.

The installer shall also ensure that connection resistance to the earth bus is $< 0{,}005\ \Omega$ (see 5.7.2.3).

Labels shall be applied in accordance with the cabling planning documentation.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.7.2 Bonding and earthing of enclosures and pathways

5.7.2.1 Equalisation and earthing conductor sizing and length

If conductor-sizing requirements are not defined in the cabling planning documentation, then the installer shall use the cable cross-section values defined in 4.4.7.2.1.

The earthing conductor length shall be no longer than necessary to complete the connection.

Excess earthing and bonding conductors shall not be coiled; doing so increases their inductance and impedance.

An earthing conductor shall not be placed into a metallic conduit unless the conductor is bonded at each end of the metallic conduit.

NOTE Omitting the bonding requirement increases the earthing conductor's impedance and defeats its effectiveness as a low impedance earth path for noise.

5.7.2.2 Bonding straps and sizing

If bonding straps requirements are not defined in the cabling planning documentation, then the installer shall use the bonding strap sizes defined in 4.4.7.2.2.

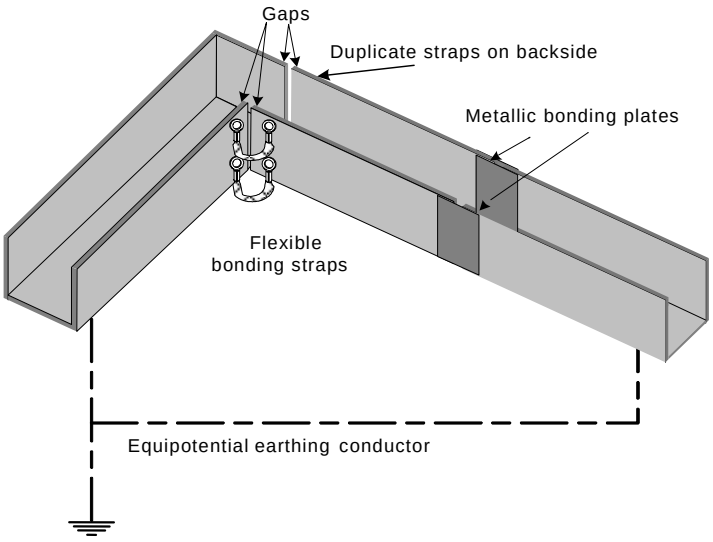


Figure 28 – Use of flexible bonding straps at movable metallic pathways

Figure 28 clarifies how the installer shall use the flexible bonding straps and the metallic bonding straps in accordance with the planner requirements specified in 4.4.7.2.4.

5.7.2.3 Surface preparation and methods

Figure 29 shows examples of proper mechanical implementation of earthing connections.

Figure 29 a) shows how to connect a sub plate to a back plate; Figure 29 b) shows how to connect an earthing conductor to a bus bar or to a sub plate; Figure 29 c) shows how to connect an earth bus bar to a back panel; Figure 29 d) shows how to connect an isolated earth bus bar to a back panel.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

- clean any paint and oxidation from all contacts and mating surfaces before affixing the earthing conductors;
- use either internal tooth star washers or flat washer as shown in Figure 29.

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

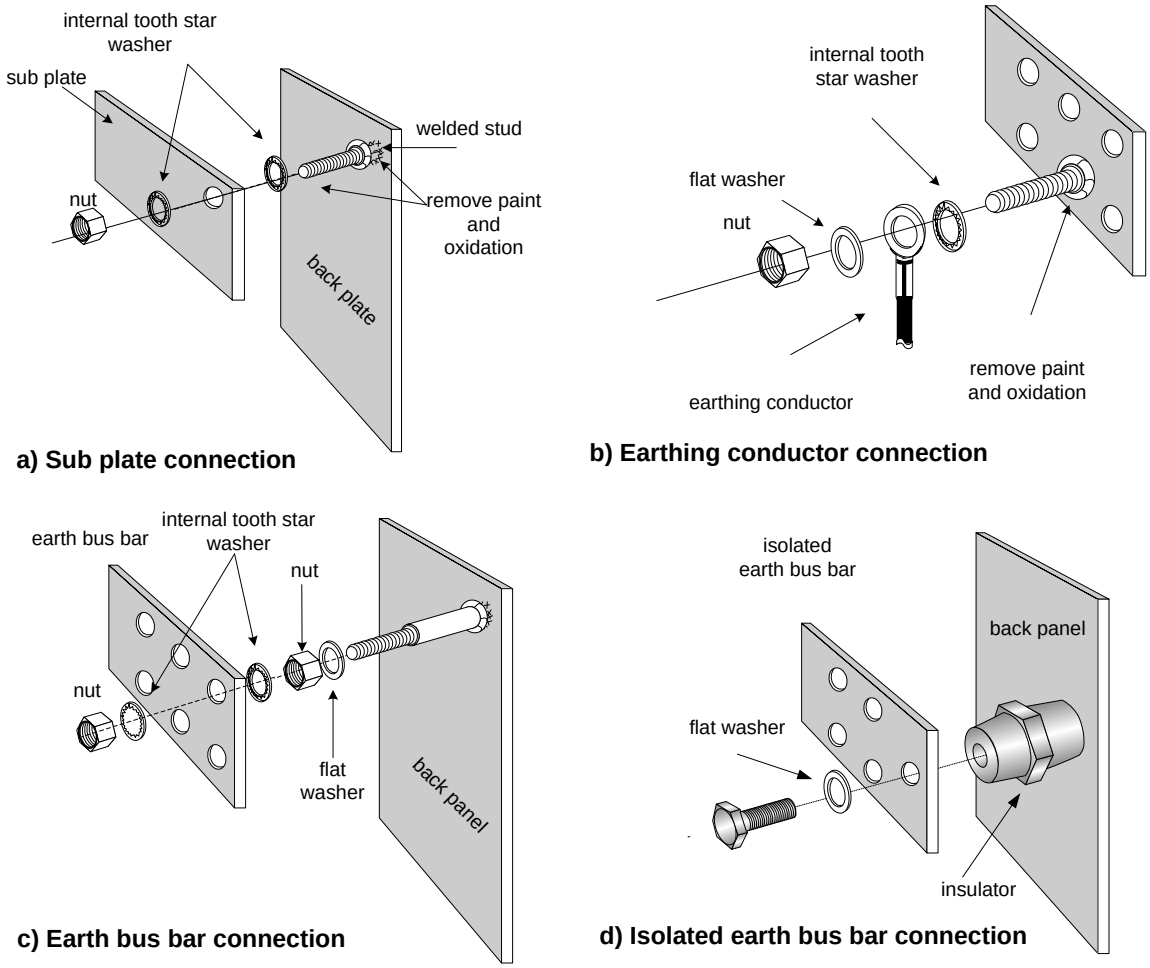


Figure 29 – Surface preparation for earthing and bonding electromechanical connections

5.7.3 Earthing methods

5.7.3.1 Equipotential

When installing enclosures and communication devices, in addition to what is defined by the planner, the installer shall ensure the following and what is specified in 5.7.2.2.

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

b) Each part of the installed network and devices shall be electrically connected to the potential equalization system/functional earth at as many places as possible, as defined by the planner. The earthing conductor, trays, parts of machines or supporting structures, and any additional equipotential bonding conductors should be integrated in the potential equalization system.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.7.3.2 Star

Where the cabling planning documentation specifies a star earthing system, and the devices are required to be connected to a functional earth system that is isolated from the protective earth system, the method specified by the planner shall be used with the addition of the following specifications: bus bars provide a convenient star earthing point for star earthing systems.

A method to reduce the length of the earthing conductors in a star earthing system requires connecting a work cell to a common star connection and then connecting this common star connection to the building earthing system, thus helping to eliminate earth offsets within a local work cell. If shielded communication cables travel from one work area to another, then the associated earths shall be part of the star earth system.

5.7.3.3 Earthing of equipment (devices)

5.7.3.3.1 Non-earthing or parallel RC

When the cabling planning documentation requires that devices are isolated from earth, then the leakage current shall be in accordance with the relevant installation profile.

If a parallel RC circuit is used between earth and the device, it shall be installed in accordance with the cabling planning documentation and the relevant communication profile. The value of the RC shall be in accordance with the relevant communications profile. The installer shall confirm the presence of the parallel RC circuit to ensure that the device is properly isolated. The isolated standoff shown in Figure 30 may be required to prevent shorting of the RC circuit.

5.7.3.3.2 Direct

The direct connection to earth shall be established in accordance with specifications provided in 5.7.1.

5.7.3.3.3 Installing copper bus bars

Where the cabling planning documentation specifies the use of isolated bus bars, the requirements specified by the planner shall be used with the addition of the following specifications.

– Figure 30 shows an example of the connection points provided by isolated bus bars.
– If the communication components are DIN rail mounted, then insulators for the DIN rails shall be used (see the example in Figure 31).

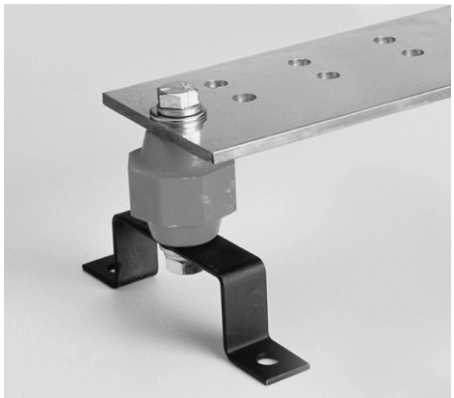


Figure 30 – Example of isolated bus bar

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure 31 – Example of isolator for mounting DIN rails

5.7.4 Shield earthing methods

5.7.4.1 General

When shielded cables are used, the housing of the device, and also the control cabinet in which the fieldbus device is mounted, shall have the same earth potential by providing a large-area metallic contact to earth (use, for example, copper to ensure a good connection).

It is important that communication cabling shields do not conduct noise currents due to earth offset and improper earthing of devices and enclosures. Noise currents in the cabling shield would cause disruptions in the communication network.

Subclauses 5.7.4.2 to 5.7.4.4 provide a description of earthing techniques that have been proved to help reduce communication faults due to earth offsets where shields might be terminated.

5.7.4.2 Parallel RC

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

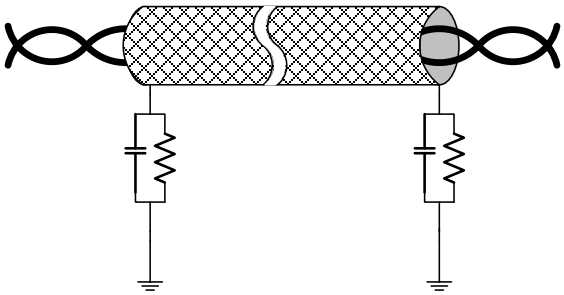


Figure 32 – Parallel RC shield earthing

5.7.4.3 Direct

Direct earthing of shield is as represented in Figure 33.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

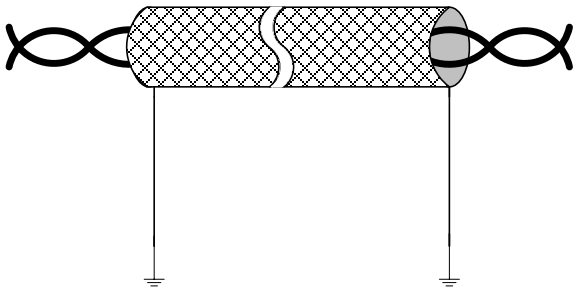


Figure 33 – Direct shield earthing

In addition, the installer shall observe the following points.

a) Do not damage the cable shielding foils and braids while stripping the outer sheath of the cable.

b) Cable contacts may only be established to the copper braided shielding sheaths, not to the aluminium foil-shielding sheaths, which are often also present. The foil-shielding sheath is usually fastened on one side to a plastic film to increase its tear resistance; therefore it is non-conductive.

c) Metallic cable clips for fasten braided shielding shall be selected to match the dimension of the cable (see Figure 34). The installer shall be aware of the following:

   1) this connection, if is too tight, permanently damages the cable by degrading the transmission performance; and,

   2) if is too loose, introduces noise in the system.

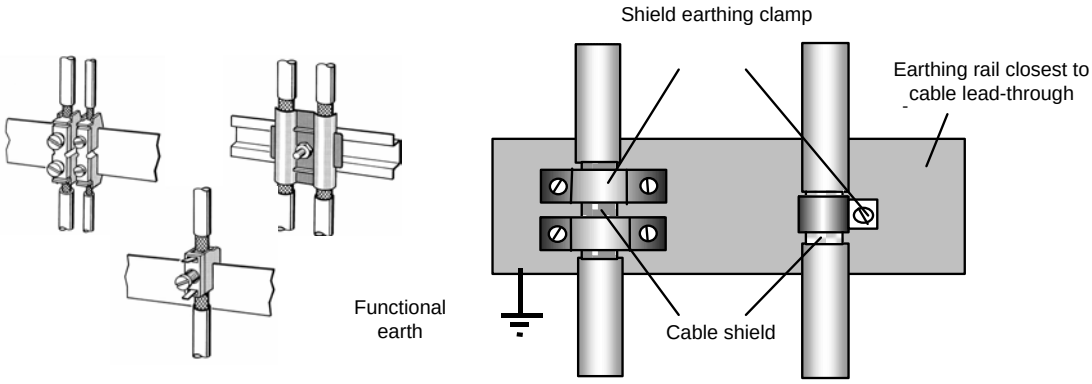


Figure 34 – Examples for shielding application

d) Tin plated or galvanically stabilized surfaces are ideal for establishing a good contact. With galvanized surfaces, the necessary contact shall be established by using a suitable screw connection. Contact points with painted surfaces are not suitable.

e) Shielding sheath clamps/contacts should not be used as strain relief, unless explicitly designed for such purpose. The contact could come loose or tear off.

Figure 35 shows how the installer shall use the equalization conductor to mitigate voltage offsets, as required by the planner (see 4.4.7.4.2).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

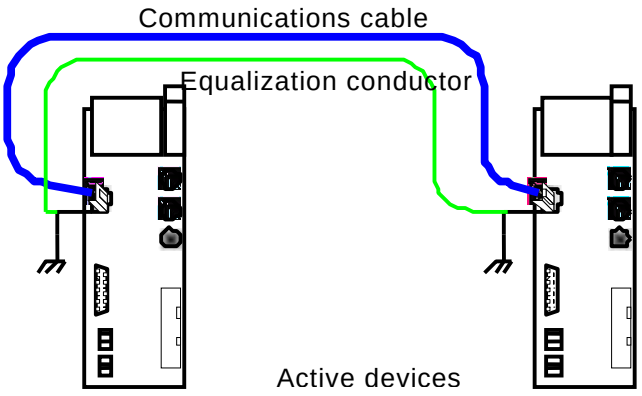


Figure 35 – Voltage offset mitigation

5.7.4.4 Derivatives of direct and parallel RC

Examples of derivates of direct and parallel RC earthing of shield are provided in Figure 36 and Figure 37.

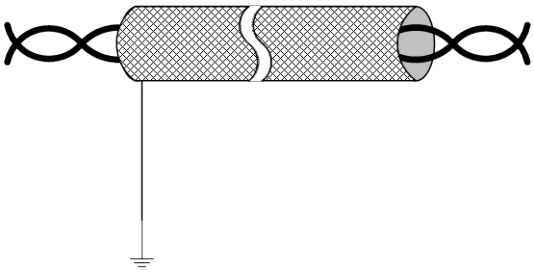


Figure 36 – First example of derivatives of shield earthing

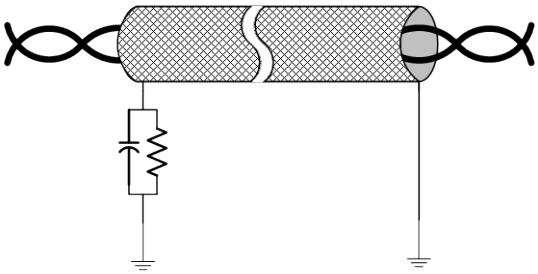


Figure 37 – Second example of derivatives of shield earthing

5.7.5 Specific requirements for CPs

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

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

See ISO/IEC 14763-2.

5.8 As-implemented cabling documentation

The installer shall document the result of the network installation. The as-implemented cabling documentation should include at least the following items:

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

a) inventory of installed components;
b) cable routing;
c) used labelling;
d) location for the devices to connect to the network
e) implemented channels.

6 Installation verification and installation acceptance test

6.1 General

Clause 6 addresses the verification and installation acceptance test of an installed cabling infrastructure.

Installation verification comprises the inspection of the cabling infrastructure and the testing of related aspects such as earthing systems against the following verification requirements:

a) the cabling planning documentation including deviations and additions as agreed by the planner;
b) the appropriate installation profile of the IEC 61784-5 series or ISO/IEC 24702 (in the case of generic cabling);
c) the requirements of Clause 5.

Acceptance testing ensures that the installation is capable of supporting the required application and includes

- inspection of the installed cabling;
- cabling transmission performance tests against the cabling planning documentation and any recorded deviations.

For cabling in support of CPs within the IEC 61784 series, the personnel performing the testing shall be familiar with the appropriate CP installation profile or ISO/IEC 24702 (in the case of generic cabling).

6.2 Installation verification

6.2.1 General

The verifier shall check (with a visual inspection and some simple measurements) that the entire network is installed in full accordance with the cabling planning documentation and that the as-implemented cabling documentation is complete and correct as required.

Verification is also done after each additional connection is made or after adds, maintenance, changes and moves.

NOTE The work of the verifier is usually done by the installer himself at the end of the installation.

Items to be verified according to cabling planning documentation are listed in the subclauses of 6.2.

These verification action items are aimed to ensure the network is installed in accordance with the cabling planning documentation and supports future maintenance and/or troubleshooting activities.

The schematic in Figure 38 is provided to guide the installation verification process.

Test tools should be selected based on the needs and the requirements of the specific CP. Commercial test tools may be available.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.2.2 Verification according to cabling planning documentation

Each installed cabling should be verified, against the requirements provided in 6.2.3 and the checklists in Annex G, for proper installation.

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

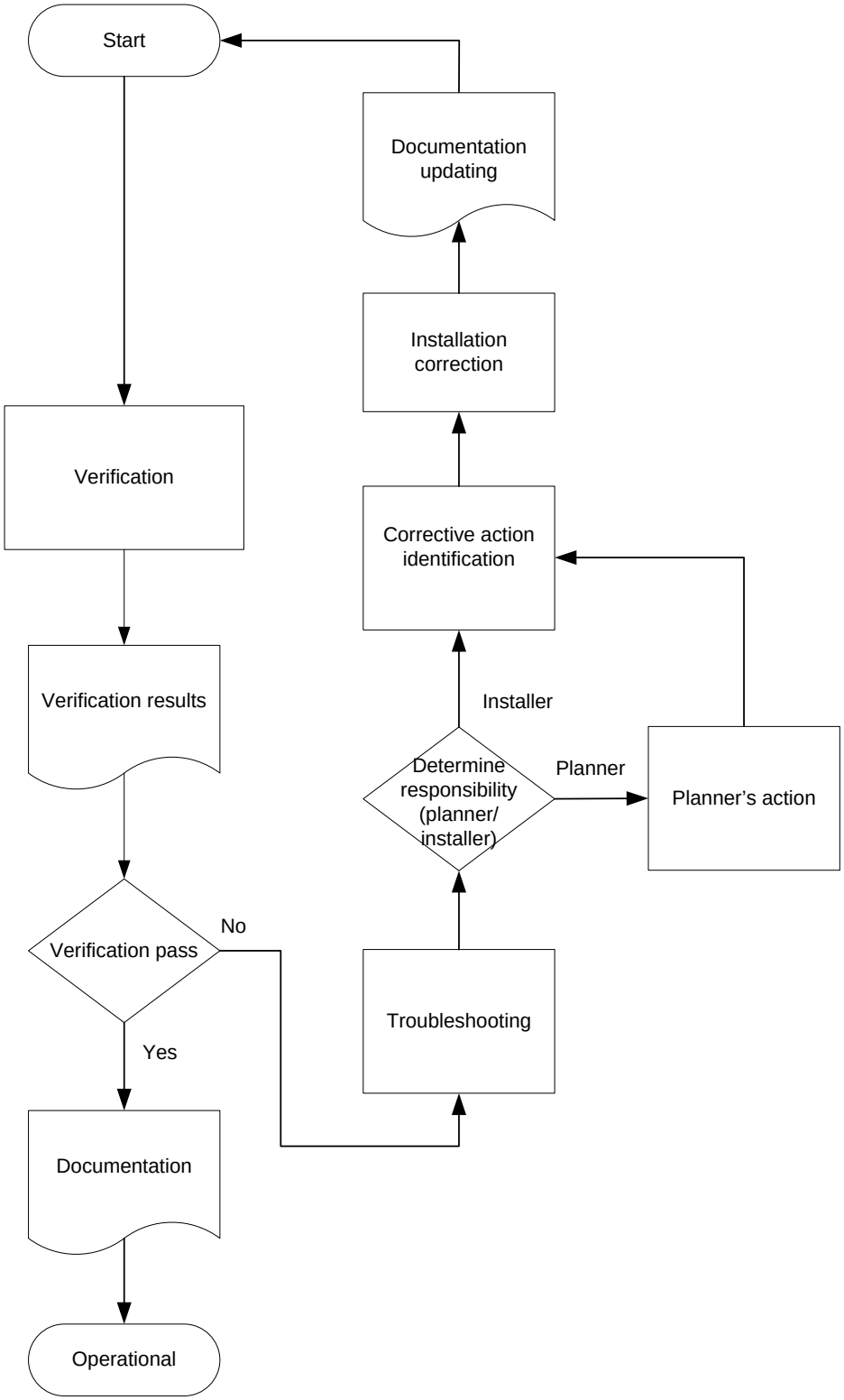


Figure 38 – Installation verification process

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.2.3 Verification of earthing and bonding

6.2.3.1 General

All earthing and bonding connections shall be in accordance with the cabling planning documentation and shall be verified to meet the minimum resistance requirements specified in 6.2.3.

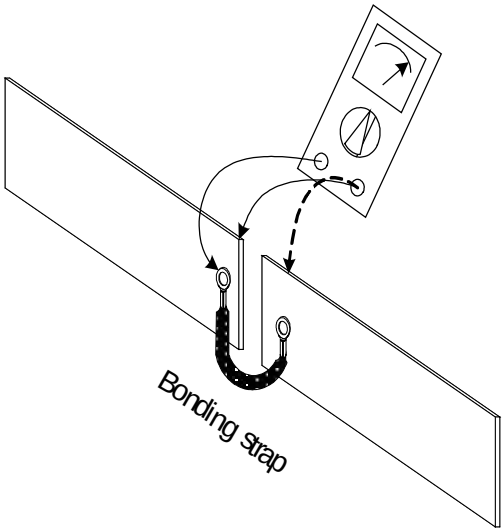


Figure 39 – Test of earthing connections

Test (see Figure 39), with the use of a suitable voltmeter (or oscilloscope), that the resistance or voltage offset between any installed earthing and bonding connection and one pre-existing earthing and bonding point is in accordance with requirements in 5.7.1 and 5.7.2 with communications cables connected or 1 V respectively without communications cables connected. The mechanical connection between a bonding or earthing conductor and any metal surface shall have a resistance less than 0,005 Ω. If distance prohibits this test, then visual verification of earthing requirements should be used in conjunction with verification of resistance measurements at the connection points. Visual verification should include verification of proper conductor size of earth and bonding conductors in accordance with the cabling planning documentation. If the above conditions cannot be met, then the earthing system should be corrected or alternate media shall be considered (UTP, optical fibre cables, or wireless).

Requirements specified in 6.2 apply to all equipment, equipment enclosures and telecommunications rooms.

Proper installation of copper bus bars shall be verified. If isolated from building steel at point of mounting, verify that isolation resistance is $>$ 2 MΩ between the bus bar and the point of mounting. If directly mounted to building steel, verify that resistance is $<$ 0,005 Ω between the bus bar and the building steel.

Verify that conductor connecting the bus bars together is in accordance with the planner's requirement defined in line with 4.4.7.3.4 in particular. Verify proper conductor size and that bonding resistance is ≤ 0,005 Ω between wire and bus bar.

Verify correct implementation of the star configuration or the equipotential configuration.

Verify that excess earthing and bonding conductors have been removed and not coiled.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.2.3.2 Specific requirements for earthing and bonding

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

6.2.4 Verification of shield earthing

Subclause 6.2.4 applies when shielded cables or cables with shielded elements or units are used. Only basic guidance is provided.

The procedures necessary to provide adequate earthing for both electrical safety and EMC are subject to national and local regulations, are dependent on proper workmanship, and are at times only accomplished with installation-specific engineering.

Note that improper termination of shields may degrade safety and or performance.

When shields shall be earthed they shall be verified according to the requirements of the appropriate CP installation profile. In the absence of specific guidance, the connection shall be verified to be ≤ 0,005 Ω between the shield and the point where it is bonded to earth.

6.2.5 Verification of cabling system

6.2.5.1 Verification of cable routing

Visual inspection should verify that the cable routing is in accordance with the planner's requirement and routing techniques.

NOTE Depending on the CP or network being installed there are specific topology limits (see Clause 4 and the respective CP installation profile for supported topologies). The cabling planning documentation defines the topology for the network to be installed.

Visual inspection of the network should include verification that

- the cabling has been installed with the proper isolation and separation from circuits as defined by this standard and the local regulations (see 4.4.10) and
- excess communications cable is in accordance with 4.4.9.1.

6.2.5.2 Verification of cable protection and proper strain relief

Verify that cables entering and exiting enclosures maintain seal, proper strain relief, and drip loops, where appropriate.

6.2.6 Cable selection verification

6.2.6.1 Common description

Verification should include verifying that the installed components are in accordance with the cabling planning documentation and as-implemented documentation.

6.2.6.2 Specific requirements for CPs

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

6.2.6.3 Specific requirements for wireless installation

None.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.2.7 Connector verification

6.2.7.1 Common description

Connector verification includes the following two requirements.

- The connectors are in accordance with the cabling planning documentation.
- The connector has been installed in accordance with the installation profile and the manufacturer's data sheet.

6.2.7.2 Specific requirements for CPs

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

6.2.7.3 Specific requirements for wireless installation

None.

6.2.8 Connection verification

6.2.8.1 Common description

The verifier shall verify proper number of connections, connectors used and wire mapping as described in the subclauses of 6.2.8.

6.2.8.2 Number of connections and connectors

Verify proper number of connections and connectors used, as specified in the cabling planning documentation, especially the number of permitted connections.

6.2.8.3 Wire mapping

The verifier shall verify that the wire mapping is in accordance with the cabling planning documentation. Test method is given in 5.3.2.2 of IEC 61935-1:2009.

Wire mapping is intended to verify pin-to-pin termination at each end and check for installation connectivity errors. For each of the conductors in the cable, the wire map indicates:

- continuity to the remote end;
- shorts between any two or more conductors;
- reverse pairs;
- split pairs;
- transposed pairs;
- any other miswiring.

Figure 40 and Figure 41 provide examples of pin and pair grouping assignments. Incorrect pairings are represented in Figure 42.

A reverse pair occurs when the polarity of one wire pair is reversed at one end of the permanent link (also called a tip/ring reversal).

A transposed pair occurs when the two conductors in a wire pair are connected to the position for a different pair at the remote connection.

NOTE 1 Pair transpositions are sometimes referred to as crossed pairs.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Split pairs occur when pin-to-pin continuity is maintained, but physical pairs are separated.

NOTE 2 When testing 2 pair systems, a connector conversion for the cable tester may be needed to support the M12 connector. In addition, this hardware will need to support 2 pair cables with the correct wiring configuration.

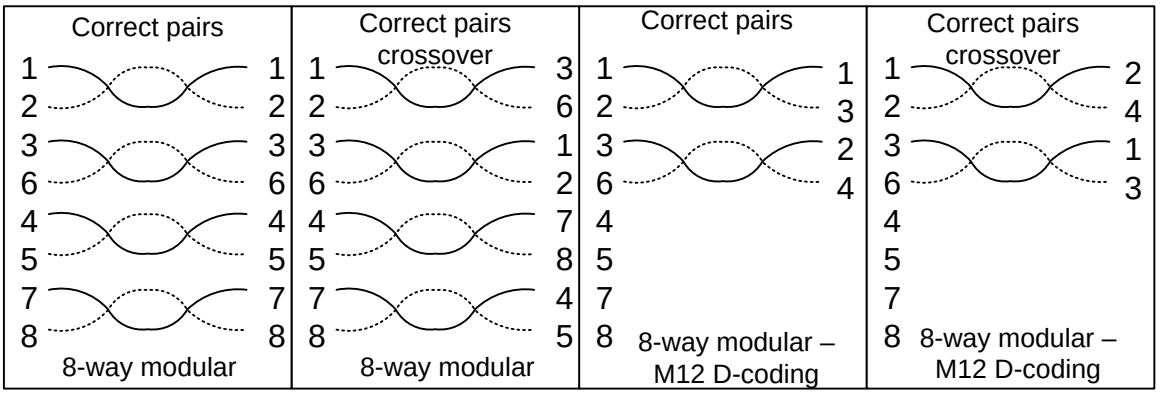


Figure 40 – Pin and pair grouping assignments for two eight position IEC 60603-7 subparts and four position IEC 60603 series to IEC 61076-2-101 connectors

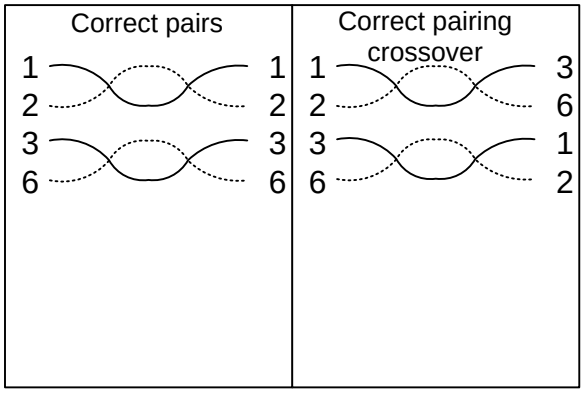


Figure 41 – Two pair 8-way modular connector

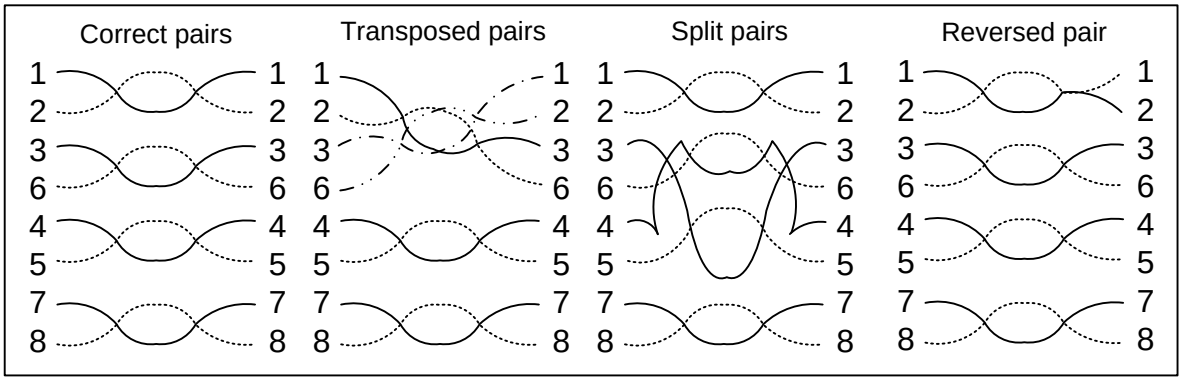


Figure 42 – Transposed pairs, split pairs and reversed pair

6.2.9 Terminators verification

6.2.9.1 Common description

The verification process shall include visual and electrical verification, (i.e. terminator values, placement and protection) in accordance with cabling planning documentation.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.2.9.2 Specific requirements for CPs

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

6.2.10 Coding and labelling verification

6.2.10.1 Common description

The verifier shall verify the presence of the label and that the label contains the text required in the cabling planning documentation. Where required, the verifier shall verify that the label is constructed of durable material with permanent readable text.

6.2.10.2 Specific coding and labelling verification requirements

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

6.2.11 Verification report

Successful completion of verification shall be documented in a final verification report. The report shall include copy of the checklists (see Annex G) filled in by the verifier.

6.3 Installation acceptance test

6.3.1 General

The organisation in charge of the acceptance testing shall assess the network ability to support the required applications. “Acceptance test” is a process meant to ensure that the implementation conforms to the standard as detailed in the cabling planning documentation (see 4.5).

The acceptance test personnel shall

a) check that the cabling planning documentation, with recorded deviations and additions, is complete and correct as required;

b) include a visual inspection of the network installation to ensure that the network is properly installed (see 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6, 6.2.6.3, 6.2.9, 6.2.10);

c) perform the validation of the network through a defined list of measurements and provide the documentation of the results of the measurements.

NOTE 1 The record of positive test results is an important point of reference for the maintenance and troubleshooting work.

NOTE 2 The term “validation” in this standard has the specific meaning described in 3.1.76.

There are many commercially available tools to help validate the performance of the cabling system. Test tools should be selected based on fieldbus, test coverage and precision desired.

The tester shall perform network testing in accordance with the acceptance test requirements as detailed in 6.3.2 (Ethernet-based cabling) and 6.3.3 (non-Ethernet-based cabling).

The resulting test records provide a documented network validation.

The flowchart in Figure 43 is provided to guide the validation process.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

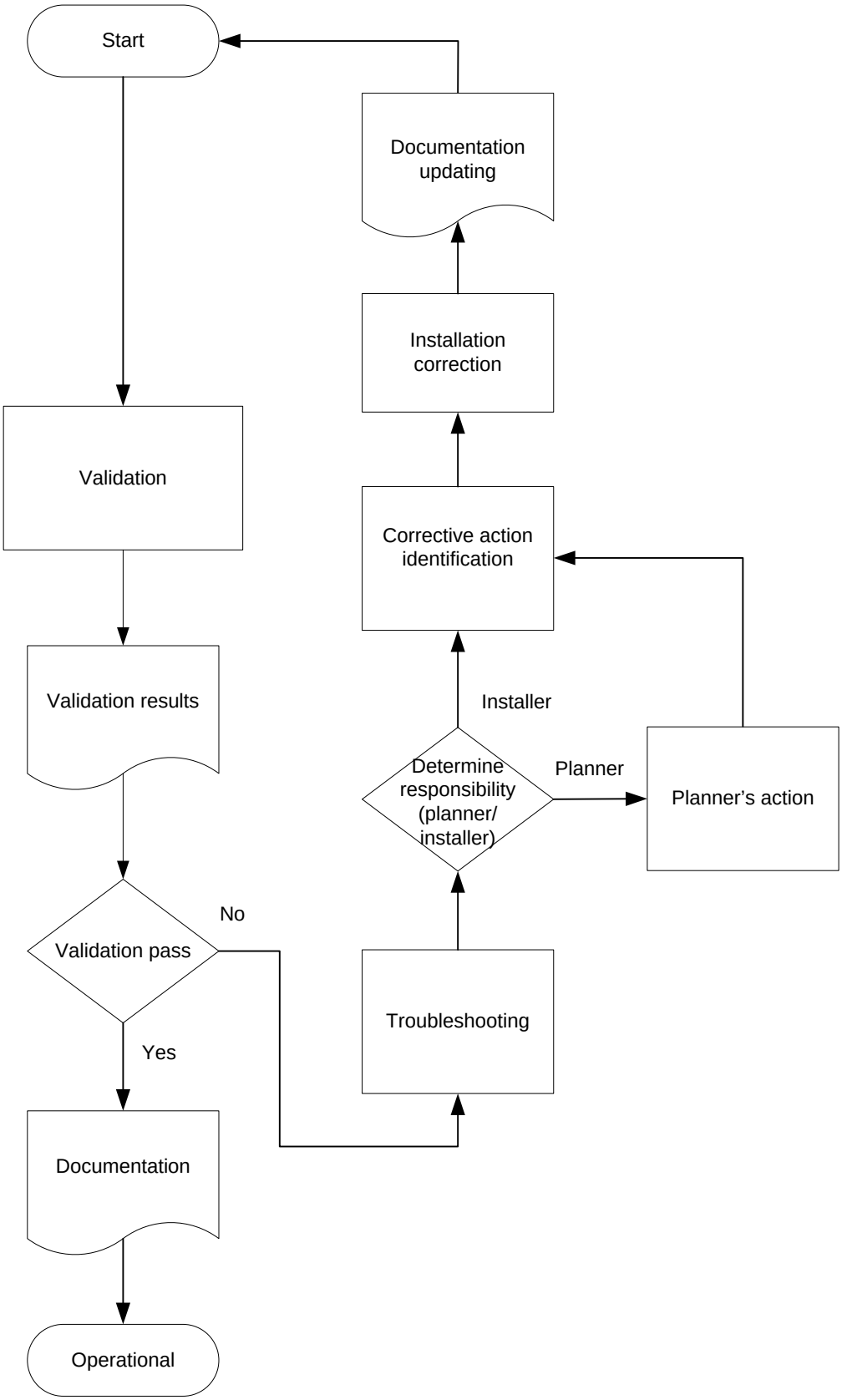


Figure 43 – Validation process

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.3.2 Acceptance test of Ethernet-based cabling

6.3.2.1 Validation of balanced cabling for CPs based on Ethernet

6.3.2.1.1 Common description

The transmission performance of cabling channels (see Figure 44) as described in Clause 4 can only be determined if the cables or cords connecting the installed cabling to the devices are present. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test equipment.

The transmission performance of permanent links (see Figure 45) can only be determined using specific test cords. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test cords and equipment.

Where the CP is specified to be supported by a transmission performance class as defined in ISO/IEC 24702, the test methods of ISO/IEC 24702 may be applied to the channel.

A permanent link test, against the applicable requirements of the appropriate transmission class of ISO/IEC 24702, should only be applied where the cabling components subsequently attached to the permanent link to form the transmission channel have been proven to maintain the required channel performance class of ISO/IEC 24702.

The requirements for test equipment to perform testing in accordance with ISO/IEC 24702 are specified in IEC 61935-1. This equipment is required to produce specific documentation covering both transmission performance and conductor mapping.

NOTE Test equipment in accordance with IEC 61935-1 may require modification to allow effective testing of 2-pair balanced cabling.

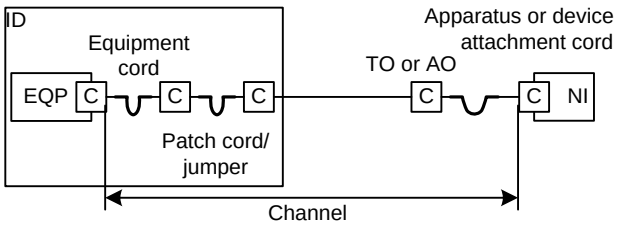


Figure 44 – Schematic representation of the channel

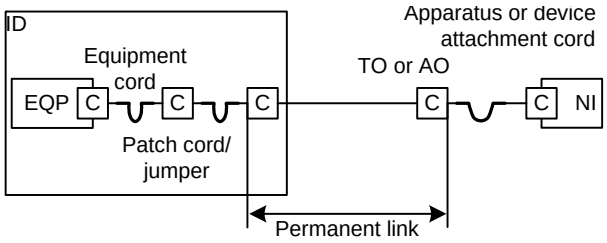


Figure 45 – Schematic representation of the permanent link

Equipment in accordance with IEC 61935-1 may be applicable for testing of channels and permanent links against other Ethernet performance criteria (such as those stipulated in other standards). However, also in these cases, a permanent link test against the applicable requirements should be applied, only where the cabling components subsequently attached to the permanent link to form the transmission channel have been proven to maintain the required channel performance.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

Field test equipment for Ethernet-based networks including connection adapters shall meet the appropriate channel and accuracy level as defined in IEC 61935-1.

Annex O specifies how to test end-to-end links.

6.3.2.1.2 Transmission performance test parameters

The parameters for which field tests are specified in ISO/IEC 24702:2006 and for which support exists in IEC 61935-1:2009 are as follows:

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

NOTE 1 This list assumes that wire map and length have been successfully verified since:

- errors in pair-pin mapping would result in identified failures of transmission performance;
- channel/permanent link length is not a transmission performance test parameter (but may be important for maintaining accurate installation documentation).

NOTE 2 Continuity is not included since errors in pair-pin mapping would result in identified failures of transmission performance.

NOTE 3 This list may be amended in subsequent editions of the above standards.

The results of the tests shall be recorded into the acceptance test report.

6.3.2.1.3 Specific requirements for CPs based on Ethernet

Additional information regarding validation requirements for a specific CP may be found in the respective installation profile.

6.3.2.2 Validation of optical fibre cabling for CPs based on Ethernet

6.3.2.2.1 Common description

The transmission performance of cabling channels as described in Clause 4 can only be determined if the cables or cords connecting the installed cabling to the devices are present. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test cords and test equipment.

The transmission performance of permanent links can only be determined using specific test cords. The type of connecting hardware that terminates these cables or cords may influence the selection of test cords and equipment.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Channel or permanent link performance requirements shall be applied as detailed, and at the wavelengths specified, in the relevant CP.

As a minimum, the following parameters shall be measured:

- optical fibre polarity;
- permanent link or channel insertion loss;
- length.

The test methods of ISO/IEC 14763-3 shall be applied. Cabling lengths may be determined using test equipment that operates in the time-domain or from cable markings.

Permanent link tests, against the applicable requirements should only be applied where the cabling components subsequently attached to the permanent link to form the transmission channel have been proven to maintain the required channel performance.

6.3.2.2.2 Specific requirements for optical fibre cabling CPs

Additional information regarding the optical fibre cabling validation requirements for a specific CP may be found in the respective installation profile.

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

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

6.3.3 Acceptance test of non-Ethernet-based cabling

6.3.3.1 Copper cabling for non-Ethernet-based CPs

6.3.3.1.1 Common description

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

a) loop resistance (see cabling specifications);
b) DCR of data line (see cabling specifications);
c) DCR of shield (see cabling specifications);
d) DCR between data lines (result shall be open);
e) DCR between data lines and shield (result shall be open);
f) cable length by a tester or inspection;
g) DCR between shield and the bonding surface (result is dependent on shield earthing method implemented);
h) terminator value (see the CP installation profile).

With regard to a) and b) one or the other is usually performed. The validation results can be determined by the method described in Annex N.

6.3.3.1.2 Specific requirements for copper cabling for non-Ethernet-based CPs

Additional information regarding the non-Ethernet-based balanced cabling validation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.3.3.2 Optical fibre cabling for non-Ethernet-based CPs

6.3.3.2.1 Common description

See 6.3.2.2.1.

6.3.3.2.2 Specific requirements for non-Ethernet-based CPs

Additional information regarding the non-Ethernet-based optical fibre cabling validation requirements for a specific industrial network may be found in the respective installation profile.

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

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

6.3.4 Specific requirements for wireless installation

None.

6.3.5 Acceptance test report

Successful completion of acceptance test shall be documented in a final report.

The report shall include copy of the checklists filled in by the person in charge of the acceptance test.

7 Installation administration

7.1 General

The operability of a communication network infrastructure is based on an effective administration. Each network owner shall establish and maintain administration procedures either based on company requirements or based on available standards.

Clause 7 does not recommend specific rules for the administration of the network. Clause 7 provides basic principles and examples from which a suitable administration system shall be developed and maintained.

Administration of the cabling considers the cabling along its life cycle, which includes

- adding and removing bus segments;
- adding and removing connection points including attachment cords, AOs and TOs.

NOTE Additional information on administration of networks is available in EN 50174-1 and EIA/TIA 568.

The specific requirements for the installation administration shall be provided as follows.

a) The specific requirements for the administration of generic cabling for industrial premises are specified in ISO/IEC 14763-2:2012.

b) The specific requirements for the administration of a CP cabling are provided in the relevant installation profile.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

7.2 Fields covered by the administration

The administration of a network is done along the life cycle of the network. In Clause 7, the term “fieldbus infrastructure” covers the information-technical cabling as well as the applications and equipment linked to it.

The administration covers the following fields:

- basic principles for the administration system;
- working procedures;
- installation location identification;
- labelling;
- documentation.

7.3 Basic principles for the administration system

The administration system of the cabling system is established in such a way:

- to be consistent with the administration system of the other systems of the plant;
- that labelling for the cabling systems is consistent with the labelling of the other systems in the plant (for example electrical cabling of a machine);
- that suitable information of other management systems can be integrated that clearly state the place of equipment or of the cabling. Its place descriptions are to be taken over into the system of cabling management;
- that recordings of the cabling management are linked with each other and with recordings of other building services, such as lighting, power supply, heating, and building plans.

7.4 Working procedures

Working procedures are established in such a way as to guarantee that the following issues are fixed in detail.

a) The extent and the format of the documentation, which is required after the planning, the implementation of installation, the verification and validation, the operation and the maintenance of the installation.

b) The handing-over of this documentation from the contractor to the operating authority of the fieldbus infrastructure.

c) The duration of the storage of this documentation.

d) The updating of this documentation to reflect any changes or corrections of the cabling along its life cycle. Actions to be performed for the updating of the documentation are

- invalid documentation is marked as such;
- every time a change or correction is made, all concerned recordings are updated in such a way that multiple updatings are understandable;
- copies of these recordings are marked as “copy”;
- copies of these recordings, or a warning notice, are included in the working procedures to update them;
- the time of each change or correction is recorded in the documentation;
- a defined method is applied for revision control (for example revision lettering is used in the documentation);
- changes and corrections in the documentation of an interface are considered for possible changes and corrections of the equipment connected to the interface;
- the labelling and marking are kept in accordance with the documentation, after each change or correction;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

  - up-to-date documentation is made available to operation, maintenance and authorized personnel.

e) Required inventory of spare parts and test equipment needed to support the network.

f) The locations where support documentation can be found, if support documentation is collocated or duplicated in multiple locations.

7.5 Device location labelling

The following is usually adopted.

a) Every device location is identified with an appropriate labelling.

b) The labelling material is selected in accordance with the environment.

c) All device locations are marked at a suitable spot, for example area at the entrance.

7.6 Component cabling labelling

A consistent approach to labelling is recommended. All major components of the cabling system are usually labelled. For example the cable ends should be labelled to uniquely identify each cable, including starting and ending locations.

The following list represents good practice.

a) Labels are either, part of the component, attached to the component, or in the vicinity of the component.

b) Where required, components have more than one label (for example, cables are usually labelled at each end).

c) Labels are attached in such a manner that they are easily accessible, readable and changeable.

d) Labels remain legible during the prospective life span of the cabling.

e) The labelling materials are selected based on the environment.

f) Labelling reflects the most current configuration.

g) Documentation, labelling and network configuration are consistent.

The content and the format of the labelling are usually specified on the basis of technical and organizational criteria: the label print shall contain clear and legible information.

The labelling normally contains:

- a unique identifier (for example: sub elements of a multi-element component);
- a description of the type of the component;
- an installation location identification;
- additional information.

Information about the structure and content of the labelling is provided in the documentation.

The components to be labelled are as follows.

1) Cables
   - Every cable should have clear labelling.
   - Cables should be labelled at each of their ends.
   - All branch connections should be uniquely identified with a label.
   - For optical fibre cables with multiple optical fibres, the individual optical fibres are to be identified by either colour coding or by labelling.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

2) Connection points
   – Each connection point should be labelled. For example, a terminal block should be clearly identified in the documentation and at the terminal block.
3) Earthing and potential equalization
   – Each connection of the earthing and potential equalization should have a label.
4) Active elements of a network
   – Every element should have a label.
5) Cable pathways
   – Every cable pathways should have a label.

7.7 Documentation

The documentation of the cabling usually includes the following elements.

a) System drawings.
b) Site plans, building layouts and location drawings, which contain the identification and location of connection points, cable routing, cables, equipment and safety equipments.
c) Schematic diagram and other information which show the electrical connections and summaries of cables, connection points, connections for equipment, earthing and potential equalization, the segment lengths, marking and location of all components.
d) Provisions for recording the incoming inspection results, including the result of a comparison between the list of material ordered and the list of material received. In addition, provisions for recording discrepancies or damaged material.
e) Installation verification and acceptance test report.
f) Details regarding the installed earthing system already in use and measurements taken as documented in cabling planning documentation.
g) Recordings about the cable routing as specified in the cabling planning documentation and in the as-implemented cabling documentation.
h) A list of components used with the order number of the manufacturer, the type designation of the field bus organization or the standardised material designations with the respective quantity and the assigned labels.
i) A list of the required spare parts, cables, cable sets, connectors, tools, measuring instruments, measuring cables, equipment, etc.
j) Recordings about date of installation, date of inspections, maintenance, servicing, updates, and exchange of each component.
k) Documentation of the components provided by manufacture or supplier (such as installation manuals, etc.).

7.8 Specific requirements for administration

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

8 Installation maintenance and installation troubleshooting

8.1 General

Each network owner shall establish and maintain maintenance and troubleshooting procedures, over the full life cycle of the network, by selecting the appropriate procedures out of the options described in Clause 8 and represented in Figure 46.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Clause 8 is also applicable for high availability networks as specified in IEC 62439. Installation of high availability networks shall provide at least the following:

- maintenance documentation that explains the specific redundancy techniques used by the installed network to ensure continuity of operation during the failure and repair of any single component or cable element;
- maintenance procedures to ensure that diagnosis and restoration actions for a faulty part of a network do not affect performance of the non-faulty parts of the network which are continuing to support the user applications.

A proper maintenance procedure applied to fieldbus networks allows maximising MTBF. Proper troubleshooting procedure, repair methods, diagnostic tools and personal training allows minimising MTTR.

The owner of the network shall decide to which extent it is convenient for him to invest in diagnostic tools and the training of his maintenance and troubleshooting personnel to use these tools.

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

The requirements and the recommendations of Clause 8 may be applied for the generic cabling in addition to those of ISO/IEC 24702.

8.2 Maintenance

8.2.1 Scheduled maintenance

The scheduled maintenance is a kind of preventive maintenance performed on each component in order to discover degradation of the component before a failure occurs and to restore the component to a state in which it can perform the required function. The interval (defined in terms of time or number of actions) between the interventions is defined based on the characteristics of the component and information provided by the manufacturer. The key drawback of this method is that on each component the interventions are performed regularly, irrespectively of the actual condition of the component. This results in some waste of time and money, because in many cases the component results to be working correctly.

Scheduled maintenance of the network will help in maximizing the MTBF.

There are the two following types of interventions to schedule.

a) Visual inspection and check-up.

   Visual inspection and check-up are performed by comparing the result of the inspection and of the check-up with the reference information (baseline, resulted from the acceptance tests) and performance limits recorded in the maintenance documentation.

   The documentation for the visual inspection and check-up lists:

   1) components to be inspected/ checked-up (for example, the cabling in use, redundant cabling, cable routing, earthing system);
   2) time interval or number of actions for the visual inspection and check-up of each component;
   3) the baseline, performance limits and pass-fail criteria for each component;
   4) tools.

   If a corrective action is needed, the process described in 8.2.3 applies.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

b) Component replacement/adjustment.

Intervention to replace/adjust the component to keep it in a defined acceptable condition (for example after the transmissions of a defined number of data frames reset all active components). This maintenance intervention is specifically applicable to components that have critical behaviour (for example, limited life).

The documentation for this maintenance intervention lists:

1) the critical components;
2) time interval or number of actions (for example data frames transmitted) for replacement/ adjustment of each component;
3) procedure for replacement/adjustment of each component;
4) tools and spare parts.

If a corrective action is needed, the process described in 8.2.3 applies.

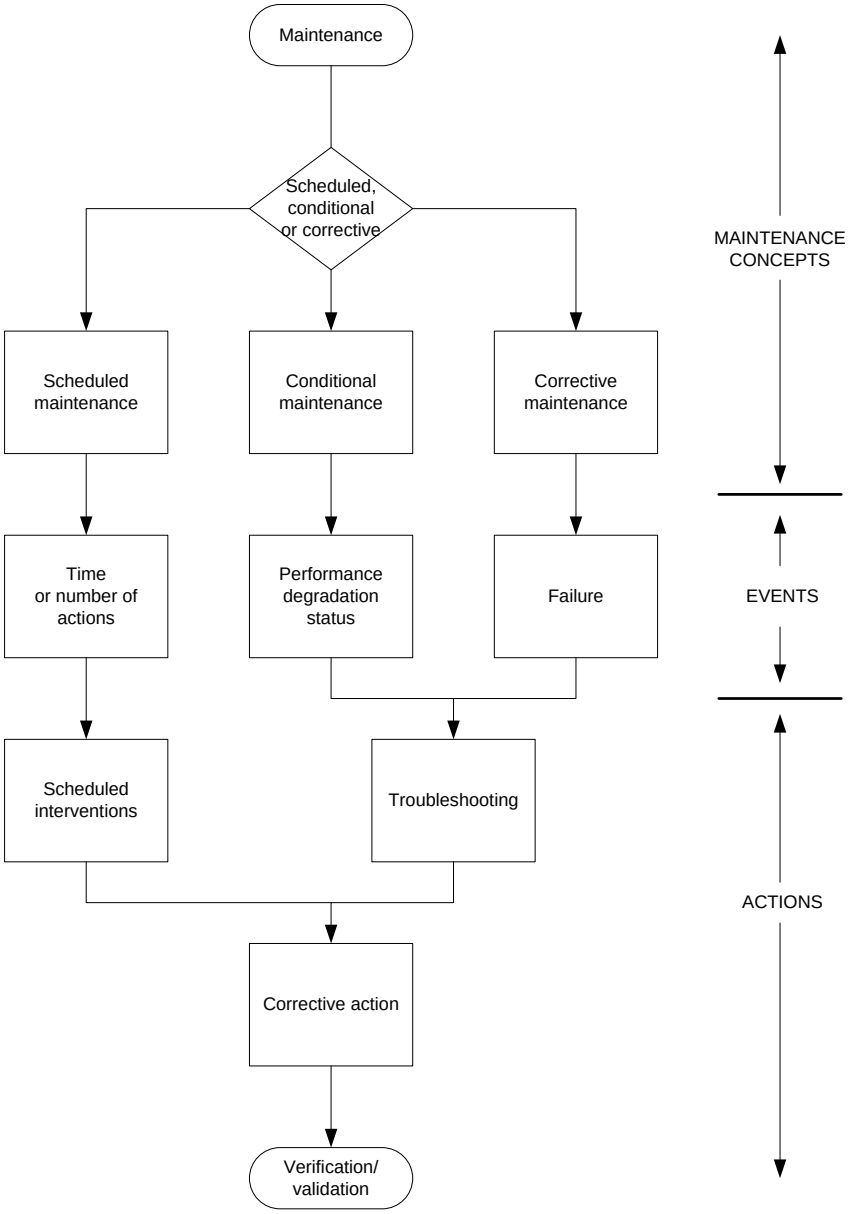


Figure 46 – Communication network maintenance

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.2.2 Condition-based maintenance

Condition-based maintenance is a kind of preventive maintenance performed on each component based on the known conditions of the components to maintain. The intervention is performed in a component only when a degradation is documented that could result in a fault of the network. If the conditions of the components are monitored on-line the degradation can be detected in real time and the intervention can be performed timely and before the degradation goes beyond the acceptable limit. Compared with the scheduled maintenance, the condition-based maintenance usually requires much less time and money for the maintenance personnel support.

Condition-based maintenance of the network will help in maximizing the MTBF. Investment in suitable on-line diagnostic tools and training of the maintenance personnel will help to minimise the MTTR.

Examples of degradations are the following:

a) the resistance to earth exceeds a defined value (for example 1 Ω);

b) the BER between two components exceeds a defined value (for example1×10^{-9}).

If a corrective action is needed, the process described in 8.2.3 applies.

8.2.3 Corrective maintenance

The corrective intervention on a component after a failure occurred is aimed to restore the component to a state in which it can perform the required function.

Once a failure occurs, the maintenance personnel:

- troubleshoots the network failure (see 8.3);
- performs the corrective actions described in the maintenance documentation.

The documentation for this maintenance intervention lists:

a) procedures for repairing or replacing failed components, based on documentation provided by the supplier;

b) spare parts;

c) procedures for correcting network faults;

d) procedures for the verification and validation of the network after the corrective intervention, in accordance with selected Clause 6 requirements.

The result of the intervention is usually considered for updating the maintenance specification, in accordance with Clause 7 requirements.

8.3 Troubleshooting

8.3.1 General description

Troubleshooting starts after a failure or performance degradation of a network occurs (see Figure 46).

The troubleshooting organisation begins their activity by establishing the needed documentation and by the training of the troubleshooting personnel.

The documentation for troubleshooting intervention lists:

a) guidance for systematic network troubleshooting, such as with a checklist or a flow diagram, based on documentation provided by the supplier;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

b) guidance for troubleshooting components based on documentation provided by the supplier;

c) test tools for the specific network.

8.3.2 Evaluation of the problem

The answers to the following questions usually help to create a clear understanding of the problem and allow efficient the troubleshooting of the network.

- Is the complete network documentation available?
- Were there any changes at the network infrastructure in recent time?
- How was the problem identified?
- Since when is the problem identified?
- Was the concerned application already working failure free?
- Which users/devices are affected by the problem?
- Are there certain time frames when the problem occurs?
- Is the problem reproducible?
- Were there already attempts to correct the problem?

8.3.3 Typical problems

Problems usually encountered by the maintenance personnel are described in Table 22 and Table 23.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 22 – Typical problems in a network with balanced cabling

Problem	Most probable cause	Corrective action
Failed communications and/or high error rates	Loose termination or bad connector (or terminal) contacts	Locate and correct intermittent connection
	EMC influence from other devices, poor grounding, improper separation from emitting devices or cables	Locate and correct grounding, identify improper separation or shielding, use optical fibre
	Corrosion of shielding contacts	Locate and replace the damaged components with either the proper protection or compatible components
	Mechanical stress in cables or connections	Install mechanical support and strain relief
Intermittent communications for a short time and/or burst error rates	EMC influence from other devices	Correlate the communication problem with physical or environmental events. Locate and take corrective actions (mitigation, etc.)
	Loose termination or bad connector (or terminal) contacts, such as vibration or temperature influence	Locate and replace the damaged components with either the proper protection or compatible components
	Corrosion of shielding contacts	Locate and replace the damaged components with either the proper protection or compatible components
	Mechanical stress in cables or connections	Install mechanical support and strain relief
	Condensing liquids between the electrical contacts	Clean the connectors. Replace the damaged components with either the proper protection or compatible components
Fault report from the balanced cabling diagnostic equipment: return loss too large	One is using cables or cords with incorrect impedance, for example different from 100 Ω for Ethernet systems	Use the proper components
Fault report from the balanced cabling diagnostic equipment: Cable length too large, attenuation or loop resistance too large	One is using cables or cords with a smaller wire size or longer length as allowed for the application. An injury is also possible	Use the proper components and cable length or replace the components
Fault report from the balanced cabling diagnostic equipment: NEXT, PSNEXT, ACR, PSACR, ELFEXT, PSELFEXT	One is using connectors, cables or cords without the expected quality. An injury is also possible	Use the proper components and cable length or replace the components

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table 23 – Typical problems in a network with optical fibre cabling

Problem	Most probable cause	Corrective action
Failed communications and / or high error rates	Loose termination or bad connector (or splice) contacts, such as vibration or temperature influence	Locate and correct intermittent connection
	Optical fibre attenuation increases (aging or dust)	Clean the end of the optical fibre using proper cleaning procedures. Replace the damaged components with either the proper protection or compatible components
	Transmitter power degradation (aging)	Replace the module
	Liquids or condensing liquids between the optical fibre ends	Clean and protect the optical fibre ends using proper cleaning procedures. Replace the damaged components with either the proper protection or compatible components
	Mechanical stress in cables or connections	Install mechanical support and strain relief
No power is measured at an optical source	The optical source is defective	Replace the module
	The module is without electrical power	Power up the module
	A cord is defective	Replace the cord
Fault report from the optical fibre diagnostic equipment: power loss is more than expected	The optical fibres are connected to the wrong ports on the testing unit	Refer labelling and documentation for the correct wiring scheme and correct if necessary
	The optical fibres are swapped at one end of the link	Refer labelling and documentation for the correct wiring scheme and correct if necessary
	A cord is broken	Retest using a different set of cords
	There is one or more dirty connections in the link	Clean all optical fibre connector ends and retest
	The number of connectors, adapters or splices set in tester SETUP is too low	Correct according to the documentation of the network
	The reference power level is incorrect	Set the reference again using the same patch cords to be used for testing
	A cord or optical fibre segment has the wrong core size. For example one is using 62,5 μm patch cords to connect to a 50 μm optical fibre. Or one is using multimode patch cords or adapters to connect to single mode optical fibre	Use the proper components in the channel for the described wavelength and optical fibre size
Fault report from the optical fibre diagnostic equipment: a known length of cable measures too long or too short	The index of refraction is not set correctly for the optical fibre under test	Set the index of refraction to give the correct length for a known length of optical fibre

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.3.4 Troubleshooting procedure

The procedure in Figure 47 is an example of a generic troubleshooting procedure that could be adapted to most common networks.

The troubleshooting procedure shown in Figure 47 applies if a procedure is not available.

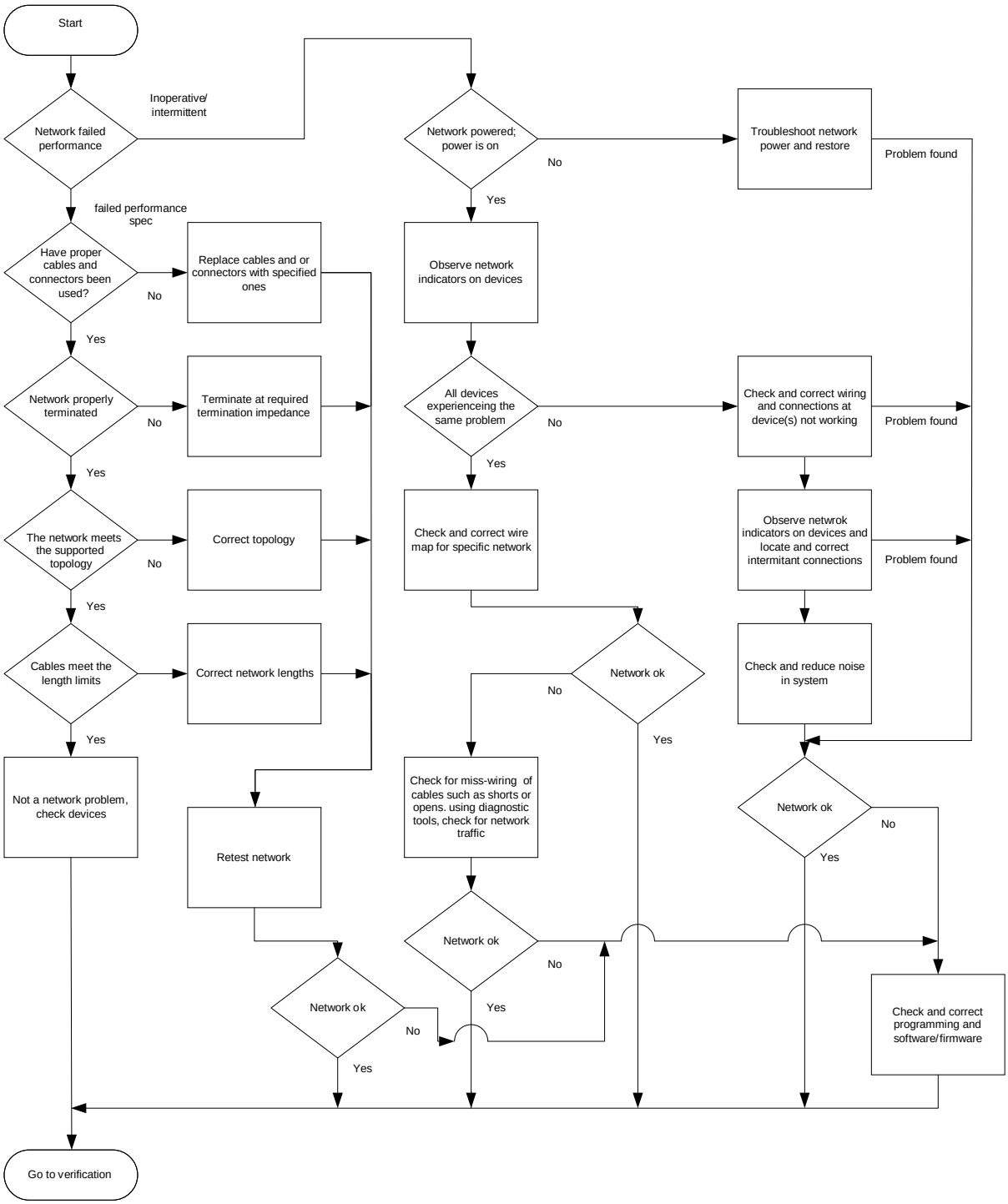


Figure 47 – Troubleshooting procedure

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.3.5 Simplified troubleshooting procedure

The procedure in Figure 48 is an example of simplified troubleshooting procedure that is sufficient in many cases. This procedure does not require the use of specific tools. It applies if a specific procedure is not established.

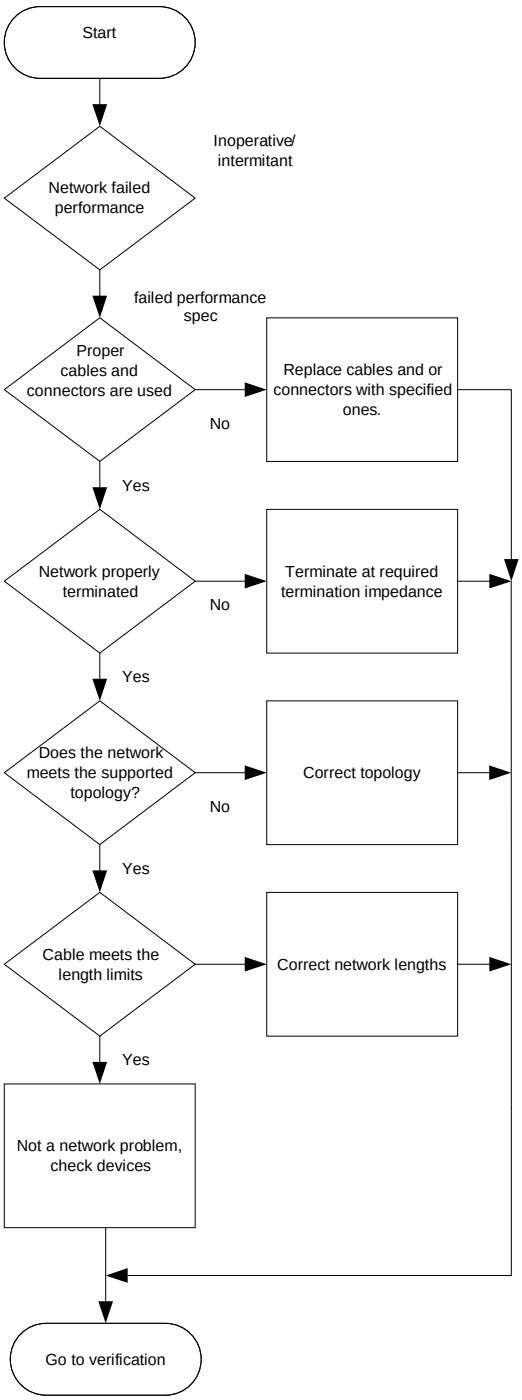


Figure 48 – Fault detection without special tools

If a corrective action is needed at the end of the troubleshooting, the process described in 8.2.3 applies.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.4 Specific requirements for maintenance and troubleshooting

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex A
(informative)

Overview of generic cabling for industrial premises

Within industrial premises, generic cabling enables a fixed cabling infrastructure to be installed to support a wide range of information technology, process control and monitoring applications. The design of this cabling is specified in ISO/IEC 24702.

The generic nature of the cabling is delivered by:

- the specification of a flexible cabling structure comprising a series of cabling subsystems that can be connected together either passively, using cords, or actively using transmission equipment;
- a minimum level of transmission performance within each of the series of cabling subsystems used to distribute the applications.

The termination points of generic cabling that are distributed throughout the premises, called the TO, enables the connection of a variety of applications to the cabling. The applications supported are detailed in ISO/IEC 24702 and include telephony and local area networks. Where the TO is installed in locations associated with AIs, the type of applications detailed in this standard may also be supported.

As generic cabling is intended to support a wide range of applications, the specification of the TO in ISO/IEC 24702 is restricted to specific interfaces for balanced cabling and optical fibre cabling. This restriction is intended to optimise the interoperability of cords and portable terminal equipment that may be connected to the TO.

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex B
(informative)

MICE description methodology

B.1 General

The MICE environmental classification is specified in ISO/IEC 24702.

The background to the development of the approach is given in ISO/IEC/TR 29106:2007.

A recommendation for the wider application of this approach by the installation planner and installer is given in Clause 4. Information provided with Annex B is intended just as a first guidance on the use of the MICE system. For the application of the MICE system, the specifications provided with the most recent versions of the above standard and technical report take precedence.

B.2 Overview of MICE

The MICE concept is a concept in which an environment within an installation can be classified in terms of environmental and EMI levels. The MICE table (see Table B.5) defines 3 levels for each component of the MICE classification: Mechanical, Ingress, Climatic and Electromagnetic (thus the name MICE). The three classifications are graphically shown in Figure B.1. These classifications begin at generally the lowest ($M_1I_1C_1E_1$) which best describes most office spaces and extends to a highest level that best describes a typical industrial space ($M_3I_3C_3E_3$).

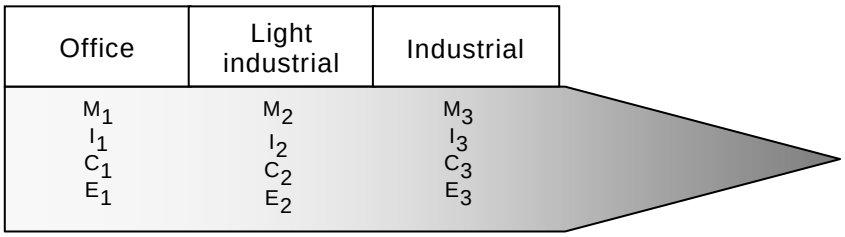


Figure B.1 – MICE classifications

Figure B.2 is an example of typical industrial areas. Further, the AI may expand to include the entire factory floor. Figure B.2 indicates typical MICE classifications for the three primary areas within a factory. Not all areas fall exclusively into one classification, for example, an AI may have mechanical shock at >150 ms^{-2} whereby it may be classified as a M_3. The environment may only have light dust consistent with the levels in I_2. The temperature where the cables and equipment are routed/installed may be 65 °C with the Climatic classification C_2 as defined by the MICE table. The machinery in the AI may consist of welding robots, in which the EMI is most likely in the E_3 classification. The MICE environment can then be summarised as M_3, I_2, C_2 and E_2.

NOTE The terms used in Figure B.2 are specific Annex B.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

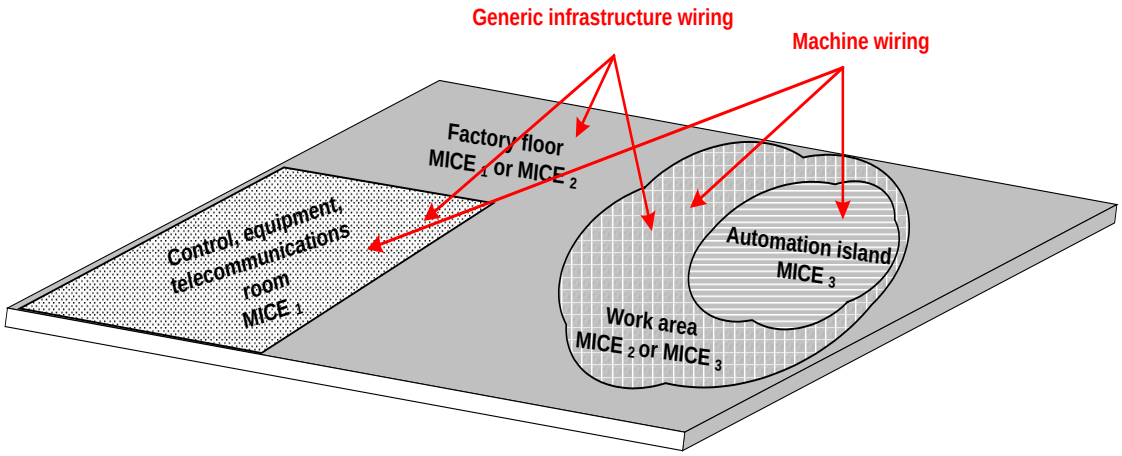


Figure B.2 – Example MICE classifications within a facility

B.3 Examples of use of the MICE concept

B.3.1 Common description

The planner should be aware of the environment and EMC levels in the areas in which the cabling and equipment will be installed. By systematically classifying the installation coverage area, decisions can be made on component selections and additional mitigation needs. Cabling systems can be designed using all Enhanced components in which no mitigation is required or a combination of enhancements and mitigation may be chosen. In some cases, this may restrict flexibility or may create a cost and/or availability issue. This concept allows the designer to balance component cost (and availability) with mitigation costs there by designing the most robust cost-effective cabling system, as shown in Figure B.3. Mitigation can be broken down into two forms, separation and isolation. The following examples will help to solidify the importance of mitigation. Mitigation simply converts one MICE area into another that is compatible with the cabling components and equipment to be installed.

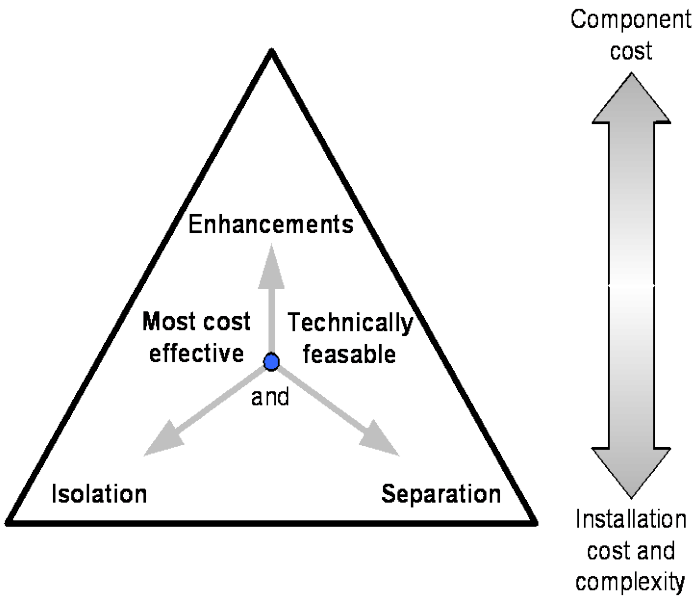


Figure B.3 – Enhancement, isolation and separation

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

B.3.2 Examples of mitigation

B.3.2.1 Example 1

The targeted MICE area is specified in Table B.1. The desired component has been determined to be compatible with a MICE environment as described in the left column of Table B.1. The environment to which the component should be installed in is described in the second column of Table B.1. By inspection of the component and environment parameters "M" and "E" do not match, requiring mitigation. Parameters "I" and "C" exceed the environmental condition and therefore need action.

Table B.1 – Example 1 of targeted MICE area

Component	Environment
M_1	M_3
I_3	I_1
C_3	C_2
E_2	E_3

Since the component does not map directly in to the environment, the environment should be mitigated. The harsh M_3 environment can be converted to an M_1 local to the component by shock mounting the equipment in an enclosure. The high EMI can be reduced by using a metallic EMI, shock mounted, enclosure as indicated in Figure B.4. Both M_3 and E_3 problems are solved.

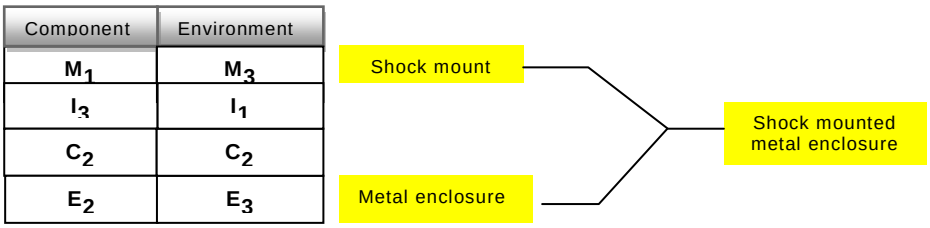


Figure B.4 – Example 1 of mitigation

B.3.2.2 Example 2

This is an example of a cable installation where the environment is described as in Table B.2. By inspection, it can be seen that the cable does not match the environmental conditions for EMI (E). Therefore, some form of mitigation is required.

Table B.2 – Example 2 of targeted MICE area

Component	Environment
M_1	M_1
I_3	I_1
C_2	C_2
E_2	E_3

Since the cable selected does not meet the EMI requirements, then some mitigation is required. Mitigation can be solved two ways, Separation and/or isolation. The drawing in Figure B.5 shows how this can be done in a pathway.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

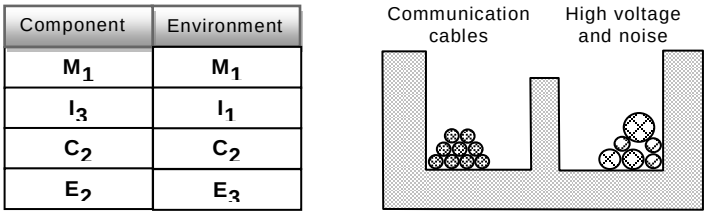


Figure B.5 – Example 2 of mitigation

By providing physical separation between the high EMI conductors and the communication cabling, the noise coupling will be reduced. An additional reduction in noise coupling can be achieved by adding a metallic wall between the conductors thus providing isolation. Either or both of these two methods may be independently sufficient to reduce the noise coupling or may be required together.

B.4 Determining E classification

In a factory environment the electromagnetic disturbances present wide range of frequencies. In addition, there is a range of electromagnetic disturbance coupling mechanisms. Figure B.6 is provided as guidance in determining the frequency range of common electromagnetic disturbance generating devices found in an AI. Devices not only generate harmful fundamental frequencies, they also generate harmonics that can be just as disruptive to communication networks. The grey part of the bars indicates the additional range caused by the third harmonic.

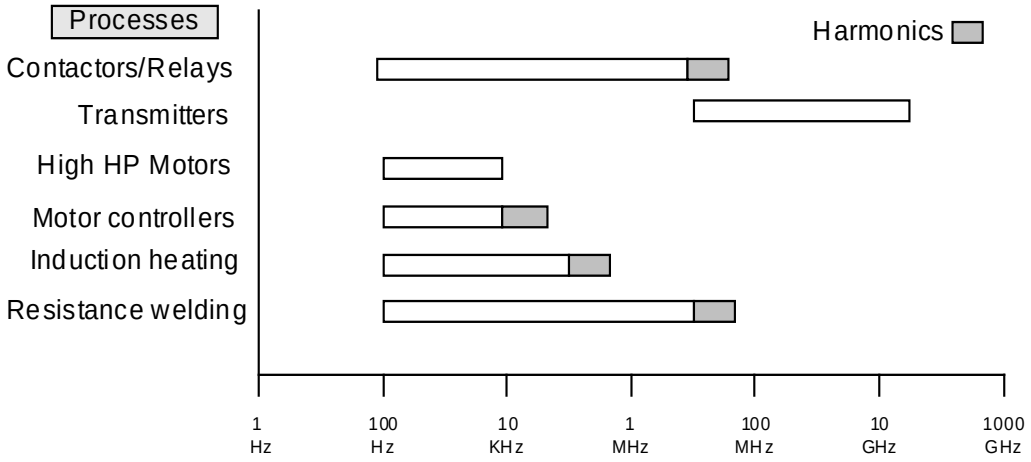


Figure B.6 – Frequency range of electromagnetic disturbance from common industrial devices

Table B.3 provides general guidance as to the electromagnetic level (E_1, E_2, E_3) for many common electromagnetic disturbance-generating devices. The level of the interfering electromagnetic disturbance is dependent on two factors: 1) distance from and 2) magnitude of the interfering device. Table B.3 is provided as a rough guide for determining the possible electromagnetic classification (E_1, E_2, E_3) based on separation.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table B.3 – Relationship between electromagnetic disturbance-generating devices and "E" classification

Electromagnetic disturbance-generating device	Distance from cabling	"E" classification
Contactor relay	< 0,5 m	E_2
	> 0,5 m	E_1
Transmitters (< 1 W)	< 0,5 m	E_3
	> 0,5 m	E_1 or E_2
Transmitters (1 W to 3 W)	< 1,0 m	E_3
	≥ 1,0 m	E_1 or E_2
Transmitters (TV, radio, mobile, base station)	< 1 km	E_3
	≥ 0,3 km	E_1 or E_2
High HP motors	< 3 m	E_3
	> 3 m	E_1 or E_2
Motor controllers	< 0,5 m	E_3
	0,5 m to 3 m	E_2
	> 3 m	E_1
Induction heating < 8 MW	< 0,5 m	E_3
	0,5 m to 3 m	E_2
	> 3 m	E_1
Resistance heating	< 0,5 m	E_2
	> 0,5 m	E_1
Fluorescent lights	< 0,15 m	E_3
	> 0,15 m	E_1 or E_2
Thermostatic switches 110 V to 230 V	< 0,5 m	E_2 or E_3
	> 0,5 m	E_1

As examples of particularly critical magnetic fields that may be encountered, the following cases are worth mentioning.

- Fixed magnetic fields in the food processing applications designed to remove magnetic material from food. These magnets have the potential to saturate the cores of both Ethernet transformers and switching power supplies causing temporary disruption in performance. Levels as high as $38{,}5 \times 10^{-3}$ T is significant to saturate the core of a Ethernet isolation transformer.
- High magnetic fields in 4 kHz to 8 kHz used in induction heating processes. These machines consume 4 MW to 12 MW for induction heating of magnetic materials. The machines are used in steel forging processes.
- Magnetic fields generated by direct currents used in aluminium processes. The currents are in the thousands ampere range. Due to ripple currents, there is a significant a.c. magnetic field that is imposed on the fixed magnetic field. Both can be disruptive to transformer cores when exposed to the magnetic fields.

A solution to these high magnetic fields is proper mitigation either by separation or isolation (magnetic shielding).

Table B.4 provides information regarding the coupling mechanism for some interfering devices. Table B.4 will help to guide the designer, installer and troubleshooting personnel in mitigating or correcting for noise interference. For example, in an environment where a relay

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

contactor is found to cause interference, the mechanism for noise ingress is coupling through adjacent lines (EFT) caused by the high d*U*/d*t*. To correct this situation, additional separation may be provided to reduce the magnitude of coupling.

Table B.4 – Coupling mechanism for some interfering devices

Type	Electromagnetic disturbance	Coupling mechanism
Electric motors	Surge and EFT	Local earth, conducted
Drive controllers	Conducted and surge	Local Earth, conducted
Relays and contactors	EFT	Radiated, conducted
Welding	EFT, induction	Radiated magnetic
RF induction welding	Radio frequency	Radiated, conducted
Material handling paper/textile	ESD	Radiated
Heating	EFT	Local earth, conducted, radiated
Induction heating	EFT, magnetic	Local earth, conducted, radiated
Radio communications	Radio frequency	Radiated

The graph given in Figure B.7 provides separation versus EFT value guidance. Alternatively, isolation through shields can be used to reduce the effects of electromagnetic transients by providing additional shielding attenuation.

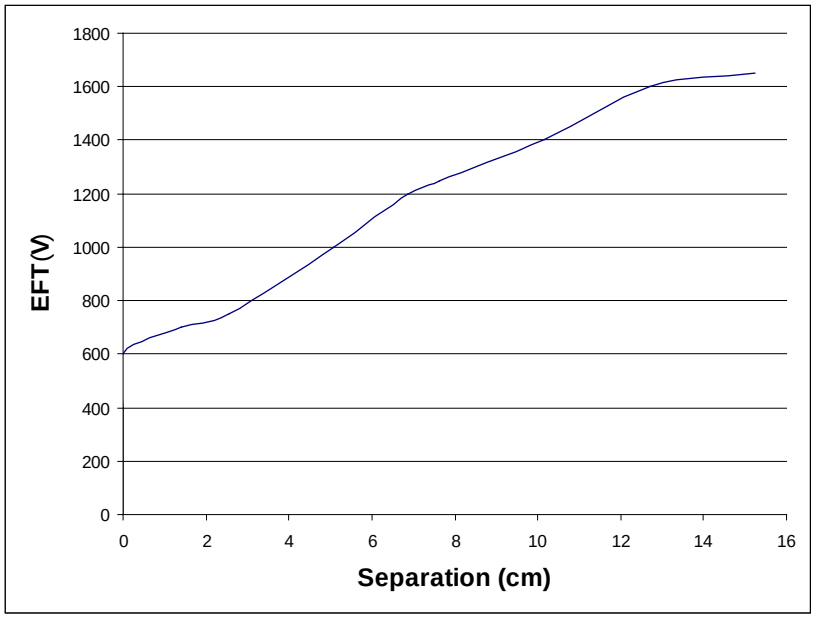


Figure B.7 – Example of a general guidance for separation versus EFT value

The graph in Figure B.7 represents the recommended separation of communication cables from conductors carrying electromagnetic transients. The separation assumes that cables meet the minimum requirements in ISO/IEC 11801 for balance and crosstalk.

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

B.5 The MICE table

Table B.5 is copied from ISO/IEC/TR 29106:2007. It is provided here for understanding the informative description provided in this Annex B. Of course, for the specification of the MICE classifications of an industrial premises the values specified in the most recent version of ISO/IEC/TR 29106 will apply.

Table B.5 – MICE definition

Mechanical	**M_1**	**M_2**	**M_3**
Shock/bump (see [a])			
Peak acceleration	40 ms^{-2}	100 ms^{-2}	250 ms^{-2}
Vibration			
Displacement amplitude (2 Hz to 9 Hz)	1,5 mm	7,0 mm	15,0 mm
Acceleration amplitude (9 Hz to 500 Hz)	5 ms^{-2}	20 ms^{-2}	50 ms^{-2}
Tensile force	See [b]	See [b]	See [b]
Crush	45 N over 25 mm (linear) min.	1 100 N over 150 mm (linear) min.	2 200 N over 150 mm (linear) min.
Impact	1 J	10 J	30 J
Bending, flexing and torsion	See [b]	See [b]	See [b]
Ingress	**I_1**	**I_2**	**I_3**
Particulate ingress (diameter max.)	12,5 mm	50 μm	50 μm
Immersion	None	Intermittent liquid jet ≤ 12,5 l/min ≥ 6,3 mm jet > 2,5 m distance	Intermittent liquid jet ≤ 12,5 l/min ≥ 6,3 mm jet > 2,5 m distance and immersion (≤1 m for ≤30 min)
Climatic and chemical	**C_1**	**C_2**	**C_3**
Ambient temperature	–10 °C to +60 °C	–25 °C to +70 °C	–40 °C to +70 °C
Rate of change of temperature	0,1 °C per minute	1,0 °C per minute	3,0 °C per minute
Humidity	5 % to 85 % (non-condensing)	5 % to 95 % (condensing)	5 % to 95 % (condensing)
Solar radiation	700 Wm^{-2}	1 120 Wm^{-2}	1 120 Wm^{-2}
Liquid pollution (see [c]) Contaminants	Concentration × 10^{-6}	Concentration × 10^{-6}	Concentration × 10^{-6}
Sodium chloride (salt/sea water)	0	<0,3	<0,3
Oil (dry-air concentration) (for oil types, (see [b])	0	<0,005	<0,5
Sodium stearate (soap)	None	>5 × 10^4 aqueous non-gelling	>5 × 10^4 aqueous gelling
Detergent	None	ffs	ffs
Conductive materials	None	Temporary	Present
Gaseous pollution (see [c]) Contaminants	Mean/Peak (Concentration × 10^{-6})	Mean/Peak (Concentration × 10^{-6})	Mean/Peak (Concentration × 10^{-6})
Hydrogen sulphide	<0,003/<0,01	<0,05/<0,5	<10/<50
Sulphur dioxide	<0,01/<0,03	<0,1/<0,3	<5/<15
Sulphur trioxide (ffs)	<0,01/<0,03	<0,1/<0,3	<5/<15

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Mechanical	M_1	M_2	M_3
Chlorine wet (>50 % humidity)	<0,000 5/<0,001	<0,005/<0,03	<0,05/<0,3
Chlorine dry (<50 % humidity)	<0,002/<0,01	<0,02/<0,1	<0,2/<1,0
Hydrogen chloride	-/<0,06	<0,06/<0,3	<0,6/3,0
Hydrogen fluoride	<0,001/<0,005	<0,01/<0,05	<0,1/<1,0
Ammonia	<1/<5	<10/<50	<50/<250
Oxides of Nitrogen	<0,05/<0,1	<0,5/<1	<5/<10
Ozone	<0,002/<0,005	<0,025/<0,05	<0,1/<1
Electromagnetic	**E_1**	**E_2**	**E_3**
Electrostatic discharge – Contact (0,667 μC)	4 kV	4 kV	4 kV
Electrostatic discharge – Air (0,132 μC)	8 kV	8 kV	8 kV
Radiated RF - AM	3 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz) 3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz) 1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz)	3 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz) 3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz) 1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz)	10 V/m at (80 MHz to 1 000 MHz) 3 V/m at (1 400 MHz to 2 000 MHz) 1 V/m at (2 000 MHz to 2 700 MHz)
Conducted RF	3 V at (150 kHz to 80 MHz)	3 V at (150 kHz to 80 MHz)	10 V at (150 kHz to 80 MHz)
EFT/B (comms)	500 V	500 V	1 000 V
Surge (transient ground potential difference) - signal, line to earth	500 V	1 000 V	1 000 V
Magnetic field (50/60 Hz)	1 Am^{-1}	3 Am^{-1}	30 Am^{-1}
Magnetic field (60 Hz to 20 000 Hz)	ffs	ffs	ffs

[a] Bump: the repetitive nature of the shock experienced by the channel shall be taken into account.

[b] This aspect of environmental classification is installation-specific and should be considered in association with IEC 61918 and the appropriate component specification.

[c] A single dimensional characteristic, i.e. Concentration × 10^{-6}, was chosen to unify limits from different standards.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex C
(informative)

Network topologies

C.1 Common description

Each network topology provides a different set of features and benefits. The following notes cover items for consideration by network designers and planners.

C.2 Total cable demand

The total amount of cable required for an installation will depend on the site geographical placing of devices and the topological layout used to connect them. In most cases, star and ring structures need more cable than other structures.

C.3 Maximum cable segment length

The maximum cable length for a segment between two nodes is set by the fieldbus type category for that part of the network. So this constraint should be checked.

C.4 Maximum network length

Repeaters can usually extend the network length over greater geographical distances because the communication signals are regenerated by each repeater. However, in some cases the regeneration process may introduce unacceptable transmission delays.

C.5 Fault tolerance

C.5.1 General

Consideration of all network designs should include an evaluation of potential failures and their impact on performance.

Failure of cabling, nodes and power supplies should be evaluated for the effect on the network performance. In a passive topology, this type of fault normally results in loss of communication with one node. In an active topology, this type of fault normally results in loss of communication for multiple nodes.

NOTE The central location of a star topology represents a single point for failures which can stop all communications as a result of faults in a non-redundant repeater/switch or environmental problems in and around the central location.

C.5.2 Use of redundancy

Network fault tolerance may be improved by using combinations of redundancy at active propagation points and/or by providing alternative/backup communication paths.

Ring-based technologies normally provide fault detection and automatic reconfiguration to work around at least one fault.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

C.5.3 Failure analysis for networks with redundancy

The effects of failure on networks including redundancy should be considered in three stages including an evaluation of the time required for the following actions.

a) Initial fault detection and any needed reconfiguration to restore communication.

NOTE 1 After fault detection and reconfiguration, the network is operating normally, but in a 'backup mode' using some of the redundancy elements, so it has reduced fault resilience, and may not be able to recover from a second fault.

NOTE 2 Some network topologies and design approaches may support detection and reconfiguration without loss of time or communications. In ring-based networks, fault detection and reconfiguration can take from 0,3 s to several minutes.

b) Repair/replacement of the faulty function.

NOTE 3 This phase considers the communication impact of repair activities; for example, a network outage may be required to replace a multi-port switch with several good ports and one faulty port.

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

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

Any operational impact of the re-instatement process should be evaluated.

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

The number of fault impact elements will vary for different technologies, topologies, and fault cases. The above analysis should include an evaluation of the time required and the number of lost and delayed messages for various faults, including failure of an active network manager function and failure of an active source of network time, followed by repair and reinstatement.

C.6 Network access for diagnosis convenience

The central point of a star structure is a convenient single location for network diagnosis, network re-configuration and administration.

C.7 Maintainability and on-line additions

Many fieldbus technologies provide facilities for adding and removing devices in an operational fieldbus network.

If an application requires device changes during normal operation, then the supplier recommended procedures for on-line connection and disconnection should be evaluated with respect to

- time taken and communication impact of making/unmaking a device physical and logical connection;
- time taken and communication impact of including/excluding a device for the running application.

Typically, when devices are connected to a spur or a tap on a bus or to a switch port, they may be added and removed without loss of traffic among other devices.

Typically, when devices are part of a ring structure or a linear trunk structure, the addition and removal of devices will involve re-configuration and loss of traffic among other devices.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex D
(informative)

Connector tables

The connector tables provided in Annex D show the connectors used for copper cabling in the CPs. These tables are intended for use by installers and trouble-shooters of communication networks in industrial sites.

Table D.1 provides conventions for colours, as specified in IEC 60757. These conventions are used in the connector tables. Combinations of colour codes are written according to the following example: colour code 1/colour code 2. Dominating colour is written first.

Table D.1 – Conventions for colour code used in the connector table

Colours	Code
Black	BK
Blue	BU
Brown	BN
Green	GN
Grey	GY
Orange	OG
Pink	PK
Red	RD
Turquoise	TQ
Violet	VT
White	WH
Yellow	YE

Table D.3 to Table D.13 provide the pin and wire colour code assignment for a number of connectors as defined by the consortia for their CPs.

Additional conventions are:

a) not used pins are identified with symbol " - ";

b) drain wire or shield is represented as "Drain".

In most cases of construction for balanced cables, the wires are arranged in 2 or 4 pairs. When arranged in pairs, the two conductors of each pair are twisted together. The pairs are then twisted together to form a finished cable. It is noted that a quad is constructed without pairing by twisting the 4 wires in a specific order. When the pairs are twisted, they are usually numbered for identification purposes. The pair numbers are then assigned a colour scheme. For example, Table D.2 relates the pair number to the colour scheme.

With respect to the cables with 2 and 4 pairs, there are two common wiring methods that are recognized. These two wiring methods are identified by T568A and T568B. The different wiring designations were created to distinguish the two different wiring systems and for compatibility purposes. Figure H.1 and Figure H.2 show the relationship between the pair positions within a connector, for four pair systems and two pair systems respectively. In most cases, the pair transmission and electrical characteristics of the pairs are identical and therefore pin placement is not important. The two wiring systems reverse the positions of

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

pairs 2 and 3 within the connector. The wiring method for a particular cord is typically identified by T568A or T568B marked on the cable jacket.

For the purposes of this standard, these designations are adopted in the following tables. These designations only apply to straight through cables.

The CPs treated in the connector tables are listed hereafter, complete with their trade names (see Annex M for the complete list).

- **CPF 1** (FOUNDATION fieldbus): CP 1/1 (FOUNDATION H1) and CP 1/2 (FOUNDATION HSE).
- **CPF 2** (CIP™): CP 2/1 (ControlNet™), CP 2/2 (EtherNet/IP™) and CP 2/3 (DeviceNet™).
- **CPF 3** (PROFIBUS & PROFINET): CP 3/1 and CP 3/2 (PROFIBUS), CP 3/3, CP3/4, CP3/5, and CP3/6 (PROFINET).
- **CPF 4** (P-NET®): CP 4/1 (P-NET with physical layer according to RS 485) and CP 4/3 (P-NET on IP).
- **CPF 6** (INTERBUS®): one common installation profile for CPF 6 Type 8 networks (CP 6/1 etc.) and CP 6/2 over Ethernet.
- **CPF 8** (CC-Link & CC-Link IE): CP 8/1 and CP 8/2 (CC-Link/V1 and CC-Link/V2), CP 8/3 (CC-Link/LT), CP 8/4 (CC-Link IE Controller Network and CP 8/5 (CC-Link IE Field Network).
- **CPF 10** (Vnet/IP): CP 10/1(Vnet/IP).
- **CPF 11**(TCnet): CP 11/1 (TCnet-star), CP 11/2 (TCnet-loop 100) and CP 11/3 (TCnet-loop 1G).
- **CPF 12** (EtherCAT™): CP 12/1 and CP 12/2 (EtherCAT).
- **CPF 13** (Ethernet POWERLINK): CP 13/1 (Ethernet POWERLINK).
- **CPF 14** (EPA™): CP 14/1 (EPA-NRT), CP 14/2 (EPA-RT) and CP 14/3 (EPA-FRT).
- **CPF 15** (MODBUS®-RTPS): CP 15/1 (MODBUS) and CP 15/2 (RTPS).
- **CPF 16** (SERCOS): CP 16/1 (SERCOS I), CP 16/2 (SERCOS II) and CP 16/3 (SERCOS III).
- **CPF 17** (RAPIEnet): CP 17/1 (RAPIEnet)
- **CPF 18** (SafetyNET p): CP 18/1 (SafetyNET p RTFL) and CP 18/2 (SafetyNET p RTFN).
- **CPF 19** (MECHATROLINK): CP 19/1 (MECHATROLINK-II) and CP 19/2 (MECHATROLINK-III).

Table D.2 – Pair numbers and colour scheme

Pair	Colour
1	BU
	BU/WH
2	OR/WH
	OR
3	GN/WH
	GN
4	BR/WH
	BR

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.3 – 8-way modular connector

CP	Pin								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**Housing**
CP 1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 1/2	T568A or T568B								Drain
CP 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	T568A or T568B								Drain
CP 2/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/3 [a] CP 3/4 [a] CP 3/5 [a] CP 3/6 [a]	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain
CP 4/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 4/3	T568A or T568B								Drain
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/2	T568B								Drain
CP 8/1 CP 8/2	-								-
CP 8/3	-								-
CP 8/4	-								-
CP 8/5	T568B								Drain
CP 10/1	T568B								Drain
CP 11/1 CP 11/2	T568B								Drain
CP 11/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain
CP 12/2	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain
CP 13/1	T568B								Drain
CP 14/1	T568B								Drain
CP 14/2	T568B								Drain
CP 14/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/1	T568A or T568B								Drain
CP 15/2	T568A or T568B								Drain
CP 16/1	-								-
CP 16/2	-								-
CP 16/3	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain
CP 17/1	T568B								Drain
CP 18/1 CP 18/2	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain
CP 19/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain

[a] With 4 pair cabling, use T568A or T568B.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.4 – M12-4 A-coding connector

CP	Pin				
	1	2	1	4	1
CP 1/1	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-
CP 2/3	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	-	-	-
CP 3/2	GN	-	RD	-	Drain
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-
CP 4/1	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-
CP 6/2	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	Drain	WH	YE	BU	-
CP 8/3	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-
CP 14/1	-	-	-	-	-
CP 14/2	-	-	-	-	-
CP 14/3	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.5 – M12-4 D-coding connector

CP	Pin				
	1	2	3	4	Housing
CP 1/1	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-
CP 2/2	WH/OG	OG	WH/GN	GN	Drain
CP 2/3	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	YE	WH	OG	BU	Drain
CP 4/1	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-
CP 6/2	WH/OG	OG	WH/GN	GN	Drain
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-
CP 12/1 CP 12/2	YE	WH	OG	BU	Drain
CP 13/1	YE	WH	OG	BU	Drain
CP 14/1 CP 14/2	WH/OG	OG	WH/GN	GN	Drain
CP 14/3	-	-	-	-	-
CP 15/1 CP 15/2	WH/OG	OG	WH/GN	GN	Drain
CP 16/1	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-
CP 16/3	YE	WH	OG	BU	Drain
CP 17/1	-	-	-	-	-
CP 18/1 CP 18/2	YE	WH	OG	BU	Drain
CP 19/1	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.6 – M12-5 A-coding connector

CP	Pin					
	1	2	3	4	5	Housing
CP 1/1	[a]	[b]	Drain	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-	-
CP 2/3	Drain	RD	BK	WH	BU	Drain
CP 3/1	-	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-	-
CP 4/1	-	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-	-
CP 6/2	-	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-	-
CP 14/1	-	-	-	-	-	-
CP 14/2	-	-	-	-	-	-
CP 14/3	-	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-	-

[a] This wire is for "+ Data" with no colour specified.

[b] This wire is for "- Data" with no colour specified.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.7 – M12-5 B-coding connector

CP	Pin					
	1	2	3	4	5	Housing
CP 1/1	-	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-	-
CP 2/3	-	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	GN	-	RD	-	Drain
CP 3/2	-	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-	-
CP 4/1	-	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	YE	GN	GY	PK	BN	Drain
CP 6/2	-	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-	-
CP 14/1	-	-	-	-	-	-
CP 14/2	-	-	-	-	-	-
CP 14/3	-	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.8 – SubD connector

CP	Pin									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**Housing**
CP 1/1	-	-	-	-	-	[a]	[b]	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	RD	-	-	-	-	GN	-	Drain
CP 3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 4/1	WH	-	Drain	-	BN	-	-	-	-	Drain
CP 4/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	YE	GY	BN	-	-	GN	PK	-	-	Drain
CP 6/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 14/1	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	WH/BN	GN	BN	-	Drain
CP 14/2	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	WH/BN	GN	BN	-	Drain
CP 14/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CP 15/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[a] This wire is for "+ Data" with no colour specified.

[b] This wire is for "- Data" with no colour specified.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.9 – 7/8-16 UN-2B THD / M18 connector

CP	Pin				
	1	2	3	4	5
CP 1/1	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-
CP 2/3	Drain	RD	BK	WH	BU
CP 3/1	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-
CP 4/1	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-
CP 6/2	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-
CP 14/1	-	-	-	-	-
CP 14/2	-	-	-	-	-
CP 14/3	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.10 – Open style connector

CP	Pin								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Device housing
CP 1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/3	BK	BU	Drain	WH	RD	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 4/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 14/1 [a]	WH/OG	OG	WH/GN	GN	-	-	-	-	Drain
CP 14/2 [a]	WH/OG	OG	WH/GN	GN	-	-	-	-	Drain
CP 14/1 [b]	WH/OG	OG	WH/GN	GN	BU	BN	-	-	Drain
CP 14/2 [b]	WH/OG	OG	WH/GN	GN	BU	BN	-	-	Drain
CP 14/1 [c]	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	GN	WH/BN	BN	Drain
CP 14/2 [c]	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	GN	WH/BN	BN	Drain
CP 14/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[a] Using open style 4 pins.

[b] Using open style 6 pins.

[c] Using open style 8 pins.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.11 – M12-8 X-coding connector

CP	Pin								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**Housing**
CP 1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/3	WH/GN	GN	WH/OG	OG	WH/BN	BN	WH/BU	BU	Drain
CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	or								
	WH/OG	OG	WH/GN	GN	WH/BN	BN	WH/BU	BU	Drain
CP 4/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/2	WH/GN	GN	WH/OG	OG	WH/BN	BN	WH/BU	BU	Drain
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 14/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 14/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 14/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.12 – BNC connector

CP	Connections	
	Centre	Outer part
CP 1/1	-	-
CP 1/2	-	-
CP 2/1	wire	shield
CP 2/2	-	-
CP 2/3	-	-
CP 3/1	-	-
CP 3/2	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-
CP 4/1	-	-
CP 4/3	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-
CP 6/2	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-
CP 8/3	-	-
CP 8/4	-	-
CP 8/5	-	-
CP 10/1	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-
CP 12/1	-	-
CP 12/2	-	-
CP 13/1	-	-
CP 14/1	-	-
CP 14/2	-	-
CP 14/3	-	-
CP 15/1	-	-
CP 15/2	-	-
CP 16/1	-	-
CP 16/2	-	-
CP 16/3	-	-
CP 17/1	-	-
CP 18/1	-	-
CP 18/2	-	-
CP 19/1	-	-
CP 19/2	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table D.13 – TNC connector

CP	Connections	
	Centre	Outer part
CP 1/1		
CP 1/2	-	-
CP 2/1	wire	shield
CP 2/2	-	-
CP 2/3	-	-
CP 3/1	-	-
CP 3/2	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-
CP 4/1	-	-
CP 4/3	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-
CP 6/2	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-
CP 8/3	-	-
CP 8/4	-	-
CP 8/5	-	-
CP 10/1	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-
CP 12/1	-	-
CP 12/2	-	-
CP 13/1	-	-
CP 14/1	-	-
CP 14/2	-	-
CP 14/3	-	-
CP 15/1	-	-
CP 15/2	-	-
CP 16/1	-	-
CP 16/2	-	-
CP 16/3	-	-
CP 17/1	-	-
CP 18/1	-	-
CP 18/2	-	-
CP 19/1	-	-
CP 19/2	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex E
(informative)

Power networks with respect to electromagnetic interference – TN-C and TN-S approaches

A major source of electromagnetic interference is based on the wiring of power lines between decentralized automation systems communicating via fieldbus. So far it was common practice and permitted by standards to use a combined PE (protective earth) and N (neutral lead) wire between main racks and subracks. This kind of wiring is also called a TN-C power network. This method is acceptable if no extended fieldbus networks are involved and the currents within the power lines L1, L2, L3 are balanced out (Figure E.1).

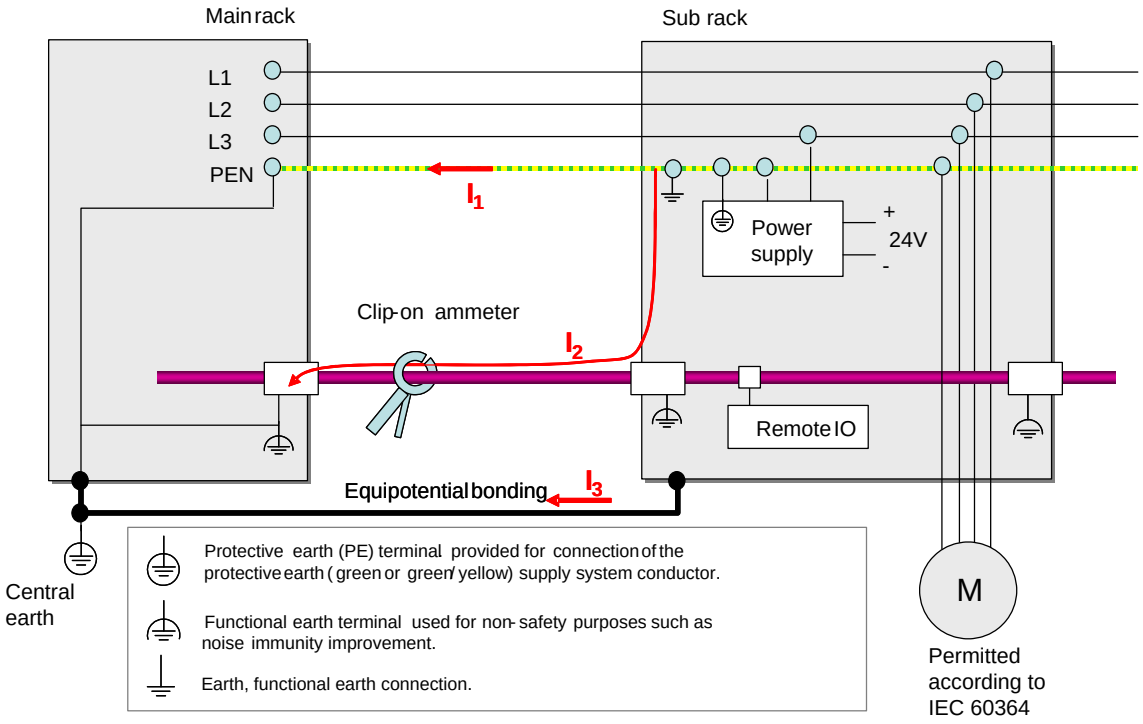


Figure E.1 – Four-wire power network (TN-C)

The functional earth terminals and the functional earth connections are bonded to protective earth at the source of supply in accordance with national/local electrical regulation requirements.

Modern drive electronics and power supplies are using high frequency switching technology, which causes unbalanced (high frequency) currents flowing through the combined PEN wire of the system. The low impedance shielding of a fieldbus cable in parallel to the PEN wire will take over these high frequency currents and thus perturb the transmission of messages.

It is highly recommended to use separate PE and N wires ("5 wires") in order to avoid fieldbus communication errors and possible retries, which will affect the efficiency and probably the availability of the whole system (see Figure E.2). The corresponding types of power networks are called TN-S.

More complete information about the design of power networks in respect to electromagnetic interference can be retrieved from IEC 60364-4-44.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

More complete information about the design of power networks in respect to safety can be retrieved from 312.2.1 of IEC 60364-1:2005, TN Systems.

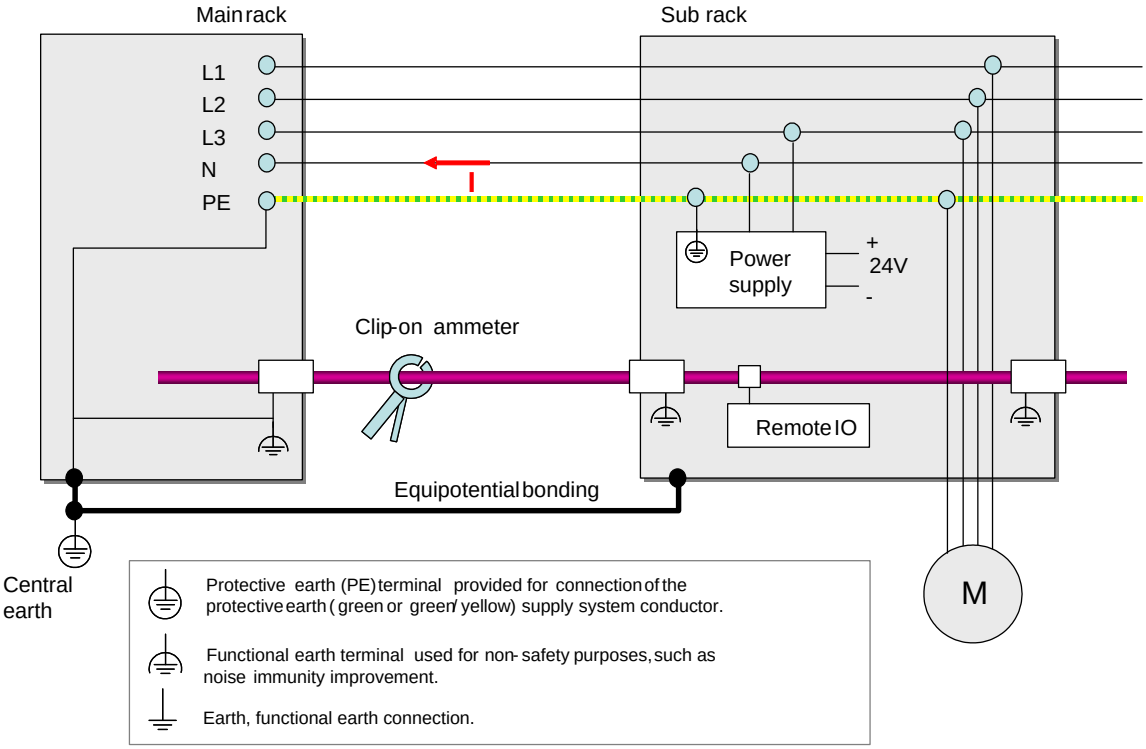


Figure E.2 – Five wire power network (TN-S)

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex F
(informative)

Conductor sizes in electrical cables

International standard manufacturing sizes for conductors in electrical cables are defined in IEC 60228. Conductors described in IEC 60228 are specified in metric sizes. North America (USA and CANADA) at present uses conductor sizes and characteristics according to the American Wire Gauge (AWG) system and kcmil for larger sizes. IEC cable product standards do not prescribe cables with AWG/kcmil conductors. Table F.1 gives data of nominal cross-sectional area (mm^2) corresponding to the conductor size expressed in AWG and kcmil.

Conductor sizes listed in IEC 60228 for both solid conductors for single-core and multicore cables and stranded conductors for single-core and multi-core cables have the following nominal cross-sectional areas (mm^2):

0,5 – 0,75 – 1 – 1,5 – 2,5 – 4 – 6 – 10 – 16 – 25 – 35 – 50 – 70 – 95 – 120 – 150 – 185 – 240 – 300.

These areas are different from those of the AWG system and there is not a direct correspondence between the two systems.

Table F.1 – American wire gauge system and kcmil

AWG				kcmil			
Conductor size	**Nominal cross-sectional area** mm^2	**Conductor size**	**Nominal cross-sectional area** mm^2	**Conductor size**	**Nominal cross-sectional area** mm^2	**Conductor size**	**Nominal cross-sectional area** mm^2
30	0,0509	13	2,62	250	127	750	380
29	0,0642	12	3,31	300	152	800	405
28	0,081	11	4,17	350	177	900	456
27	0,102	10	5,26	400	203	1 000	507
26	0,129	9	6,63	450	228	1 200	608
25	0,162	8	8,36	500	253	1 250	633
24	0,205	7	10,5	550	279	1 500	760
23	0,258	6	13,3	600	304	1 750	887
22	0,326	5	16,8	650	329	2 000	1 010
21	0,41	4	21,1	700	355		
20	0,518	3	26,7				
19	0,653	2	33,6				
18	0,823	1	42,4				
17	1,04	1/0	53,5				
16	1,31	2/0	67,4				
15	1,65	3/0	85				
14	2,08	4/0	107				

To convert to AWG a conductor size specified in mm^2, just take from Table F.1 the AWG value that have a size expressed in mm^2 that is the next larger size than that specified.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

EXAMPLE The AWG value for a conductor size 1 mm^2 is AWG 17 because the corresponding nominal cross-sectional area is 1,04 mm^2 that is the next larger size than 1 mm^2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex G
(informative)

Installed cabling verification checklists

G.1 General

Annex G provides the checklists for installed cabling verification.

The verifier should confirm that all the items listed in the checklists are in accordance with the cabling planning documentation completed with recorded deviations and additions and the appropriate installation profile of the IEC 61784-5 series.

G.2 Copper cabling verification checklist

Table G.1 provides the copper cabling verification checklist.

Table G.1 – Copper cabling verification checklist

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

System	Segment name
	Transmission speed
Assembly acceptance performed by	
Comments	

Installed copper cabling visual inspection, verification				
OK	**Not OK**	**A.I. No.**	**Action item**	**Notes**
General checks for all CPs				
		1	Use of proper cable(s) and connectors; no damaged cable jacket	
		2	Placement of cabling components	
		3	Pathways	
		4	Routing of cabling for EMC purposes	
		5	Separation from other circuits. Minimum spacing between cabling has been complied with, or metal partitions have been inserted	
		6	Cable crossings executed at right angles	
		7	Protection from damage. Safeguards against mechanical damage present at hazard points	
		8	Sharp edges have been covered or removed	
		9	No kinks in the cable	
		10	Bend radii specification observed	
		11	Max. length of segment/branch lines not exceeded	
		12	Max. number of connections within a channel not exceeded	
		13	Proper cable lead-in into cabinets and/or buildings	
		14	Wire glands in place and properly installed; strain relief fixtures attached	
		15	Wire map	
		16	Miswiring, correct pairing and pinning and no shorts or opens	
		17	Protective caps for connectors	
		18	Earthing	
		19	Cable shield earthing	
		20	Cable trays earthed	
		21	All equipotential bonding points available	
		22	Shielding on the cabinet entrance is connected with the equipotential bonding	
		23	Shielding is applied to the devices and connected to the equipotential bonding	
		24	Channels not required are switched according to manufacturer's description	
		25	Physical topology	
		26	Labelling and marking	

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

		27	At least one plug/jack is reserved for programming/maintenance device connection	
		28	Subassemblies used in accordance with the structure plan (24 V/230 V subassemblies not reversed)	

Table G.2 provides the earthing and bonding measurements checklist.

Table G.2 – Earthing and bonding measurements checklist

Measurements on earthing and bonding							Max. allowed values	
OK	**Not OK**	**No.**	**Measurement**	**Measured value**				
		1	Resistance to earth[a]		mΩ		0,005	Ω
		2	Resistance offset[b]		Ω		0,6	Ω
		3	Voltage offset[c]		V		1	V

a Measured between connections and surfaces bonded to earth and dedicated earthing points.

b Measured between any newly installed earthing and bonding connection and one pre-existing earthing and bonding point.

c Measured between any newly installed earthing and bonding connection and one pre-existing earthing and bonding point. This measurement should be repeated when the system is fully operational.

Table G.3 provides place for the installer's and commissioning personnel's signature.

Table G.3 – Signatures for Table G.1 and Table G.2 checklists

Date	Installer's signature	Commissioning personnel's signature

Table G.4 provides the checklist for special checks for non-Ethernet base CPs.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

Special checks for non-Ethernet base CPs				
OK	**Not OK**	**A.I. No.**	**Action item**	**Notes**
		1	Transmission speed and fieldbus dependant device-address	
		2	Correct number of terminators present, with correct values in the correct positions	
		3	Guaranteed power supply for terminating resistors (even in case of emergency stop)	
		4	Cable ends for unterminated cables	
Additional checks in case of IS-segments (Ex i environment)				
		IS 1	Fieldbus-isolating repeaters are used to isolate the Ex i Trunk from the NON Ex i Trunk	
		IS 2	Limited transmission rate ensured	
		IS 3	Only connectors according to RS 485-IS specification are used, such as no discrete inductor, special terminator resistor	
		IS 4	All devices in use are Ex i certified	
		IS 5	The max. safety values of all bus participants (field devices, fieldbus isolating repeaters, etc.) are within the specification	
		IS 6	Check if the interconnection of all bus participants (field devices, fieldbus isolating repeaters, etc.) is intrinsically safe	
		IS 7	Check if the national rules for installation in the hazardous area are observed and followed, such as IEC 60079-14	

Table G.5 provides place for the installer's and commissioning personnel's signature.

Table G.5 – Signatures for Table G.4 checklist

Date	Installer's signature	Commissioning personnel's signature

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

G.3 Optical fibre cabling verification checklist

Table G.6 provides the optical fibre cabling verification checklist.

Table G.6 – Optical fibre cabling verification checklist

System			**Segment name**	
			Transmission speed	
Assembly acceptance performed by				
Comments				
Optical fibre cabling visual inspection, verification				
OK	**Not OK**	**A.I. Nos.**	**Action item**	**Notes**
		1	Use of proper cable(s) and connectors; no damaged cable jacket	
		2	Placement of cabling components	
		3	Pathways	
		4	Separation from other circuits. Optical fibre cables on top in a tray	
		5	Protection from damage. Safeguards against mechanical damage present at hazard points	
		6	Sharp edges have been covered or removed	
		7	No kinks in the cable	
		8	Bend radii specification observed	
		9	Min./max. length of segment/branch lines not exceeded	
		10	Proper cable lead-in into cabinets and/or buildings	
		11	Tensile strength not exceeded	
		12	Wire glands in place and properly installed; strain relief fixtures attached	
		13	Wire map	
		14	Proper optical fibre polarity	
		15	Protective caps for connectors	
		16	Connectors protected against contamination	
		17	Range of temperature for operation and storage	
		18	Physical topology	
		19	Labelling and marking	

Table G.7 provides place for the installer's and commissioning personnel's signature.

Table G.7 – Signatures for Table G.6 checklist

Date	Installer signature	Commissioning personnel signature

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex H
(normative)

Cord sets

H.1 General

For the purposes of this standard, the term cord includes cords constructed of two plugs or one plug and one jack connected by cable. Annex H is intended for shielded and unshielded cord sets for Ethernet-based networks. Annex H provides tables with connector pin outs to help in the construction and verification of cord sets. Cord sets can either be factory-assembled or field-assembled. Cord sets shall conform to the channel de-rating based on the cable type and environmental conditions. Cord sets shall be fitted with a plug at each end of the cable. Extension cord sets may be fitted with a plug and jack to minimize the number of connections in the channel. Due to crossover cable function and the optional T568A and T568B wiring the pairs and colours may be swapped at one or more ends of the cord set. For the T568A and T568B wiring and the associations between pair numbers and colours, read Annex D.

H.2 Constructing cord sets

H.2.1 Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors

Straight through M12-4 D-coding cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-constructed, there are several connector assembling methods. Among the most popular solutions that do not require tools to assemble there is the insulation displacement connection IDC type connector and the method for assembling a cable thereto that require no tools to assemble. Others may provide cage cramps, screw terminals or solder cups for wire attachment. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The used cable shall be in accordance with the specific requirements defined in the specific installation profile. The cord set shall be wired as shown in Table H.1. See Figure H.1 for connector pin out.

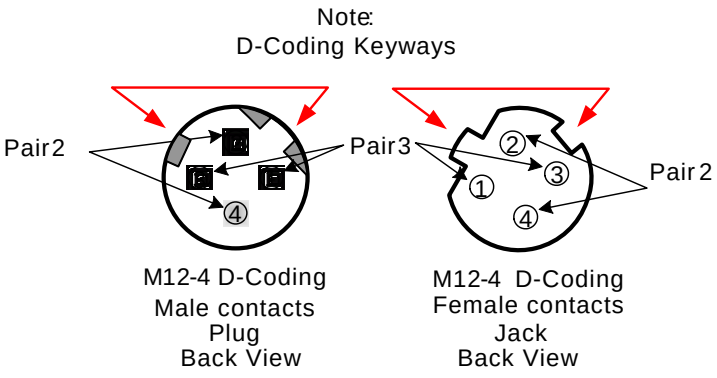


Figure H.1 – Straight through cord sets with M12-4 D-coding connectors

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

Pin	Pair	Wire colour	Name	Signal
1	2	See Table D.5	Transmit data +	TXD+
3			Transmit data -	TXD-
2	3		Receive data +	RXD+
4			Receive data -	RXD-
Housing			Shield	Shield

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

Crossover M12-4 D-coding cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The cord set shall be wired as shown in Table H.2. See Figure H.1 for connector pin out.

Table H.2 – M12-4 D-coding to M12-4 D-coding crossover pin/pair assignment

M12-4 pin	M12-4 pin	Wire colour	Name	Signal
2	1	See Table D.5	Transmit data +	TXD+
1	2		Receive data +	RXD+
4	3		Transmit data -	TXD-
3	4		Receive data -	RXD-
Housing	Housing		Shield	Shield

H.2.3 Straight through cord sets with 8-way modular connectors

8-way modular cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.3. See Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

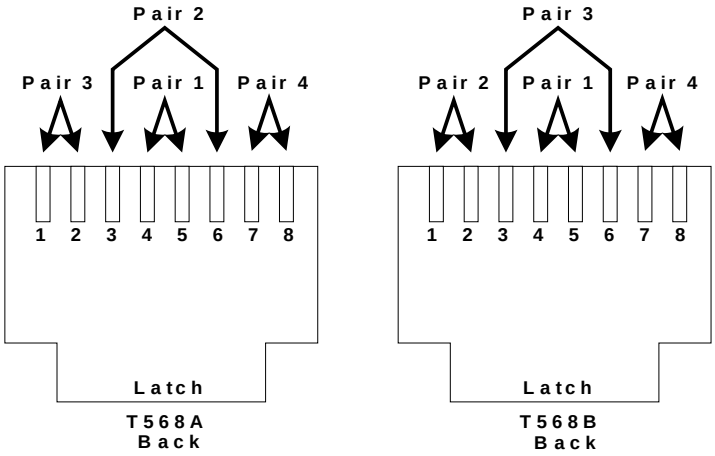


Figure H.2 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 8 poles

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

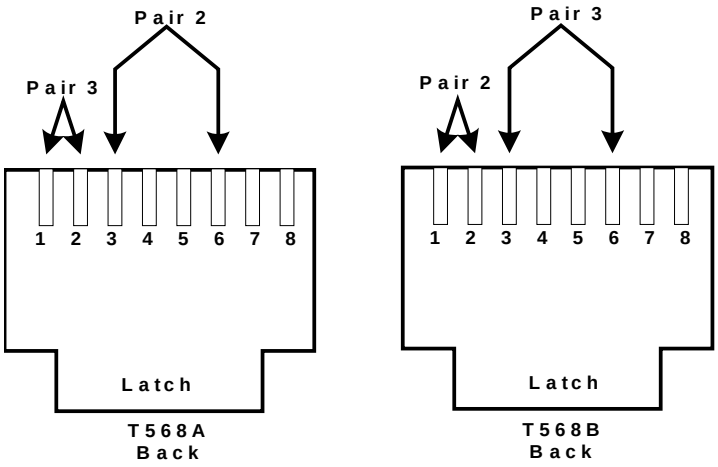


Figure H.3 – Straight through cord sets with 8-way modular connectors, 4 poles

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

Pin	Signal name	T568A		T568B		CP wire colour
		Wire colour	Pair assignment	Wire colour	Pair assignment	
1	TXD+	See Table D.2	Pair 3	See Table D.2	Pair 2	See Table D.3
2	TXD-					
3	RXD+		Pair 2		Pair 3	
4	-		Pair 1		Pair 1	
5	-					
6	RXD-		Pair 2		Pair 3	
7	-		Pair 4		Pair 4	
8	-					
SH [a]	Shield		–		–	
NOTE 1 Pairs 1 and 4 are not used for 10Base-TX and for 100Base-TX. NOTE 2 CPs that do not use star quad do not assign pairs.						
[a] SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing.						

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

8-way modular crossover cord sets can be factory-supplied or field-constructed. If field-assembled, the correct connector shall be selected to meet the relevant international protection (IP) code for the environment. Incorrect assembly can cause loss of IP rating on the connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.4. See Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table H.4 – 8-way modular crossover pin/pair assignment

Pin	Signal name	CP wire colour	Pair assignment	Route to pin
1	TXD+	See Table D.3	Pair 3	3
2	TXD-			6
3	RXD+		Pair 2	1
4	-		Pair 1	7
5	-			8
6	RXD-		Pair 2	2
7	-		Pair 4	4
8	-			5
SH [a]	Shield		Shield	SH [a]
NOTE 1 Pairs 1 and 4 are not used for 10Base-TX and for 100Base-TX. NOTE 2 CPs that do not use star quad do not assign pairs.				
[a] SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing.				

H.2.5 Straight conversion from one connector family to another

The following is the pin out information for a cord set (plug to plug) providing connectivity between an 8-way modular connector and a 4-pole M12 D-coding connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.5. See Figure H.1 and Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

Table H.5 – Connectivity pin assignment

8-way modular pin	M12-4 pin	Wire colour	Name	Signal
1	1	See Table D.5	Transmit data +	TXD+
3	2		Receive data +	RXD+
2	3		Transmit data -	TXD-
6	4		Receive data -	RXD-
SH [a]	Housing		Shield	Shield
[a] SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing.				

H.2.6 Crossover conversion from one connector family to another

The following is the wiring schematic for a crossover conversion cable using an M12-4 D-coding connector to an 8-way modular connector. The manufacturer's assembly instructions should be followed. The cord set shall be wired as shown in Table H.6. See Figure H.1 and Figure H.2 or Figure H.3 for connector pin out.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

8-way modular connector	M12-4 pin	CP Wire colour	Name	Signal
3	1	See Table D.5	Transmit data +	TXD+
1	2		Receive data +	RXD+
6	3		Transmit data -	TXD-
2	4		Receive data -	RXD-
SH [a]	Housing		Shield	Shield
[a] SH is either a shield around the connector, metallic frame or protective housing.				

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex I
(informative)

Guidance for terminating cable ends

I.1 General

As examples of good practice for terminating cable ends, the following guidance is given here in addition to the rules provided in 5.3.

The following tools are needed to terminate the ends of the cable:

- cable cutting and preparation tool;
- cable jacket stripper;
- crimp tool.

I.2 Guidance for terminating shielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs

There are several variants of shielded twisted pair cables available offering different levels of shielding effectiveness. In general, they are all terminated in the same way. The following description refers to all these shielded variants as STP cables.

Depending on the type of shielding used on the cable, the process of preparing and terminating the cable may be different from cable to cable and from connector to connector. Refer to cable and/or connector manufacturer's recommendations for proper termination methods.

Basic steps to be followed for terminating shielded twisted pair cable ends are as follows.

a) Measure the cable and trim it to the proper length using the cable cutter. Cut the cable about 75 mm (3 in) longer than the final cable length.

b) Refer to Figure I.1 and strip back about 25 mm (1 in) of jacket, using the jacket strip tool.

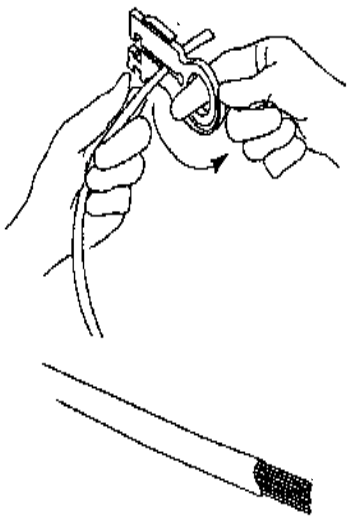


Figure I.1 – Stripping the cable jacket

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

c) Prepare the shield to provide a 360° coverage over the conductors. Care should be taken not to cut the shield, drain or insulation of the wires. If the shield, drain or insulation are damaged, cut off the end of the cable and start over.

d) Separate the individual wire pairs. Un-twist each conductor pair no further back than to the jacket edge, as shown in Figure I.2.

e) Fold the drain wire and/or shields back in line with the cable.

f) Align the wires into colour groups as shown in Figure I.2. Wire colour codes for the several CPs are given in Table D.3 (for example for CP 2/2).

- If wiring to T568A, then the white/orange and orange pair is split across blue and white/blue.
- If wiring to T568B, then the green/white and green pair is split across blue and white/blue.

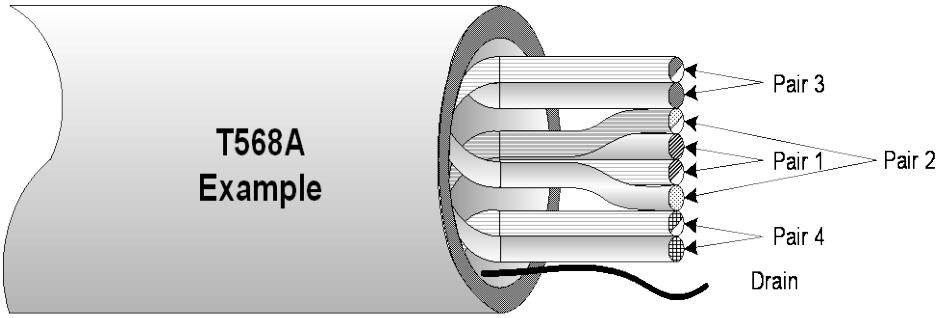


Figure I.2 – Example of wire preparation for type A cables

g) Check the following:

- pair twists extend as far out as possible;
- pair 2 (T568A) is evenly split;
- ends of conductors trimmed evenly;
- conductor trim length is dependent on connector manufacturers' instructions.

h) Hold the conductors in the proper orientation and trim off the excess length using a pair of sharp cutters. The finished length beyond the jacket should be less than 12 mm (0,5 in).

i) Confirm the correct orientation of the conductors. Apply the CP-specific wiring convention (provided in the relevant installation profile) and the connector pin out in Figure I.3. Insert the conductors into the connector body as shown in Figure I.4.

NOTE Each wire has its own slot.

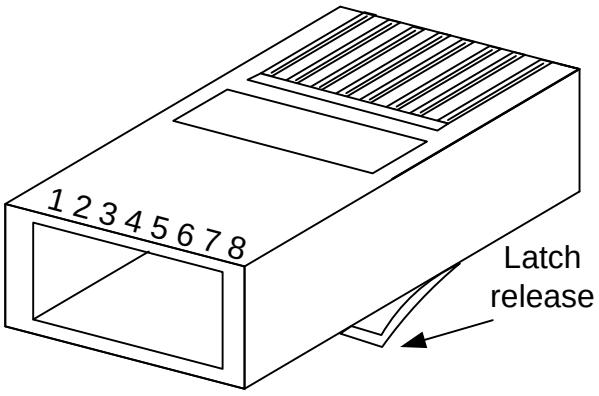


Figure I.3 – 8-way modular plug

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

j) Push the cable into the shielded connector body until all the wires touch the end of the connector body. The jacket should be inserted far enough into the connector body that the cable clamp will engage and hold the jacket.

k) Insert the connector into the crimp tool (Figure I.5) and crimp the connector. Confirm that the connector is fully seated into the crimp dies.

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

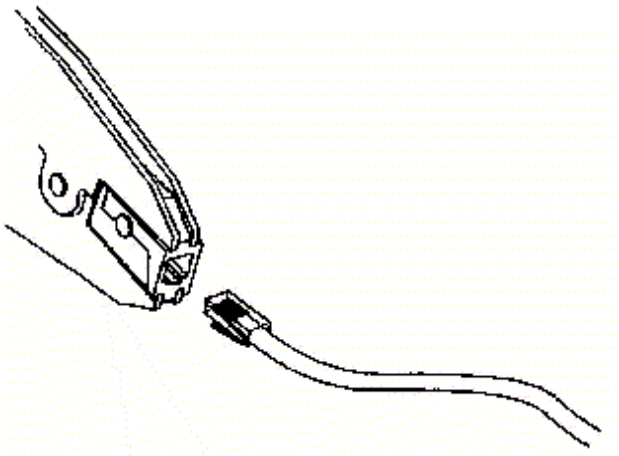


Figure I.5 – Crimping the connector

l) Squeeze the hand tool to complete the crimp. The tool will not release until the jaws are fully closed and crimped.

m) Check the crimp by pulling gently on the connector. If the jacket or conductors slide out, cut the connector off and start over.

n) Electrically test the connection using an appropriate test tool such as commercially available Ethernet test tool.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

I.3 Guidance for terminating unshielded twisted pair cable ends for 8-way modular plugs

Terminate unshielded cable ends for 8-way modular plugs as follows.

a) Measure the cable and trim it to the proper length using the cable cutter. Cut the cable about 75 mm (3 in) longer than the final cable length.

b) Using a stripping tool similar to the one in Figure I.1, strip back 25 mm (1 in) of jacket. Be careful not to cut the insulation of the wire. If the wire insulation is damaged, cut off the end of the cable and start over.

c) Align the wires into colour groups as shown as shown in Figure I.6.

d) Separate the individual wire pairs. Wire colour codes for the several CPs are given in Table D.3. For example for CP 2/2.

   – If wiring to T568A, then the white/orange and orange pair is split across blue and white/blue.

   – If wiring to T568B, then the green/white and green pair is split across blue and white/blue.

e) Un-twist the conductors only back to the jacket edge (see Figure I.6).

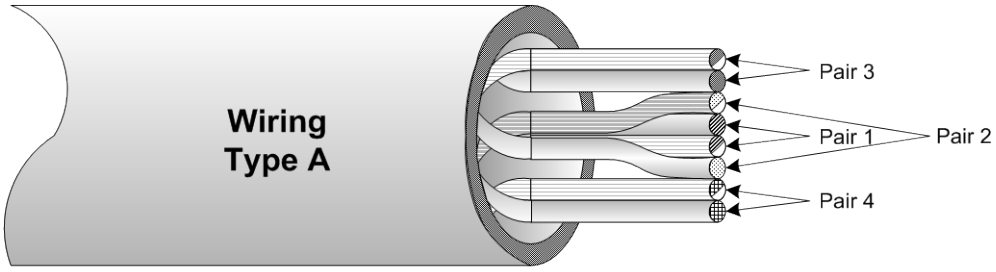


Figure I.6 – Example of a cable preparation for type A wiring

f) Check the following:

   – pair twists extend as far out as possible;

   – pair 2 (T568A) is evenly split;

   – ends of conductors trimmed evenly;

   – conductor trim length is dependent on connector manufacturers' instructions.

g) Hold the conductors in the proper orientation and trim off excess length using a pair of sharp cutters. The finished length beyond the jacket should be less than 12 mm (0,5 in). See connector manufacturer’s instructions.

h) Confirm the correct orientation of the conductors and insert the conductors into the connector body (Figure I.4).

NOTE Each wire has its own slot in the connector body.

i) Push the cable into the connector body until all the wires touch the end of the connector body. The jacket should be inserted far enough into the connector body that the cable clamp will engage and hold the jacket.

j) Insert the connector into the crimp tool (Figure I.5) and crimp the connector. Confirm that the connector is fully seated into the crimp dies.

k) Squeeze the hand tool to complete the crimp. The tool will not release until the jaws are fully closed and crimped.

l) Check the crimp by pulling gently on the connector. If the jacket or conductors slide out, cut the connector off and start over.

m) Electrically test the connection using an appropriate tester such as a commercially available Ethernet test tool.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

I.4 Guidance for M12-4 D-coding connector installation

The following are example steps for installing a M12-4 D-coding connector on a 2 pair UTP or STP cable. This procedure can be used for both metal and plastic connector shell constructions. If a STP cable is used, there are additional steps that are required to prepare the shield.

a) Identify the connector components and separate the components (see Figure I.7).

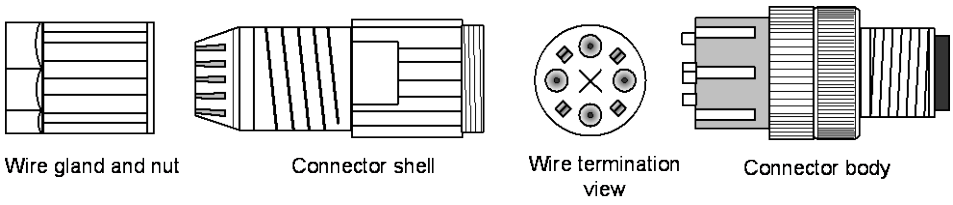


Figure I.7 – Connector components

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

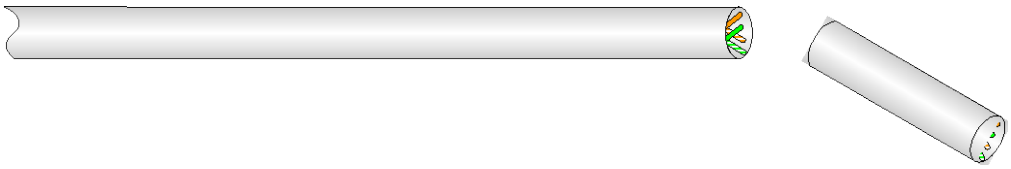


Figure I.8 – Cable preparation

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

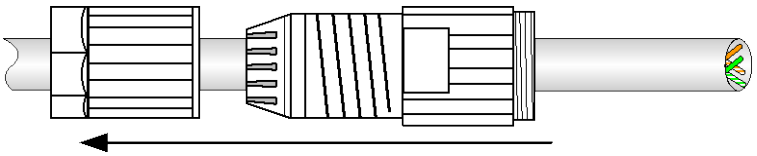


Figure I.9 – Connector wire gland, nut and shell on the cable

d) Score and strip approximately 2 cm of the cable jacket. Take care not to score or cut the conductors or shield if present. If the conductor insulation or shield is scored or cut, then start over by going back to step 2 (see Figure I.10).

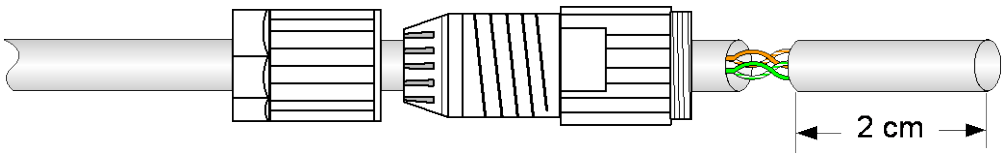


Figure I.10 – Conductors preparation

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

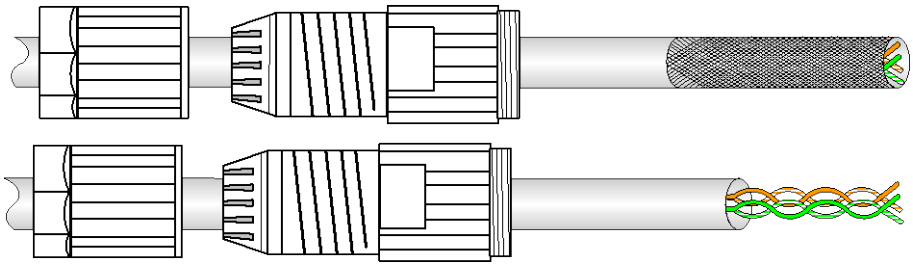


Figure I.11 – Jacket removal

f) If the cable is shielded, fold the shield back over the jacket and trim in accordance with the connector documentation, otherwise skip this step (see Figure I.12).

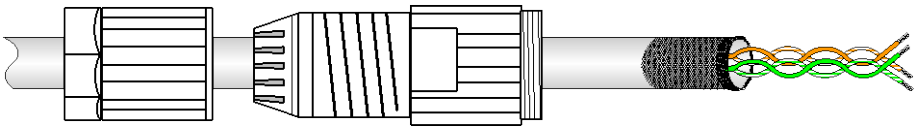


Figure I.12 – Shield preparation

g) Trim conductors to the necessary length. It is important to keep the untwisted length and exposed length as short as possible. Strip off 0,5 cm of the conductor insulation (see Figure I.13).

NOTE Some connectors use IDC contacts in place of screw terminals or cage clamps. Stripping of the insulation is not necessary for IDC contacts.

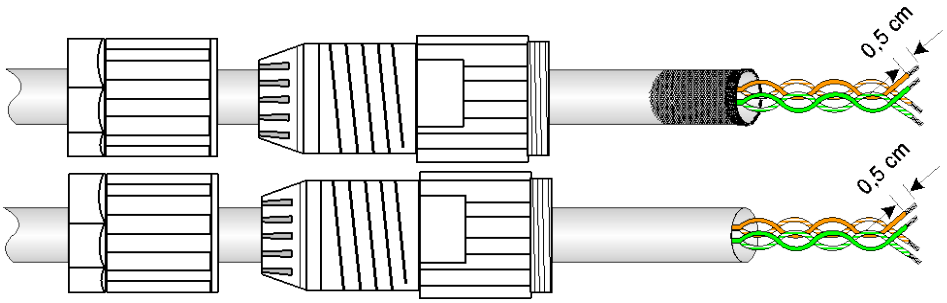


Figure I.13 – Conductors preparation

h) Prepare the conductors according to the wire map specified in the cabling planning documentation.

i) Insert the wires in to the backend of the connector body (see Figure I.14). Depending on the connector, the wires may be secured using screw terminals, cage clamps or IDC type contacts.

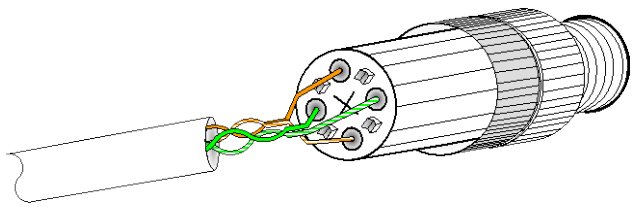


Figure I.14 – Installing conductors in connector

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

k) Slide the connector shell over the connector back end and thread on in accordance with the connector documentation (see Figure I.15).

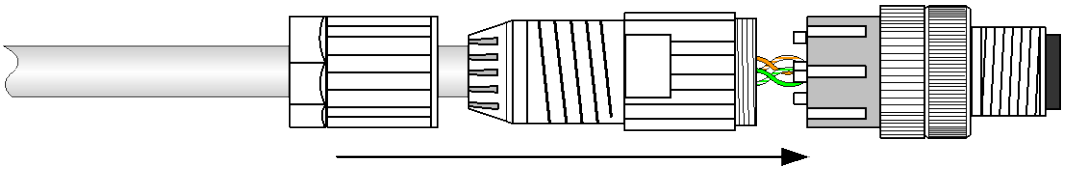


Figure I.15 – Assembling the body of the connector

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

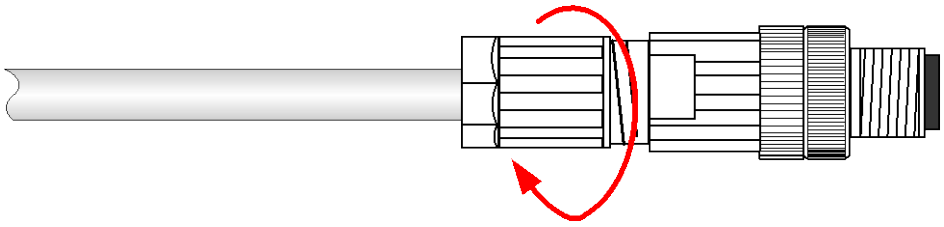


Figure I.16 – Final assembling

m) Test the cable when assembly is complete.

I.5 Guidance for terminating optical fibre cable ends

A number of optical fibre connectors exist for the several optical fibre cables. The ones to be used, out of those listed in Table 9, are listed in the CP installation profiles.

Optical fibres are thin glass or plastic filaments used for the transmission of information via light signals. For optical fibres, unlike copper wires, a mechanical connection is not sufficient. The light should come out of the fibre with minimal loss of signal and the optical fibre should be well aligned to the optical receiver to which the optical fibre cable is connected.

There are several methods for terminating optical fibre cable ends for both connectors attached with epoxy or without. The detailed description of each method depends on the particular characteristics of each connector and the connection method proposed by the manufacturer of the connectors.

To know the specific method to use for each connector type use the relevant documentation provided by the manufacturer.

Particular attention should be paid to the final polishing of the connector and to the removal from the connector of any debris.

Then a test of the connection is indispensable to guarantee the required performance of the connection. The tool to use is an optical fibre microscope that allows one to see any cracks or imperfections. If cracks or imperfections are in the cladding, this is not a problem because the cladding does not carry a signal. If cracks or imperfections are in the core, it is a problem that should be solved by cutting the connector off and terminating the cable again, unless a repolishing of the fibre does not solve the problem.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex J
(informative)

Recommendations for bulkhead connection performance and channel performance with more than 4 connections in the channel

J.1 General

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

J.2 Recommendations

The number of connections to be counted for one bulkhead connection depends on the electrical performance of the back-to-back connectors and the distance between the two connectors. If the distance between the two connectors is less than 10 cm, one connection should be counted. If the distance between the two connectors is >10 cm, two connections are counted.

Current studies show the following.

a) A plug-to-plug connection including a bulkhead connection can be considered as a single mated category 5 connection as defined in ISO/IEC 11801, provided that each plug/jack interface exceeds the return loss given by formula (J.1) in both directions and each plug/jack interface meets minimum category 6 PSNEXT and PSFEXT performance.

$$RL\ (f) > 66 - 20\ \log(f) \qquad \text{(J.1)}$$

where

RL is the return loss (dB);

f is the frequency (MHz), with $f \leq 250$.

b) A channel topology can include up to 4 mated connections, where each mated connection meets minimum category 5 (ISO/IEC 11801) performance.

c) A Class D channel topology can include up to 6-mated connections, where each mated connection meets a minimum category 6 performance.

d) Maximum distance between jack and jack of the bulkhead connection is 10 cm. If the distance is greater than 10 cm, each plug/jack interface is considered as a separate mated connection.

Channels with more than 4 connections should use higher performance connections in order to meet the requirements of the desired category. In order to maintain category 5 performance in the channel, category 6 connections are used. See Table J.1 for return loss and NEXT transmission requirements for construction of higher count channels.

Table J.1 – Transmission requirements for more than 4 connections in a channel

Desired channel class	Number of connections	Required minimum connecting hardware return loss dB	Required minimum connecting hardware NEXT dB	Cable category
D	5 or 6	66(TBD) - 20 log (*f*)	94(TBD) - 20 log (*f*)	CAT 5
E	5 or 6	70(TBD) - 20 log (*f*)	100(TBD) - 20 log (*f*)	CAT 6
NOTE Class E channel requiring five or six connections can be limited by the connector return loss and NEXT performance.				

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex K
(informative)

Fieldbus data transfer testing

K.1 Background

Control systems for industrial automation require communication channels that provide 'deterministic' and 'repeatable' data transfer. These requirements implicitly set constraints on allowable errors due to cabling and interference.

Network total availability or up-time and the incidence of burst errors are also critical to many control applications.

K.2 Allowable error rates for control systems

K.2.1 Bit errors

Normal bit error events result in loss or rejection of the message frame containing the error. In most cases, the loss is followed by a recovery activity to resend the message frame at a later time.

This has the following effects on communication traffic.

- Control information in the affected message frame is either lost completely or not provided to a target receiver in a timely fashion.
- Channel response time is extended when resources are diverted for recovery events.
- Channel total transfer capacity is reduced.

These consequences are not acceptable to many control applications, which require predictable response times for control and deterministic worst case delivery times for critical alarm and control events.

To ensure acceptable communication channel performance, for a fieldbus application, the maximum allowable ratio of faulty data bits as a proportion of the total should be

- 1 in 10^6 for a fieldbus using a nominal data rate of 100 kbit/s;
- 1 in 10^{12} for a fieldbus using a nominal data rate of 100 Mbit/s.

K.2.2 Burst errors

Small numbers of random communication errors will always exist in a real communication channel. So control systems are normally designed to tolerate a few events when one data sample is lost in communication or fails to arrive on schedule.

Communication losses or delays affecting a sequence of two of more measurement samples for a control loop are generally not acceptable as they can de-stabilise the loop.

As a general rule, the longest burst error affecting communication of multiple samples should be shorter than the sample interval of the fastest control loop.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Typical values for fast control loop sampling intervals are the following:

- 100 ms is a fast sampling interval for process control;
- 10 ms is a fast sampling interval for factory automation;
- 1 ms and below are sampling intervals used by some robotic and motor speed control applications.

Based on these values, for a factory application, a burst error lasting 1 ms could cause the loss of 100 successive messages representing one sample for each of 100 control loops. This is normally not an unsafe situation, as each loop should tolerate loss of one sample.

However, a burst error lasting 20 ms would cause the loss of two successive samples for each loop running at 10 ms sampling interval. In the above example, all 100 loops would be de-stabilised with a high potential for an unsafe control situation.

For a specific control system application, the longest acceptable burst error event may be calculated from the shortest sampling interval used by the control system.

K.3 Testing channel performance

Installed communication channels should be tested to verify the required channel performance. The test methods to be used and channel performance limits depend on the cable type and the needs of applications to be supported by the cabling system.

Channel performance testing can be considered at the two following levels:

- cabling system level;
- application level.

K.4 Testing cable parameters

K.4.1 General

Cable parameter testing provides measurements of connectivity, resistance, bandwidth, reflections, cross-talk etc. over a frequency range applicable to the cable category/class.

Cable parameter performance measures report the installed characteristics of the cabling plus connecting hardware, including patch cords, cross connect wiring etc. They relate only to the passive elements comprising the physical layer of the communication system. They do not normally report the presence of electrical or electro-magnetic interference and do not measure statistics related to data transfer errors.

NOTE 1 Validation to meet a set of cable parameters demonstrates only raw bandwidth capability of a channel, it does not measure the presence of interference factors or predict their impact on actual data transfer performance. Compliance with a particular transmission class gives no assurance of channel useful data transfer rate or values for expected bit error rates or burst errors arising from interference when the validated channel is used with a particular communication technology.

NOTE 2 When testing cable parameters in the presence of significant interference, the test equipment may report the interference as part of the test results, or the tester person may infer the presence of interference because tests take an abnormally long time.

K.4.2 Generic cable testing

When generic cabling is installed in industrial premises, it should be tested in accordance with the methods specified in ISO/IEC 14763-2 against requirements of the relevant transmission performance class of ISO/IEC 24702.

NOTE The frequency range for Cat 5e/Class D is 1 MHz to 100 MHz, and for Cat 6/Class E is 1 MHz to 250 MHz.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.4.3 Fieldbus cable testing

Fieldbus cabling should be tested in accordance with methods specified in the relevant CP installation profiles. If the fieldbus system is using any portions of other cabling or generic cabling to control applications, then those portions should be included in the fieldbus application testing.

NOTE A wide variety of frequency ranges is applicable for different fieldbus types and profiles.

K.5 Testing fieldbus data rate performance

K.5.1 General

Fieldbus data rate testing provides statistical reports covering data transfer errors for an installed fieldbus technology profile, using its specific signal modulation and encoding methods.

These tests are normally part of the installed control system equipment. Most fieldbus-based measurement and control systems include management entities to count and report bad communication events. This information should be logged and used for fault finding and to track trends in cabling performance.

Additional tools may be available to send test messages and analyse detected error events to report the incidence of bit errors.

K.5.2 Fieldbus test

Fieldbus users are interested in reports from tests taken over a reasonable period (h/days) for a user specified environment and fieldbus type, to achieve statistical BER or acceptable error rate for the application..

Typical items of interest for fieldbus test reports are the following:

- message error rate for a particular level of fieldbus traffic;
- an analysis of lost message statistics, including burst errors and details for loss events that extend over multiple consecutive messages.

These reports enable users to decide if the expected error patterns can be tolerated by their control application.

K.5.3 Planning for fieldbus data rate testing

Many installations have time and climate related patterns of interference so, when resources allow, measurements of data transfer rate, and error statistics should be carried out over a suitable time period which includes the expected worst case levels of communication disturbance.

Items to consider when planning fieldbus performance testing include:

- design features of the installed fieldbus CP;
- extent or location of network parts to be tested;
- time of day and duration for test(s);
- message size(s) and message pattern(s) to be used.

In the absence of specific test parameters, the following default values are recommended:

- full network test covering all installed channels;
- test duration is 24 h;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

- test repeated on 2 successive days;
- test at full system data rate;
- test message size to be the maximum for the fieldbus;
- test message rate to be the maximum for the fieldbus.

K.5.4 Fieldbus data rate test reporting template

Recommendations for test report include:

- details of the specific test plan;
- a time-based graph showing throughput achieved as fraction of possible throughput during the test period;
- a time-based graph showing detected message loss events and numbers of messages lost;
- a graphical report showing the number of multi-message loss events (burst errors) plotted against the duration of each event in appropriate time units.

K.5.5 Values for acceptable fieldbus performance

The values for acceptable performance should be calculated based on the application needs.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex L
(informative)

Communication network installation work responsibility

L.1 General

This standard specifies requirements for the several phases of a communication network installation lifecycle (for example planning, installation implementation, verification, validation). For each phase, a specific body (person or organisation) is identified as responsible for meeting these requirements.

L.2 Installation work responsibility

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

If part of the work for one defined phase is delegated or sub-contracted, then the body responsible for that phase should remain responsible for the compliance of the items delegated or sub-contracted. As an example, part of the work assigned to the installer could be done by others; in this case, the installer should still be required to assess the compliance of the work done by the others as required by Clause 5.

In addition, a responsible body should be identified for all items that are prerequisites for correct installation of the network (for example building earthing and plant earthing). If these tasks are not part of the network installation work, an identified responsible body is still necessary to provide information and documentation to correctly develop the network installation work.

L.3 Installation work responsibility table

For complex installation work, it is recommended to maintain a responsibility table to clearly state the responsibility for solving requirements defined in each subclause (or group of subclauses) of this standard.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex M
(informative)

Trade names of communication profiles

Annex D lists CPF names that could be trade names. The trade names of all CPs defined in IEC 61784-1 and IEC 61784-2 are listed here in Table M.1.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Table M.1 – Trade names of CPFs and CPs

Family CPF numbers	Technology name
1	FOUNDATION™ fieldbus [5]
2	CIP™ [6]
CP 2/1	ControlNet™ [6]
CP 2/2	EtherNet/IP™ [6]
CP 2/3	DeviceNet™ [6]
3	PROFIBUS & PROFINET [7]
4	P-NET® [8]
5	WorldFIP® [9]
6	INTERBUS® [10]
8	CC-Link & CC-Link IE [11]
9	HART [12]
10	Vnet/IP [13]
11	TCnet [14]

5 FOUNDATION™ fieldbus is the trade name of the non-profit consortium Fieldbus Foundation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

6 CIP™, ControlNet™, EtherNet/IP™ and DeviceNet™ are trade names of ODVA, Inc. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade names. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

7 PROFIBUS and PROFINET are the trade names of the non-profit organization PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade names holder or any of its products. Compliance does not require use of the registered trade name. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

8 P-NET is the trade name of International P-NET User Organisation ApS (IPUO). This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

9 WorldFIP is the trade name of the WorldFIP organization. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

10 INTERBUS is the trade name of Phoenix Contact GmbH & Co. KG., control of trade name use is given to the non-profit organisation INTERBUS Club. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

11 CC-Link, CC-Link/LT and CC-Link IE are trade names of Mitsubishi Electric Co., control of trade name use is given to CC-Link Partner Association. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

12 HART is a trade name of the HART Communications Foundation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

13 Vnet/IP is a trade name of Yokogawa Electric Corporation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

14 In Japan, TCnet is a trade name of TOSHIBA Corporation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Family CPF numbers	Technology name
12	EtherCAT™ [15]
13	Ethernet POWERLINK [16]
14	EPA [17]
15	MODBUS®-RTPS [18]
16	SERCOS [19]
17	RAPIEnet [20]
18	SafetyNET p [21]
19	MECHATROLINK [22]

15 EtherCAT™ and EtherCAT-ove-Safety™ are trade names of Beckhoff, Verl. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade names. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

16 Ethernet POWERLINK is a trade name of Bernecker&Rainer Industrieelektronik Ges.m.b.H., control of trade name use is given to the non-profit organization EPSG. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

17 EPA™ is a trade name of SUPCON Group Co. Ltd. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

18 Modbus is a trademark of Schneider Automation Inc., registered in the United States of America and other countries. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trademark. Use of the trademark requires permission of the trademark holder.

19 SERCOS is a trade name of SERCOS International e.V. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

20 RAPIEnet is a trade name of LSIS. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name RAPIEnet. Use of the trade name RAPIEnet requires permission of the trade name holder

21 SafetyNET p is a trade name of the Pilz GmbH & Co. KG. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name SafetyNET p. Use of the trade name SafetyNET p requires permission of the trade name holder.

22 MECHATROLINK is the trade name of YASKAWA ELECTRIC CORPORATION. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name MECHATROLINK. Use of the trade name MECHATROLINK requires permission of the trade name holder.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex N
(informative)

Validation measurements

N.1 General

Annex N describes details of some validation measurements.

N.2 DCR measurements

N.2.1 Purpose of test

The following procedure is applicable for DCR measurements of the installed cabling to validate the following:

- loop resistance;
- DCR of data line;
- DCR of shield;
- absence of shorts between wires;
- absence of shorts between wire and shield.

This procedure can be used for all cable conductor counts.

Performing only sub parts of this procedure may result in an incorrect conclusion.

N.2.2 Assumptions

The length of the installed cable is known.

The proposed method depends on the accuracy and precision of the measurement.

The cable to be measured is at the same temperature as in the datasheet.

N.2.3 Measurements

The measurements are performed in five steps.

- Step 1
  - With the far end open, perform a measurement between all combinations of conductors to verify that the d.c. resistance is greater than 1 MΩ. If any measurement results in less than 1 MΩ, this indicates a potential problem. Before continuing, the problem should be resolved.
  - Short wire 1 and wire 2 at the far end (see Figure N.1).
  - Measure the loop resistance between wire 1 and wire 2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure N.1 – Loop resistance measurement wire to wire

- Step 2
  - Short wire 1 to the shield at the far end (see Figure N.2).
  - Measure the loop resistance of wire 1 and the shield at the local end.

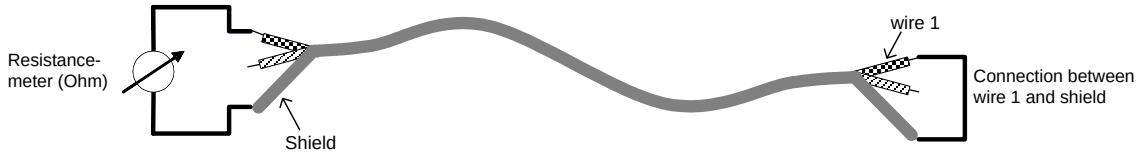


Figure N.2 – Loop resistance measurement wire 1 to shield

- Step 3
  - Short wire 2 to the shield at the far end (see Figure N.3).
  - Measure the loop resistance of wire 2 and the shield at the local end.

Figure N.3 – Loop resistance measurement wire 2 to shield

- Step 4 (measure for short between wire 1 and wire 2)
  - Short wire 2 to the shield at the far end (see Figure N.4).
  - Measure the loop resistance of wire 1 and the shield at the local end.

Figure N.4 – Resistance measurement for detecting wire shorts

- Step 5
  - No connection between wire 1 and wire 2 at the far end (see Figure N.5).
  - Measure the resistance between wire 1 and wire 2 at the local end.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure N.5 – Resistance measurement between wire 1 and wire 2

N.2.4 Calculations

N.2.4.1 Calculated DCR values for wires and shield

Take the typical DCR of a cable from the datasheet provided by the cable manufacturer.

The DCR-calc of each cable installed can be calculated by using this typical value per unit length multiplied by the length of the cable.

$$DCR\text{-}calc_{(wire)} = DCR_{(wire\ from\ datasheet)} \times L$$

$$DCR\text{-}calc_{(shield)} = DCR_{(shield\ from\ datasheet)} \times L$$

where

L is the known length of the installed cable.

NOTE This calculation may be not needed when a cable manufacturer provides other equivalent information, for example a table showing the DCR values depending on the cable length.

N.2.4.2 Derived DCR values for wires and shield

The DCR values for the wire and the shield, as well as the difference of the two DCR values between two wires, can be derived from measurements step 1 to step 3 as follows.

a) $DCR_{(wire)} = 0{,}5 \times DCR_{(step1)}$

   1) $DCR_{(shield_1)} = DCR_{(step\ 2)} - DCR_{(wire)}$

   2) $DCR_{(shield_2)} = DCR_{(step\ 3)} - DCR_{(wire)}$

   3) $DCR_{(shield)} = 0{,}5 \times (DCR_{(shield_1)} + DCR_{(shield_2)})$

b) $DC_{unbal} = |DCR_{(step2)} - DCR_{(step\ 3)}|$

NOTE This method yields an accuracy of roughly 10 %. Validation of the cable under test is met when the measured and the calculated values are within 10 %.

N.2.5 Measurement results

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

N.2.5.1 Validation of the cable DCR

Figure N.6 shows the conclusions for the validation of the installed cable DCR against datasheet and the relevant CP installation profile.

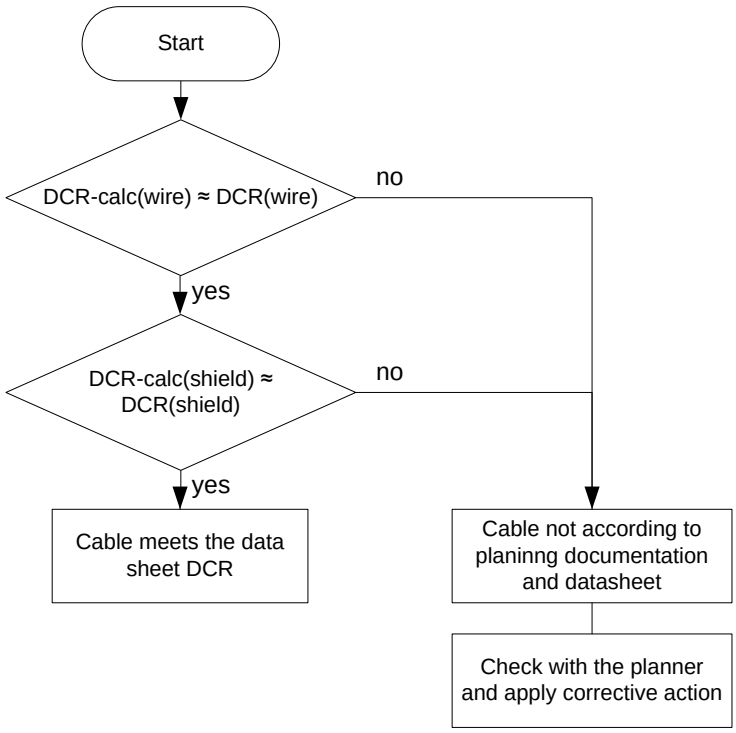


Figure N.6 – Validation of the cable DCR

N.2.5.2 Conclusions for cable open or shorts

Comparing the DCR-calc$_{(wire)}$ value with the DCR$_{(wire)}$ derived from measurements of step 1, step 2 and step 3, allows quality statements of the installed cables.

The DCR$_{(shield)}$ values calculated as in N.2.4.2 a)1) and N.2.4.2 a)2) should be the same, within the measurement accuracy.

Figure N.7 shows the conclusions for cable open or shorts.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

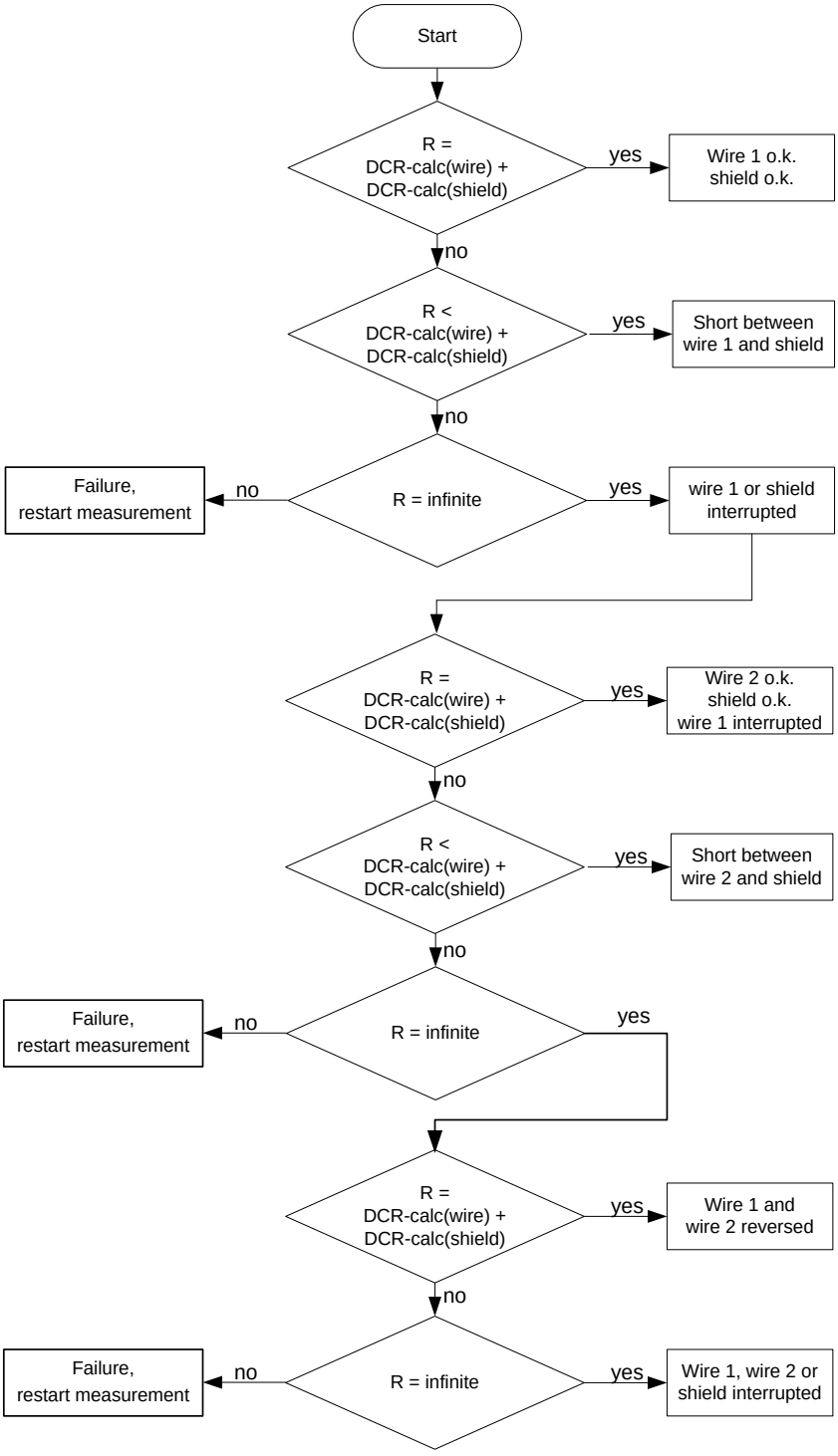


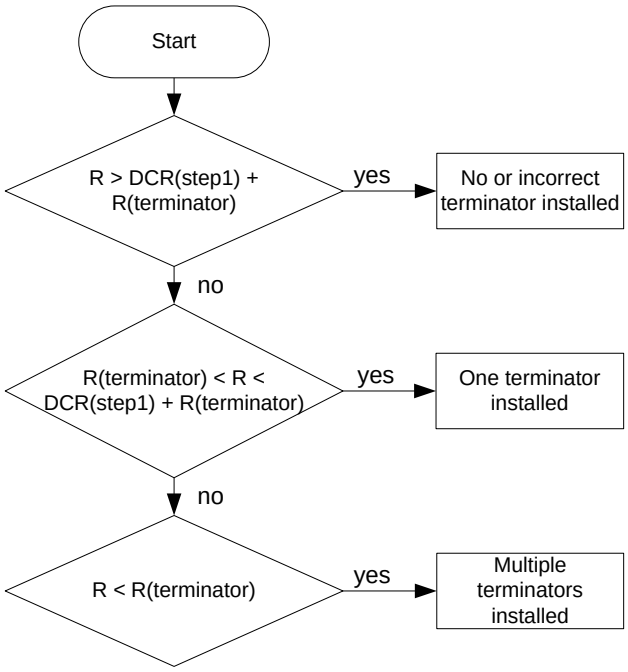
Figure N.7 – Conclusions for cable open or shorts

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

N.2.5.3 Determination of proper cable terminator value

Figure N.8 shows the conclusions regarding the installation of the correct value and number of terminators according to the relevant CP installation profile.

If the cable loop resistance is significant with respect to the terminator value, further calculations may be necessary to determine if the termination is correct.



Key

R = measured value

R(terminator) = terminator in accordance with the relevant installation profile

Figure N.8 – Determination of proper cable terminator value

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annex O
(informative)

End-to-end link

O.1 General

End-to-end link is an important concept/approach for the design, installation and test of communication networks not only in industrial sites but also in other sites (such as building automation). Fail to implement a correct end-to-end link may result in loss of production of a plant/factory.

Network cabling is usually based on the models specified in ISO/IEC 11801 and ISO/IEC 24702. In these standards, the cabling between two active devices (EQP) is called a channel and consists of different cable types and up to four connections in the channel according to the reference implementation. The plugs on both ends that connect to the jack of the equipment are not part of the channel model as shown in Figure O.1. Typical commercial measurement instruments perform a qualification of the channel according to ISO/IEC 11801 without considering the plugs on both ends of the channel.

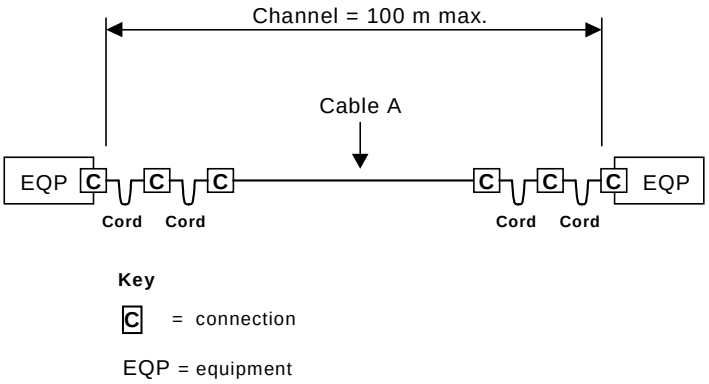


Figure O.1 – Channel according to ISO/IEC 11801

In industrial installations, the usage of pre-assembled cables is often inconvenient and not the practice. The plugs on both ends are usually assembled in the field. Pre-assembled cables are generally subject to a quality-assured manufacturing process. An example of a field-assembled cable may be one contiguous cable spanning distance greater than 20 m and consisting of cable and two plugs. In contrast, the quality of field-assembled cables depends on the skill of the installer. Because the termination in the field may not comply with the required performance (for example, NEXT), a qualification test of these plugs together with the channel is indispensable.

O.2 End-to-end link

End-to-end link (E2E link) is the combination of the channel and the plug at each end of the channel. In this case, the reference level of the measurement includes the plugs as shown in Figure O.2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

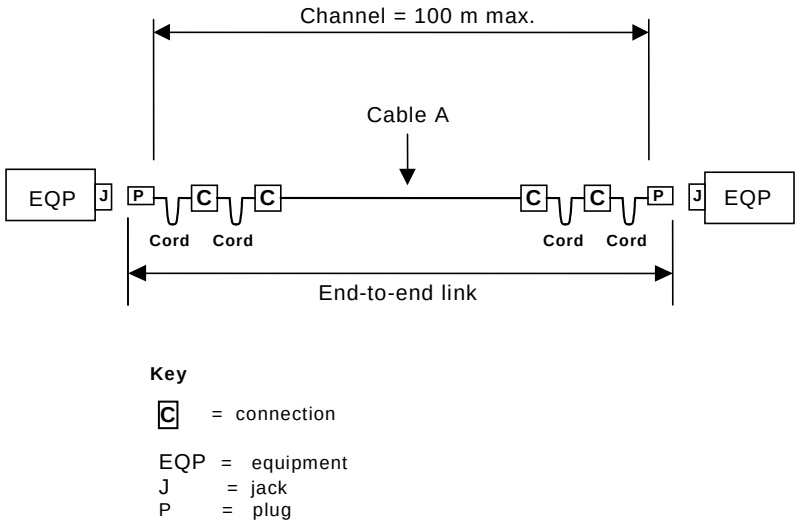


Figure O.2 – End-to-end link

In many installations, the design of an E2E link may have some deviations from a channel as it is defined in the reference implementation.

An E2E link may be composed as follows:

1) E2E link basically is as shown in Figure O.2 (E2E link composed of a channel with up to 4 connections including the plug at each end of the channel).

   NOTE 1 The connections C are equivalent to one connection independently of the material used for the implementation of the connection.

   NOTE 2 All cable elements may consist either of solid or stranded material (from 22 AWG to 26 AWG).

2) One or more cords may be placed in any position inside the E2E, not only at the ends.
3) The cords used in an E2E link may have different insertion loss specification. The E2E link may have no connections (C) in the channel.
4) The E2E link, or parts of it, may be installed in an environment with temperatures which may rise from – 40 °C up to + 70 °C (see Introduction to the MICE environmental classification in ISO/IEC/TR 29106:2007 and in Table B.5).

O.3 Deliverables

For the normative description, the design and the validation with measurement equipment of an E2E link, the theory and mathematical description is necessary.

The end-to-end link needs:

– test schedules and methods to be created, and
– the limits for the signal integrity parameters of E2E link Class D up to Class E_A to be defined.

O.4 End-to-end link test schedules and methods

O.4.1 End-to-end link test method 1

E2E link test method 1 provides confidence that the E2E link is fully functional just for the E2E link configuration as specified hereafter.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

If the E2E link includes cords at both ends, or a 2 connection E2E link, the functionality of the E2E link can be confirmed by performing the following two successive tests:

a) channel test as per ISO/IEC 11801 that includes the cord(s) used in the E2E link,

b) and cord tests on the cord(s) used in the E2E link to the appropriate cord limits as per IEC 61935-2.

This is already specified and can be done with current field test equipment.

O.4.2 End-to-end link test method 2

E2E link test method 2 provides confidence that the E2E link is fully functional for all the E2E link configurations.

This single test method uses:

– test methodology as required for cord testing,

– and the limits required for the channel performance.

The only difference between the tested E2E link and the operating E2E link is the difference between test equipment reference jack and the jack used in the active equipment. This implies that if the test passes, but the application fails, this is due to the active equipment.

End-to-end link test method 2 is for future study.

Once the test method 2 is available, it will be used to qualify all the E2E link configurations.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Bibliography

[1] IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org/)

[2] IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

[3] IEC 60079-11:2011, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"*

[4] IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

[5] IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

[6] IEC 60332-1 (all subparts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions*

[7] IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

[8] IEC 60512-4 (all subparts), *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 4: Voltage stress tests*

[9] IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

[10] IEC 60670-1:2002, *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations – Part 1: General requirements*

[11] IEC 60950-21, *Information technology equipment – Safety – Part 21: Remote power feeding*

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

[13] IEC/TR 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*

[14] IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

[15] IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

[16] IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

[17] IEC 61131-2:2007, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

[18] IEC 61158-1,*Industrialcommunicationnetworks– fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*[23]

[23] To be published.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

[19] IEC 61508-4, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 4: Definitions and abbreviations*

[20] IEC 61984:2008, *Connectors – Safety requirements and tests*

[21] IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

[22] ISO/IEC 9314-3, *Information processing systems – Fibre distributed Data Interface (FDDI) – Part 3: Physical Layer Medium Dependent (PMD)*

[23] ISO/IEC 9314-4, *Information technology – Fibre distributed data interface (FDDI) – Part 4: Single-mode fibre physical layer medium dependent (SMF-PMD)*

[24] ISO/IEC 15018, *Information technology – Generic cabling for homes*

[25] ISO/IEC/TR 29106:2007, *Information technology – Generic cabling – Introduction to the MICE environmental classification*

[26] EN 50174-1, *Information technology – Cabling installation – Part 1: Installation specification and quality assurance*

[27] EIA/TIA 568, *Commercial building telecommunications cabling standard*

_____

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 185
INTRODUCTION 187
1 Domaine d'application 192
2 Références normatives 192
3 Termes, définitions et abréviations 196
3.1 Termes et définitions 196
3.2 Abréviations 206
3.3 Conventions relatives aux profils d'installation 208
4 Planification de l'installation 208
4.1 Généralités 208
4.1.1 Objectif 208
4.1.2 Câblage dans les locaux industriels 208
4.1.3 Processus de planification 211
4.1.4 Exigences spécifiques pour les CPs 212
4.1.5 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702 212
4.2 Exigences de planification 213
4.2.1 Sûreté 213
4.2.2 Sécurité 213
4.2.3 Considérations environnementales et compatibilité électromagnétique 214
4.2.4 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702 216
4.3 Capacités du réseau 216
4.3.1 Topologie du réseau 216
4.3.2 Caractéristiques du réseau 218
4.4 Sélection et utilisation de composants de câblage 222
4.4.1 Sélection du câble 222
4.4.2 Sélection du matériel de connexion 226
4.4.3 Connexions dans un canal/une liaison permanente 228
4.4.4 Terminaisons 235
4.4.5 Emplacement et connexion du dispositif 235
4.4.6 Codage et étiquetage 235
4.4.7 Mise à la terre et équipotentialité du matériel et des dispositifs et câblage blindé 236
4.4.8 Stockage et transport des câbles 248
4.4.9 Acheminement des câbles 248
4.4.10 Séparation des circuits 250
4.4.11 Protection mécanique des composants de câblage 251
4.4.12 Installation dans des zones particulières 252
4.5 Documentation de planification du câblage 252
4.5.1 Description commune 252
4.5.2 Documentation de planification du câblage pour les CPs 252
4.5.3 Documentation de certification du réseau 253
4.5.4 Documentation de planification du câblage relative au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702 253
4.6 Vérification de la spécification de planification du câblage 253

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5 Mise en œuvre de l'installation 253
5.1 Exigences générales 253
5.1.1 Description commune 253
5.1.2 Installation des CPs 253
5.1.3 Installation du câblage générique dans des locaux industriels 254
5.2 Installation des câbles 254
5.2.1 Exigences générales relatives aux types de câblage 254
5.2.2 Installation et acheminement 261
5.2.3 Exigences spécifiques pour les CPs 262
5.2.4 Exigences particulières pour l'installation sans fil 262
5.2.5 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702 262
5.3 Installation de connecteur 262
5.3.1 Description commune 262
5.3.2 Connecteurs blindés 263
5.3.3 Connecteurs non blindés 264
5.3.4 Exigences spécifiques pour les CPs 264
5.3.5 Exigences particulières pour l'installation sans fil 264
5.3.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702 264
5.4 Installation des terminaisons 264
5.4.1 Description commune 264
5.4.2 Exigences spécifiques pour les CPs 264
5.5 Installation du dispositif 265
5.5.1 Description commune 265
5.5.2 Exigences spécifiques pour les CPs 265
5.6 Codage et étiquetage 265
5.6.1 Description commune 265
5.6.2 Exigences spécifiques pour les CPs 265
5.7 Mise à la terre et équipotentialité du matériel et des dispositifs et câblage blindé 265
5.7.1 Description commune 265
5.7.2 Équipotentialité et mise à la terre des enveloppes et des chemins 266
5.7.3 Méthodes de mise à la terre 268
5.7.4 Méthodes de mise à la terre du blindage 270
5.7.5 Exigences spécifiques pour les CPs 272
5.7.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702 272
5.8 Documentation du câblage comme exécuté 272
6 Installation, vérification et essai de réception de l'installation 272
6.1 Généralités 272
6.2 Vérification de l'installation 273
6.2.1 Généralités 273
6.2.2 Vérification conformément à la documentation de planification du câblage 273
6.2.3 Vérification de la mise à la terre et de l'équiotentialité 275
6.2.4 Vérification de la mise à la terre du blindage 276
6.2.5 Vérification du système de câblage 277
6.2.6 Vérification de la sélection du câble 277
6.2.7 Vérification du connecteur 277

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.2.8 Vérification de la connexion 278
6.2.9 Vérification des terminaisons 280
6.2.10 Vérification codage et étiquetage 280
6.2.11 Rapport de vérification 280
6.3 Essai de réception de l'installation 281
6.3.1 Généralités 281
6.3.2 Essai de réception du câblage Ethernet 283
6.3.3 Essai de réception du câblage non Ethernet 286
6.3.4 Exigences particulières pour l'installation sans fil 287
6.3.5 Rapport d'essai de réception 287
7 Administration de l'installation 287
7.1 Généralités 287
7.2 Domaines couverts par l'administration 288
7.3 Principes de base du système d'administration 288
7.4 Procédures de travail 288
7.5 Etiquetage de l'emplacement du dispositif 289
7.6 Etiquetage du câblage des composants 289
7.7 Documentation 290
7.8 Exigences spécifiques pour l'administration 291
8 Maintenance et dépannage de l'installation 291
8.1 Généralités 291
8.2 Maintenance 292
8.2.1 Maintenance systématique 292
8.2.2 Maintenance conditionnée par l'état 294
8.2.3 Maintenance corrective 294
8.3 Dépannage 294
8.3.1 Présentation générale 294
8.3.2 Evaluation du problème 295
8.3.3 Problèmes classiques 295
8.3.4 Procédure de dépannage 298
8.3.5 Procédure de dépannage simplifiée 299
8.4 Exigences particulières de maintenance et de dépannage 301
Annexe A (informative) Présentation générale du câblage générique des locaux industriels 302
Annexe B (informative) Méthodologie de description MICE 303
B.1 Généralités 303
B.2 Présentation générale de MICE 303
B.3 Exemples d'utilisation du concept MICE 304
B.3.1 Description commune 304
B.3.2 Exemples d'atténuation 305
B.4 Détermination de la classification E 307
B.5 Tableau MICE 310
Annexe C (informative) Topologies de réseau 313
C.1 Description commune 313
C.2 Demande totale de câble 313
C.3 Longueur maximale de segment de câble 313
C.4 Longueur maximale du réseau 313

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

C.5 Tolérance aux anomalies 313
C.5.1 Généralités 313
C.5.2 Utilisation de la redondance 314
C.5.3 Analyse des anomalies des réseaux avec redondance 314
C.6 Accès au réseau pour le diagnostic 314
C.7 Maintenabilité et ajouts en ligne 315
Annexe D (informative) Tables des connecteurs 316
Annexe E (informative) Réseaux d'alimentation électrique eu égard au brouillage électromagnétique – Approches TN-C et TN-S 329
Annexe F (informative) Dimensions des conducteurs dans les câbles électriques 333
Annexe G (informative) Listes de contrôle de vérification du câblage installé 335
G.1 Généralités 335
G.2 Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre 335
G.3 Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques 339
Annexe H (normative) Jeux de cordons 341
H.1 Généralités 341
H.2 Construction de jeux de cordons 341
H.2.1 Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D 341
H.2.2 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs M12-4 codage D 342
H.2.3 Jeux de cordons droits à connecteurs modulaires 8 voies 342
H.2.4 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs modulaires 8 voies 344
H.2.5 Conversion directe d'une famille de connecteurs à une autre 345
H.2.6 Conversion de recouvrement d'une famille de connecteurs à une autre 345
Annexe I (informative) Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble 346
I.1 Généralités 346
I.2 Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée blindé pour fiches modulaires 8 voies 346
I.3 Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée non blindé pour fiches modulaires 8 voies 349
I.4 Lignes directrices pour l'installation du connecteur M12-4 codage D 351
I.5 Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble à fibres optiques 353
Annexe J (informative) Recommandations relatives aux performances des connexions à cloison et aux performances d'un canal comportant plus de 4 connexions 355
J.1 Généralités 355
J.2 Recommandations 355
Annexe K (informative) Essais de transfert de données de bus de terrain 357
K.1 Contexte 357
K.2 Taux d'erreurs admissibles des systèmes de commande 357
K.2.1 Erreurs de bit 357
K.2.2 Salves d'erreurs 357
K.3 Essai des performances du canal 358
K.4 Essai des paramètres du câble 358
K.4.1 Généralités 358
K.4.2 Essai de câble générique 359
K.4.3 Essai de câble de bus de terrain 359
K.5 Essai des performances de vitesse de transmission de données du bus de terrain 359

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

K.5.1 Généralités 359
K.5.2 Essai de bus de terrain 359
K.5.3 Planification de l'essai de vitesse de transmission de données du bus de terrain 360
K.5.4 Modèle de génération de rapport d'essai de vitesse de transmission des données du bus de terrain 360
K.5.5 Valeurs de performances acceptables du bus de terrain 360
Annexe L (informative) Responsabilité relative aux travaux d'installation du réseau de communication 361
L.1 Généralités 361
L.2 Responsabilité relative aux travaux d'installation 361
L.3 Tableau des responsabilités relatives aux travaux d'installation 361
Annexe M (informative) Appellations commerciales des profils de communication 362
Annexe N (informative) Mesures de validation 365
N.1 Généralités 365
N.2 Mesures de la résistance en courant continu 365
N.2.1 But de l'essai 365
N.2.2 Hypothèses 365
N.2.3 Mesures 365
N.2.4 Calculs 368
N.2.5 Résultats de mesure 369
Annexe O (informative) Liaison bout à bout 373
O.1 Généralités 373
O.2 Liaison bout à bout 373
O.3 Eléments à fournir 374
O.4 Programmes et méthodes d'essai pour les liaisons bout à bout 375
O.4.1 Méthode d'essai 1 d'une liaison bout à bout 375
O.4.2 Méthode d'essai 2 d'une liaison bout à bout 375
Bibliographie 376

Figure 1 – Cycle de vie de l'installation de réseau industriel 190
Figure 2 – Relations entre les normes 191
Figure 3 – Structure de câblage générique connectée à un îlot d'automatisation 209
Figure 4 – Câblage d'îlot d'automatisation fixé à des éléments de câblage générique 210
Figure 5 – Ilots d'automatisation 210
Figure 6 – Connexions externes du réseau d'îlots d'automatisation 211
Figure 7 – Comment satisfaire aux conditions environnementales 215
Figure 8 – Comment les travaux d'amélioration, d'isolation et de séparation fonctionnent ensemble 215
Figure 9 – Topologies physiques de base des réseaux passifs 217
Figure 10 – Topologies physiques de base des réseaux actifs 217
Figure 11 – Exemple de combinaison de topologies de base 218
Figure 12 – Modèle de mise en œuvre de référence de base 229
Figure 13 – Modèle de mise en œuvre de référence améliorée 231
Figure 14 – Sélection des systèmes de mise à la terre et de mise au même potentiel 240

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure 15 – Câblage de mise au même potentiel et de mise à la terre dans une configuration équipotentielle 243
Figure 16 – Câblages des terres dans une configuration de mise à la terre en étoile 244
Figure 17 – Schéma de principe d'un dispositif de bus de terrain avec mise à la terre directe 245
Figure 18 – Schéma de principe d'un dispositif de bus de terrain avec mise à la terre du circuit RC parallèle 246
Figure 19 – Insertion de protecteur d'arête 256
Figure 20 – Utilisation d'un dispositif de déroulage et prévention de formation de boucle 257
Figure 21 – Prévention de la torsion 257
Figure 22 – Maintien du rayon de courbure minimal 258
Figure 23 – Ne pas tirer par les fils individuels 258
Figure 24 – Utilisation de colliers de câble avec une grande (large) surface 258
Figure 25 – Presse-étoupe avec protection de courbure 259
Figure 26 – Tube en spirale 259
Figure 27 – Séparation de câbles dans les chemins 262
Figure 28 – Utilisation de tresses de métallisations souples dans les chemins métalliques mobiles 266
Figure 29 – Préparation de surface pour les connexions électromécaniques de mise à la terre et de mise au même potentiel 268
Figure 30 – Exemple de barre omnibus isolée 269
Figure 31 – Exemple d'isolateur pour le montage de rails DIN 269
Figure 32 – Mise à la terre RC parallèle 270
Figure 33 – Mise à la terre directe du blindage 270
Figure 34 – Exemples d'application de blindage 271
Figure 35 – Limitation du décalage de tension 271
Figure 36 – Premier exemple de dérivées de mise à la terre du blindage 272
Figure 37 – Deuxième exemple de dérivées de mise à la terre du blindage 272
Figure 38 – Processus de vérification de l'installation 275
Figure 39 – Essai des connexions de mise à la terre 275
Figure 40 – Attribution de groupes de broches et de paires pour deux connecteurs à huit positions (sous-parties CEI 60603-7) ou deux connecteurs à quatre positions (série CEI 60603 et CEI 61076-2-101) 279
Figure 41 – Connecteur modulaire 8 voies à deux paires 279
Figure 42 – Paires transposées, paires séparées et paires inversées 280
Figure 43 – Processus de validation 283
Figure 44 – Représentation schématique du canal 284
Figure 45 – Représentation schématique de la liaison permanente 284
Figure 46 – Maintenance du réseau de communication 294
Figure 47 – Procédure de dépannage 299
Figure 48 – Détection des défauts sans outil particulier 301
Figure B.1 – Classifications MICE 303
Figure B.2 – Exemple de classifications MICE dans une installation 304
Figure B.3 – Amélioration, isolation et séparation 305
Figure B.4 – Exemple 1 d'atténuation 306

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure B.5 – Exemple 2 d'atténuation 306
Figure B.6 – Gamme de fréquences des perturbations électromagnétiques générées par des dispositifs industriels communs 307
Figure B.7 – Exemple de lignes directrices générales relatives aux valeurs de séparation/transitoire électrique rapide 310
Figure E.1 – Réseau d'alimentation électrique à quatre fils (TN-C) 330
Figure E.2 – Réseau d'alimentation électrique à cinq fils (TN-S) 332
Figure H.1 – Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D 341
Figure H.2 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies, 8 broches 343
Figure H.3 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies, 4 broches 343
Figure I.1 – Dénudage du câble 347
Figure I.2 – Exemple de préparation de fil pour les câbles de type A 347
Figure I.3 – Fiche modulaire 8 voies 348
Figure I.4 – Insertion du câble dans le corps du connecteur 349
Figure I.5 – Sertissage du connecteur 349
Figure I.6 – Exemple de préparation de câble pour un câblage de type A 350
Figure I.7 – Composants de connecteur 351
Figure I.8 – Préparation du câble 351
Figure I.9 – Presse-étoupe, écrou et boîtier du connecteur sur le câble 351
Figure I.10 – Préparation des conducteurs 351
Figure I.11 – Retrait de la gaine 352
Figure I.12 – Préparation du blindage 352
Figure I.13 – Préparation des conducteurs 352
Figure I.14 – Installation des conducteurs dans le connecteur 352
Figure I.15 – Assemblage du corps du connecteur 353
Figure I.16 – Assemblage final 353
Figure N.1 – Mesure de la résistance de boucle fil à fil 366
Figure N.2 – Mesure de la résistance de boucle fil 1/blindage 366
Figure N.3 – Mesure de la résistance de boucle fil 2/blindage 367
Figure N.4 – Mesure de la résistance pour la détection des courts-circuits de fil 367
Figure N.5 – Mesure de la résistance entre le fil 1 et le fil 2 368
Figure N.6 – Validation de la résistance en courant continu du câble 369
Figure N.7 – Conclusions pour les ouvertures ou courts-circuits de câble 371
Figure N.8 – Détermination de la valeur de terminaison de câble correcte 372
Figure O.1 – Canal conformément à l'ISO/CEI 11801 373
Figure O.2 – Liaison bout à bout 374

Tableau 1 – Caractéristiques de base du réseau pour le câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet 219
Tableau 2 – Caractéristiques de base du réseau pour le câblage symétrique reposant sur Ethernet 220
Tableau 3 – Caractéristiques du réseau pour le câblage à fibres optiques 221
Tableau 4 – Informations relatives au câble en cuivre: câbles fixes 223
Tableau 5 – Informations relatives au câble en cuivre: cordons 224

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 6 – Informations relatives aux câbles à fibres optiques 225
Tableau 7 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage symétrique reposant sur Ethernet 227
Tableau 8 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage en cuivre ne reposant pas sur Ethernet 227
Tableau 9 – Matériel de connexion à fibres optiques 228
Tableau 10 – Relations entre les connecteurs à fibres optiques et le type de fibre (CP x/y) 228
Tableau 11 – Formules de mise en œuvre de référence de base 230
Tableau 12 – Formules de mise en œuvre de référence améliorées 232
Tableau 13 – Facteur de correction Z pour une température de fonctionnement supérieure à 20 °C 232
Tableau 14 – Dimension et longueur des conducteurs d'égalisation et de mise à la terre 238
Tableau 15 – Section des tresses de métallisation 240
Tableau 16 – Protection de surface des plaquettes de métallisation 241
Tableau 17 – Types de circuit de câble et distances minimales 251
Tableau 18 – Paramètres pour câbles symétriques 255
Tableau 19 – Paramètres pour câbles à fibres optiques en silice 255
Tableau 20 – Paramètres pour à fibres optiques plastiques (FOP) 255
Tableau 21 – Paramètres pour câbles à fibres optiques HCS 256
Tableau 22 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage symétrique 296
Tableau 23 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage à fibres optiques 297
Tableau B.1 – Exemple 1 de zone MICE ciblée 305
Tableau B.2 – Exemple 2 de zone MICE ciblée 306
Tableau B.3 – Relation entre les dispositifs générateurs de perturbations électromagnétiques et la classification "E" 308
Tableau B.4 – Mécanisme de couplage de certains dispositifs brouilleurs 309
Tableau B.5 – Définition MICE 311
Tableau D.1 – Conventions en matière de code couleur utilisées dans la table des connecteurs 316
Tableau D.2 – Numéros de paire et combinaison de couleurs 317
Tableau D.3 – Connecteur modulaire 8 voies 318
Tableau D.4 – Connecteur M12-4 codage A 319
Tableau D.5 – Connecteur M12-4 codage D 320
Tableau D.6 – Connecteur M12-5 codage A 321
Tableau D.7 – Connecteur M12-5 codage B 322
Tableau D.8 – Connecteur SubD 323
Tableau D.9 – Connecteur 7/8-16 UN-2B THD / M18 324
Tableau D.10 – Connecteur de style ouvert 325
Tableau D.11 – Connecteur M12-8 codage X 326
Tableau D.12 – Connecteur BNC 327
Tableau D.13 – Connecteur TNC 328
Tableau F.1 – Système AWG (American Wire Gauge) et kcmil 333
Tableau G.1 – Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre 335

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau G.2 – Liste de contrôle des mesures de mise à la terre et de mise au même potentiel 337
Tableau G.3 – Signatures pour les listes de contrôle du Tableau G.1 et du Tableau G.2 337
Tableau G.4 – Liste de contrôle des vérifications particulières des profils de communication non Ethernet 338
Tableau G.5 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.4 338
Tableau G.6 – Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques 339
Tableau G.7 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.6 340
Tableau H.1 – Attribution paire de fils/broche de connecteur M12-4 codage D 342
Tableau H.2 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement M12-4 codage D à M12-4 codage D 342
Tableau H.3 – Attribution paire de fils/broche de connecteur modulaire 8 voies 344
Tableau H.4 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement modulaire 8 voies 344
Tableau H.5 – Attribution de broche de connectivité 345
Tableau H.6 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement modulaire M12 à 8 voies 345
Tableau J.1 – Exigences de transmission pour plus de 4 connexions dans un canal 356
Tableau M.1 – Appellations commerciales des familles de profils de communication et des profils de communication 363

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –

Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels

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. 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques suivantes par rapport à l'édition précédente:

– certains termes et abréviations ont été ajoutés à l'Article 3;
– les Paragraphes 4.4.3.4.1 et 4.4.7.3 ont été mis à jour;
– le Paragraphe 8.1 a été mis à jour;
– la Figure 13, la Figure 29, la Figure H.1, le Tableau 3, le Tableau 6, le Tableau 7 et le Tableau B.5 ont été mis à jour;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

– l'Annexe D et l'Annexe M ont été étendues pour couvrir des familles de profil de communication supplémentaires;

– une nouvelle Annexe O informative a été ajoutée.

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

NOTE Pour des informations complémentaires, voir l'Introduction.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65C/737/FDIS	65C/742/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de 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 couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

INTRODUCTION

L'automatisation des processus et des usines repose de plus en plus sur des réseaux de communication et des bus de terrain naturellement conçus pour gérer les conditions d'environnement spécifiques des locaux industriels. Les réseaux et bus de terrain assurent l'intégration efficace des applications entre les unités fonctionnelles de la centrale/l'usine. L'intégration de données générées sur le terrain avec des systèmes de gestion de haut niveau présente l'avantage de réduire les coûts de production. Dans le même temps, les données intégrées permettent de maintenir, voire d'augmenter, la quantité et la qualité de la production. Il est important d'installer correctement le réseau pour assurer la disponibilité, la fiabilité et les performances des communications. Il s'agit de tenir compte des conditions de sûreté et de sécurité et des aspects liés à l'environnement (les interférences mécaniques, liquides, particulaires, climatiques, chimiques et électromagnétiques, par exemple).

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

L'ISO/CEI 24702 spécifie la conception des infrastructures de télécommunication génériques dans les locaux industriels et constitue la base de certaines spécifications de performance de transmission indiquées dans la présente norme. L'ISO/CEI 24702 spécifie uniquement la capacité de largeur de bande brute d'un canal. Elle ne précise pas la vitesse de transfert de données utile d'un réseau particulier utilisant ce canal, ni les erreurs prévues après avoir pris en compte l'interférence pendant le processus de communication.

La norme de bus de terrain CEI 61158, la CEI 62026-3 ainsi que leurs normes d'accompagnement CEI 61784-1 et CEI 61784-2 spécifient plusieurs profils de communication pour les automatismes industriels. Ces profils de communication spécifient une capacité de largeur de bande brute et, en outre, des règles de modulation et de codage binaires pour leur bus de terrain. Certains profils spécifient également des niveaux cibles de vitesse de transfert de données utile, ainsi que des valeurs maximales d'erreur générées par les interférences pendant le processus de communication.

La présente norme précise un ensemble cohérent de règles d'installation destinées aux locaux industriels, relatives au câblage générique (des infrastructures de télécommunication) et aux bus de terrain. En outre, elle offre un support pour la définition et l'installation des interfaces entre les réseaux d'îlots d'automatisation et le câblage générique. Elle cherche à remédier à une situation créée lorsque différentes parties d'un important site d'automatisation sont fournies par des fournisseurs qui s'appuient sur des directives d'installation hétérogènes, dont les structures et le contenu sont différents. Ce manque de cohérence augmente sensiblement le potentiel d'erreurs et de dysfonctionnements susceptibles de compromettre le système de communication.

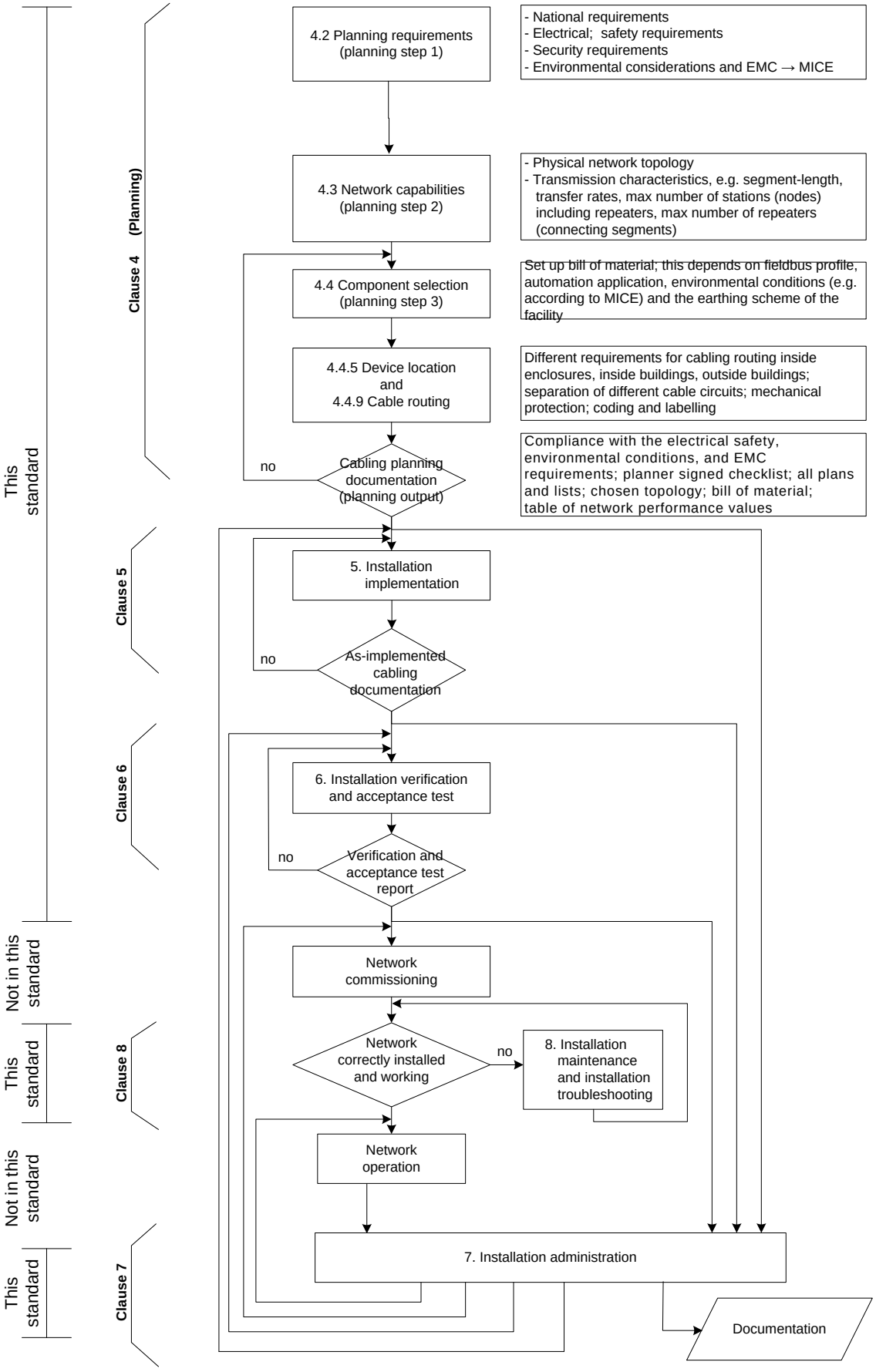
La présente norme a été développée suite à l'harmonisation des approches de plusieurs groupes d'utilisateurs et consortiums industriels.

La présente norme offre un point de référence commun pour l'installation du support des réseaux de communication industriels les plus utilisés dans la plupart des sites industriels. La norme aborde le cycle de vie d'une installation dans les articles suivants (voir la carte de la norme à la Figure 1):

- Article 4: Projet d'installation;
- Article 5: Mise en œuvre de l'installation;
- Article 6: Vérification et essai d'acceptation de l'installation;
- Article 7: Administration de l'installation;
- Article 8: Maintenance et dépannage de l'installation.

Les méthodes présentées dans ces articles s'adressent à un large éventail de techniciens.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

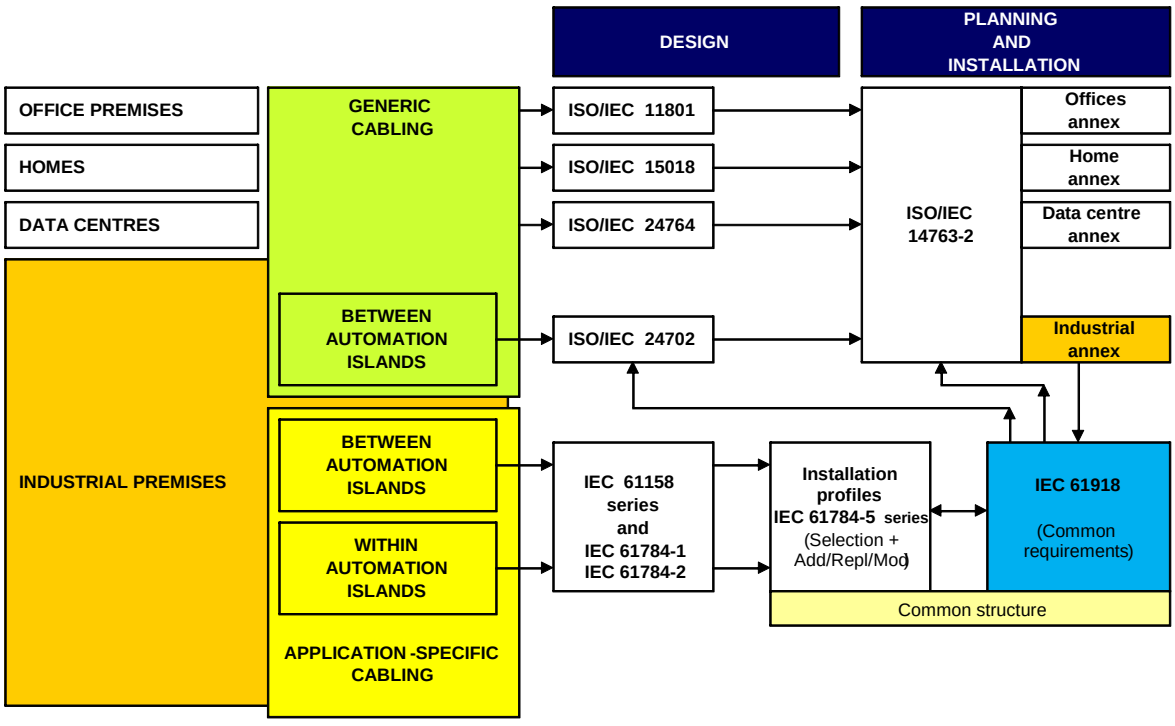
Anglais	Français
Clause 8	Article 8
Clause 7	Article 7
Network correctly installed and working	Réseau correctement installé et fonctionnant

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

L'installation d'un système de communication est prise en charge par la présente norme conjointement avec le profil d'installation correspondant. Le profil d'installation établit les exigences spécifiques à la technologie, à savoir les exigences qui s'appliquent telles qu'elles sont présentées dans la présente norme ou qui ont été étendues, modifiées ou remplacées.

Pour les bus de terrain définis dans la série CEI 61784 en tant que profils de communication des familles de profil de communication (CPF), l'installation est spécifiée dans les profils d'installation présentés dans la série CEI 61784-5-n (n étant le numéro CPF). La CEI 61158-1 décrit les relations entre le bus de terrain et les profils de communication, ainsi que les profils d'installation correspondants (voir Figure 2).

Pour l'installation du câblage générique, la présente norme doit être utilisée conjointement avec l'ISO/CEI 14763-2 (voir Figure 2).



Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

Anglais	Français
OFFICE PREMISES	LOCAUX COMMERCIAUX
HOMES	MAISONS
DATA CENTRES	CENTRES DE DONNEES
GENERIC CABLING	CABLAGE GENERIQUE
BETWEEN AUTOMATION ISLANDS	ENTRE ILOTS D'AUTOMATISATION
INDUSTRIAL PREMISES	LOCAUX INDUSTRIELS
WITHIN AUTOMATION ISLANDS	DANS LES ILOTS D'AUTOMATISATION
APPLICATION-SPECIFIC CABLING	CABLAGE SPECIFIQUE A L'APPLICATION
DESIGN	CONCEPTION
PLANNING AND INSTALLATION	PLANIFICATION ET INSTALLATION
ISO/IEC 11801	ISO/CEI 11801
ISO/IEC 15018	ISO/CEI 15018
ISO/IEC 24764	ISO/CEI 24764
ISO/IEC 24702	ISO/CEI 24702
ISO/IEC 14763-2	ISO/CEI 14763-2
Industrial annex	Annexe industrielle
IEC 61158 series and IEC 61784-1, IEC 61784-2	Série CEI 61158 et CEI 61784-1 et CEI 61784-2
Installation profiles IEC 61784-5 series (Selection + Add/Repl/Mod)	Profils d'installation série CEI 61784-5 (Sélection + Ajout/Repl/Mod)
IEC 61918 (Common requirements)	CEI 61918 (Exigences communes)
Common structure	Structure commune
Offices annex	Annexe relative aux bureaux
Home annex	Annexe relative aux maisons
Data centre annex	Annexe relative aux centres de données

Figure 2 – Relations entre les normes

Cette structure présente l'un des avantages de permettre aux utilisateurs d'un réseau de distinguer les exigences d'installation communes à la plupart des réseaux de celles qui sont spécifiques à un réseau particulier.

Les besoins liés à l'installation sont propres à chaque centrale/usine, selon les conditions critiques particulières qui s'appliquent à l'application spécifique. La présente norme et ses normes d'accompagnement décrites ci-dessus proposent un ensemble d'exigences d'installation obligatoires et un certain nombre de recommandations. Il revient au propriétaire de l'entreprise industrielle particulière de demander explicitement la mise en œuvre de l'installation du câblage conformément à ces normes, et de répertorier toutes les recommandations qui doivent être considérées comme étant des exigences obligatoires dans le cas particulier.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –

Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences de base pour l'installation d'un support de réseaux de communication dans des locaux industriels et à l'intérieur et entre des îlots d'automatisation de sites industriels. La présente norme couvre le câblage symétrique et à fibres optiques. Elle couvre également l'infrastructure de câblage des supports sans fil, mais pas le support sans fil lui-même. D'autres supports sont couverts par la série CEI 61784-5.

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

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

NOTE Si l'interface utilisée au niveau de la prise d'automatisation n'est pas conforme à celle spécifiée pour la prise de télécommunication de l'ISO/CEI 24702, le câblage n'est plus conforme à l'ISO/CEI 24702, même si certaines fonctions (notamment les performances) du câblage générique peuvent être conservées.

La présente norme donne les lignes directrices relatives aux aspects critiques de l'automatisation industrielle (la sûreté, la sécurité et les aspects liés à l'environnement tels que les interférences mécaniques, liquides, particulaires, climatiques, chimiques et électromagnétiques).

La présente norme ne reconnaît pas les mises en œuvre de distribution d'alimentation par des systèmes de câblage symétrique Ethernet qui ne sont pas spécifiés dans l'IEEE 802.3 et l'IEEE 802.3at.

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

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

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

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60603 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques*

CEI 60603-7 (toutes les sous-parties), *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7: Spécification particulière pour les fiches et les embases non écrantées à 8 voies*

CEI 60757, *Code de désignation de couleurs*

CEI 60793 (toutes les parties), *Fibres optiques*

CEI 60793-2-10, *Fibres optiques – Partie 2-10: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de catégorie A1*

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

CEI 60807-2, *Connecteurs rectangulaires utilisés aux fréquences inférieures à 3 MHz – Partie 2: Spécification particulière pour une gamme de connecteurs, avec assurance de la qualité, ayant les boîtiers métalliques de forme trapézoïdale et les contacts ronds – Types de contacts à braser fixes*

CEI 60807-3, *Connecteurs rectangulaires utilisés aux fréquences inférieures à 3 MHz – Partie 3: Spécification particulière pour une gamme de connecteurs ayant les boîtiers métalliques de forme trapézoïdale et les contacts ronds – Types de contacts à sertir démontables avec fût s fermés, à insérer et à extraire par l'arrière de l'isolant*

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

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

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

IEC/PAS 61076-2-109, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-109: Circular connectors – Detail specification for connectors M12 x 1 with screw-locking, for data transmissions with frequencies up to 500 MHz* (disponible en anglais seulement)

CEI 61076-3-106, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-106: Connecteurs rectangulaires – Spécification particulière pour boîtiers de protection utilisés avec des connecteurs blindés et non blindés 8 voies pour des environnements industriels incorporant l'interface série CEI 60603-7*

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

CEI 61076-3-117, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-117: Connecteurs rectangulaires – Spécification particulière pour boîtiers de protection utilisés avec des connecteurs blindés et non blindés à 8 voies dans des environnements industriels incorporant l'interface série 60603-7 – Variante 14 liée à la CEI 61076-3-106 – Type d'accouplement pousser-tirer*

CEI 61156 (toutes les parties), *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques*

CEI 61158 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain*

CEI 61158-2:___, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 2: Spécification des couches physiques et définition des services*[1]

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

CEI 61753 (toutes les parties), *Norme de qualité de fonctionnement des dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques*

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

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

IEC 61754-20, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 20: Type LC connector family* (disponible en anglais seulement)

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

CEI 61754-24, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 24: Famille de connecteurs de type SC-RJ*

CEI 61784 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Profils*

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

CEI 61784-2:___, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 2: Profils supplémentaires des bus de terrain pour les réseaux temps réel basés sur l'ISO/CEI 8802-3*[2]

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

CEI 61784-5 (toutes les sous-parties), *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 5: Installation des bus de terrain*

---

[1] A publier.

[2] A publier.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

CEI 61935-1:2009, *Spécification rélative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information – Partie 1: Câblages symétriques installés conformément à l'ISO/IEC 11801 et normes associées*

CEI 61935-2, *Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information – Partie 2: Cordons tels que spécifiés dans l'ISO/CEI 11801 et normes associées*

CEI 62026-3, *Appareillage à basse tension – Interfaces appareil de commande-appareil (CDI) – Partie 3: DeviceNet*

CEI 62439 (toutes les parties), *Réseaux industriels de communication – Réseaux d'automatisme à haute disponibilité*

CEI 62443 (toutes les parties), *Réseaux industriels de communication – Sécurité dans les réseaux et les systèmes*[3]

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

ISO/IEC 11801:2002, *Information technology – Generic cabling for customer premises* (disponible en anglais seulement)[4]
Amendement 1:2008
Amendement 1:2010

ISO/IEC 14763-2:2012, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 14763-3, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 3: Testing of optical fibre cabling* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 24702:2006, *Information technology – Generic cabling – Industrial premises* (disponible en anglais seulement)
Amendement 1:2009

EN 50310, *Application de liaison équipotentielle et de la mise à la terre dans les locaux avec équipement de technologie de l'information*

IEEE 802, *Standard for Information Technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – Local and Metropolitan Area Networks – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications* (disponible en anglais seulement)

IEEE 802.3at, *Standard for Information Technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – Local and Metropolitan Area Networks – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications – Amendment 3: Data Terminal Equipment (DTE) Power Via the Media Dependent Interface (MDI) Enhancements* (disponible en anglais seulement)

---

3 Voir l'adresse http://webstore.iec.ch pour découvrir les parties publiées. D'autres parties sont à l'étude.

4 Il existe une édition consolidée 2.2 (2011) comprenant l'ISO/CEI 11801:2002, l'Amendement 1:2008 et l'Amendement 2:2010.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

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

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

3.1.1
essai de réception
essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le câblage installé satisfait à certaines conditions de sa spécification

Note 1 à l'article: Le propriétaire du réseau ou un tiers effectue généralement cette action.

[SOURCE: CEI 60050-151:2001, 151-16-23, modifiée – Une Note 1 à l'article à l'article a été ajoutée.]

3.1.2
élément de réseau actif
élément de réseau contenant des composants actifs du point de vue électrique et/ou optique et permettant d'étendre le réseau

Note 1 à l'article: Les répéteurs et les commutateurs sont des exemples d'éléments de réseau actif.

3.1.3
réseau actif
réseau dans lequel la transmission entre les dispositifs qui ne sont pas immédiatement connectés dépend des éléments actifs des dispositifs intercalés formant le chemin de connexion

Note 1 à l'article: La défaillance d'un élément de réseau actif peut interrompre les communications de réseau.

3.1.4
administration
méthodologie définissant les exigences de documentation d'un système de câblage et son confinement, le libellé des éléments fonctionnels et le processus d'enregistrement des déplacements, des ajouts et des modifications

[SOURCE: ISO/CEI 11801:2002, 3.1.1[5]]

3.1.5
équipement
une ou plusieurs parties d'équipement aux fonctions globales spécifiques et définies dans les locaux industriels servis par une ou plusieurs interfaces réseau

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique uniquement aux équipements informatiques. Elle ne s'applique pas aux dispositifs d'automatisation.

5 Disponible en anglais seulement.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

[SOURCE: ISO/CEI 24702:2006, 3.1.1[6]]

3.1.6
îlot d'automatisation
AI
locaux dans lesquels une combinaison de tous les systèmes de contrôle, de surveillance et de traitement d'une usine sont installés

Note 1 à l'article: Une usine peut contenir un ou plusieurs îlots d'automatisation. Exemples d'usine contenant plusieurs îlots d'automatisation: une usine est divisée en différentes zones (géographiques) physiques distinctes, est composée de plusieurs processus différents ou comporte un grand processus divisé en sous-processus distincts.

3.1.7
réseau d'îlots d'automatisation
réseau utilisé pour la communication des systèmes d'un îlot d'automatisation

Note 1 à l'article: Une usine peut contenir un ou plusieurs îlots d'automatisation. Par exemple, une usine contient plusieurs îlots d'automatisation: lorsqu'elle est divisée en différentes zones (géographiques) physiques distinctes ou qu'elle est composée de plusieurs processus distincts.

3.1.8
prise d'automatisation
AO
matériel de connexion fixe dans lequel se termine le réseau d'îlots d'automatisation, offrant l'interface à laquelle un dispositif de communication industriel est connecté au câblage installé.

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

Note 2 à l'article: Si l'interface utilisée au niveau de la prise d'automatisation n'est pas conforme à celle spécifiée pour la prise de télécommunication de l'ISO/CEI 24702, le câblage générique n'est plus conforme à l'ISO/CEI 24702.

3.1.9
câble symétrique
câble constitué d'un ou plusieurs éléments de câble métalliques symétriques (paires torsadées ou quartes)

[SOURCE: ISO/CEI 11801:2002, 3.1.13[7]]

3.1.10
mise au même potentiel
action de relier ensemble des parties conductrices accessibles et les parties conductrices externes d'appareils, systèmes ou installations qui sont au même potentiel

Note 1 à l'article: Pour des raisons de sécurité, une liaison équipotentielle implique généralement (mais pas nécessairement) une connexion à l'installation de mise à la terre la plus proche.

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

3.1.11
pont
dispositif fonctionnant au niveau de la couche de liaison de données du modèle OSI et utilisé pour connecter deux réseaux

---

6 Disponible en anglais seulement.

7 Disponible en anglais seulement.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.12
cloison
paroi ou barrière maintenant l'admission et la classification environnementale climatique applicable des deux côtés

[SOURCE: ISO/CEI 24702:2006, 3.1.4[8]]

3.1.13
connecteur de cloison
ensemble de connecteur monté sur une cloison, qui offre un passage de signal électrique ou optique tout en préservant l'intégrité environnementale

3.1.14
connexion de cloison
connexion à travers un connecteur de cloison

3.1.15
presse-étoupe de cloison
matériel installé au niveau d'une cloison d'enveloppe permettant le passage des câbles d'alimentation ou d'interconnexion tout en préservant l'intégrité environnementale

Note 1 à l'article: Ce matériel ne dispose d'aucune connexion électrique.

3.1.16
bus
réseau passif doté d'une grande jonction et d'un certain nombre de socles utilisés pour connecter un dispositif à la ligne

Note 1 à l'article: Dans un bus, tous les dispositifs de communication partagent un support commun pour transférer les données.

3.1.17
barre omnibus
conducteur de faible impédance auquel peuvent être reliés plusieurs circuits électriques en des points séparés

Note 1 à l'article: Dans de nombreux cas, une barre omnibus est constituée d'une barre.

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

3.1.18
câble
assemblage d'un ou plusieurs conducteurs ou fibres optiques, muni d'une enveloppe protectrice et éventuellement de matériaux de remplissage, d'isolation et de protection

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

3.1.19
presse-étoupe
matériel conçu pour permettre l'entrée d'un câble dans une enveloppe et qui assure l'étanchéité et la retenue

[SOURCE: CEI 60670-1:2002, Amendement 1:2008, 3.10, modifiée – La définition a été adaptée pour tous les types de câbles.]

8 Disponible en anglais seulement.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.20
câblage
système de câbles de communication, de cordons et de matériels de connexion pouvant assurer la connexion de l'équipement d'automatisation

[SOURCE: ISO/CEI 11801:2002, 3.1.21, modifiée – Une référence à l'équipement d'automatisation a été ajoutée[9]]

3.1.21
canal
chemin de transmission de bout en bout connectant les deux éléments d'un équipement spécifique à l'application

Note 1 à l'article: Les cordons de l'équipement sont inclus dans le canal, mais pas le matériel de connexion de l'équipement spécifique à l'application.

Note 2 à l'article: Il s'agit d'une modification apportée à la définition de l'ISO/CEI 24702 afin de pouvoir l'utiliser pour les profils de communication conformément à la série CEI 61784-5.

[SOURCE: ISO/CEI 24702: 2006, 3.1.5, modifiée – La Note 1 à l'article et la Note 2 à l'article ont été ajoutées[10]]

3.1.22
maintenance conditionnée (conditionnelle)
activité préventive reposant sur la documentation de dégradation de performances d'un élément (suite à un autodiagnostic ou à une mesure de l'usure, par exemple)

Note 1 à l'article: Elle repose sur une visibilité correcte de la dégradation de performances ou des défaillances intermittentes.

3.1.23
connexion (des connecteurs)
contact électrique intentionnel entre deux conducteurs

[SOURCE: CEI 60050-151:2001, 151-12-07, modifiée – Le texte faisant référence aux conducteurs a été choisi.]

3.1.24
connexion (de fibres optiques)
alignement intentionnel de fibres optiques afin de permettre à la lumière de passer

[SOURCE: CEI 60050-151:2001, 151-12-07, modifiée – Le texte a été adapté pour couvrir les fibres optiques.]

3.1.25
connecteur (pour conducteurs)
composant destiné à établir et à rompre une connexion

Note 1 à l'article: Le connecteur est une paire accouplée.

Note 2 à l'article: Un connecteur est muni d'un ou de plusieurs éléments de contact.

[SOURCE: CEI 60050-151:2001, 151-12-19, modifiée – La définition a été adaptée et la Note 1 à l'article a été ajoutée.]

---

9 Disponible en anglais seulement.

10 Disponible en anglais seulement.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.26
connecteur (pour fibres optiques)
composant généralement associé au câble ou à l'élément optique d'un équipement afin d'établir/de rompre la connexion des fibres ou câbles optiques

Note 1 à l'article: Le connecteur est une paire accouplée.

Note 2 à l'article: En général, le connecteur est composé de deux fiches accouplées dans un adaptateur.

3.1.27
maintenance corrective
maintenance effectuée après une détection de panne et destinée à mettre une entité dans un état lui permettant d'accomplir une fonction requise

Note 1 à l'article: En français, le terme "dépannage" implique parfois une remise en état provisoire.

[SOURCE: CEI 60050-191:1990, 191-07-08]

3.1.28
guirlande
bus dans lequel chaque interface réseau passif connecte deux sections de jonction et assure un couplage en courant continu entre ces deux sections

Note 1 à l'article: L'une des sections peut être une terminaison de bus.

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

3.1.29
dispositif
entité physique connectée au bus de terrain, composée d'un élément de communication et éventuellement d'autres éléments fonctionnels

[SOURCE: CEI 61158-2:___, 3.1.13, modifiée – Certains détails ont été supprimés]

3.1.30
terre
masse conductrice de la terre dont le potentiel électrique en chaque point est considéré, par convention, égal à zéro

[SOURCE: CEI 61131-2:2007, 3.16]

3.1.31
mettre à la terre
réaliser une liaison électrique entre un point donné d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel et une terre locale

Note 1 à l'article: La liaison à la terre peut être intentionnelle, non intentionnelle ou accidentelle.

Note 2 à l'article: La liaison peut être permanente ou temporaire.

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

3.1.32
enveloppe
enceinte assurant le type et le degré de protection appropriés pour l'application prévue

[SOURCE: CEI 61131-2:2007, 3.19]

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.33
liaison bout à bout
chemin de transmission bout à bout incluant la fiche à chaque extrémité

3.1.34
liaison équipotentielle
mise en œuvre de liaisons électriques entre parties conductrices pour réaliser l'équipotentialité

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

3.1.35
réseau équipotentiel
interconnexion de parties conductrices, permettant d'assurer une liaison équipotentielle entre ces parties

Note 1 à l'article: Si un réseau équipotentiel est mis à la terre, il fait partie d'une installation de mise à la terre.

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

3.1.36
défaillance
cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise

Note 1 à l'article: Après défaillance d'une entité, cette entité est en état de panne.

Note 2 à l'article: Une défaillance est un passage d'un état à un autre, par opposition à une panne, qui est un état.

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

3.1.37
panne
état d'une entité inapte â accomplir une fonction requise, non comprise l'inaptitude due â la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées ou due â un manque de moyens extérieurs

Note 1 à l'article: La CEI 61508-4 définit une panne comme étant une condition anormale pouvant provoquer la réduction, ou la perte, de capacité d'une unité fonctionnelle à accomplir une fonction requise.

[SOURCE: CEI 60050-191:1990, 191-05-01, modifiée – La Note 1 à l'article a été changée et la Note 2 à l'article a été suprimée.]

3.1.38
mise à la terre fonctionnelle
mise à la terre d'un ou de plusieurs points d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel pour des raisons autres que la sécurité électrique

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

3.1.39
câble high-flex
câble pouvant supporter un grand nombre de flexions répétées (généralement des millions de cycles) tout en conservant les performances spécifiées

3.1.40
partie métallique inactive
tout métal non conducteur qu'une personne peut toucher

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.41
vérification
mesures pour l'observation et l'évaluation de la condition réelle

3.1.42
prise
partie du connecteur qui s'accouple avec une fiche

[SOURCE: CEI 60050-581:2008, 581-26-24, modifiée – Texte adapté pour les applications d'automatisation.]

3.1.43
adaptateur prise-prise
prises dos à dos qui ne sont pas installées sur une enveloppe/une barrière environnementale

3.1.44
topologie linéaire
topologie dans laquelle les nœuds sont connectés en série, deux nœuds étant connectés à un seul autre nœud et tous les autres étant connectés à deux autres nœuds (en d'autres termes, la connexion forme une ligne)

Note 1 à l'article: Cette topologie correspond à celle d'un anneau ouvert.

3.1.45
maintenance
combinaison de toutes les actions techniques et administratives, y compris les opérations de surveillance, destinées à maintenir ou à remettre une entité dans un état lui permettant d'accomplir une fonction requise

Note 1 à l'article: Voir "maintenance préventive" et "maintenance corrective" pour une définition plus détaillée de la maintenance.

Note 2 à l'article: La fonction requise peut être définie comme étant une condition indiquée.

[SOURCE: CEI 60050-191:1990, 191-07-01]

3.1.46
intervention de maintenance
mesures de maintien de la condition spécifiée

3.1.47
temps moyen entre défaillances
MTBF
espérance mathématique du temps entre défaillances

[SOURCE: CEI 60050-151:2001, 191-12-08]

3.1.48
moyenne de temps pour la tâche de réparation
MTTR
espérance mathématique de la durée du temps de panne

Note 1 à l'article: Dans la CEI 60050-191:1990, 191-13-08, l'utilisation du terme "durée moyenne de panne" (MTTR) est obsolète.

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.49
réseau
tous les supports, connecteurs, répéteurs, routeurs, passerelles et éléments de communication du nœud associés permettant d'interconnecter un ensemble donné d'appareils de communication

[SOURCE: CEI 61158-2:___, 3.1.30]

3.1.50
nœud
point limite d'une branche d'un réseau

3.1.51
réseau passif
réseau dans lequel la transmission de données ne dépend pas des éléments actifs qui lui sont associés

Note 1 à l'article: La défaillance d'un dispositif n'a aucun impact sur la propagation des informations.

3.1.52
chemin
parcours d'un câble permettant de connecter des câbles entre des points de raccordement

Note 1 à l'article: Le parcours d'un câble (conduit, gaines, coffre ou tube, par exemple) est défini par une structure physique.

[SOURCE: ISO/CEI 14763-2:2012, 3.1.43, modifiée – La Note 1 à l'article a été ajoutée[11]]

3.1.53
liaison permanente
voie de transmission entre une prise de télécommunication/d'automatisation et le distributeur intermédiaire ou un emplacement équivalent

Note 1 à l'article: Elle exclut les câbles de fixation du matériel, les câbles du matériel, les câbles de raccordement et les jarretières, mais inclut la connexion à chaque extrémité.

Note 2 à l'article: Il s'agit d'une modification apportée à la définition de l'ISO/CEI 11801 afin de pouvoir l'utiliser pour les profils de communication conformément à la série CEI 61784-5.

[SOURCE: ISO/CEI 11801:2002, Amendement 1:2008, 3.1.63, modifiée – La définition et la Note 1 à l'article on été adaptées et la Note 2 à l'article a été ajoutée[12]]

3.1.54
fiche
connecteur fixé à un câble

[SOURCE: CEI 60050-151:1990, 151-12-21]

3.1.55
maintenance préventive
maintenance effectuée à intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'une entité

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

_____

11 Disponible en anglais seulement.

12 Disponible en anglais seulement.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.56
conducteur de terre de protection
conducteur de protection prévu pour réaliser la mise à la terre de protection

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

3.1.57
mise à la terre RC
mise à la terre par l'intermédiaire d'un circuit RC parallèle

3.1.58
récupération (d'une entité haute résilience)
entité retrouvant son niveau spécifié de performances de communication et de résilience de panne après correction d'une panne

Note 1 à l'article: Les réseaux haute disponibilité permettent de poursuivre une communication acceptable après une panne, voire plusieurs pannes.

3.1.59
réparer
prendre des mesures pour le rétablissement de la condition spécifiée

3.1.60
répéteur
appareil de couche physique actif à deux accès qui reçoit et ré-émet tous les signaux pour accroître la distance et le nombre d'appareils auxquels les signaux peuvent être correctement transférés pour un support donné

[SOURCE: CEI 61158-2:___, 3.1.38]

3.1.61
résistance de mise à la terre
partie réelle de l'impédance de mise à la terre

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

3.1.62
restauration
état dans lequel un réseau de communication retrouve son niveau de résilience et de redondance

3.1.63
anneau
réseau actif dans lequel chaque nœud est connecté en série à deux autres nœuds

3.1.64
entretien systématique
activité préventive (selon le temps ou le nombre d'actions) réalisée selon un échéancier préalablement défini ou des unités d'utilisation (nombre de démarrages, par exemple)

[SOURCE: CEI 60050-191:1990, 191-07-10, modifiée – La définition a été adaptée et une référence aux unités d'utilisation a été ajoutée.]

3.1.65
segment
ensemble de sections de câbles verticaux d'un réseau terminé aux deux extrémités par son impédance caractéristique

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Note 1 à l'article: Les segments sont liés par des répéteurs au sein d'une liaison logique et par des ponts afin de former un réseau.

[SOURCE: CEI 61158-2:___, 3.1.39 modifiée – La définition a été adaptée.]

3.1.66
blindage (d'un câble)
couche métallique enveloppante visant à confiner le champ électromagnétique dans le câble et à protéger le câble des influences électriques externes

Note 1 à l'article: Les gaines métalliques et les conducteurs métalliques mis à la terre peuvent également faire office de blindage.

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

[SOURCE: CEI 61158-2:___, 3.1.41 modifiée – La définition a été adaptée et le terme "écran" a été ajouté.]

3.1.67
épissure (optique ou de conducteur électrique)
raccord permanent ou semi-permanent destiné à assurer la continuité de la transmission entre deux fibres optiques ou de faire la jonction entre deux conducteurs électriques

Note 1 à l'article: Jonction sans connecteurs.

3.1.68
socle
dérivation (c'est-à-dire une connexion à une ligne plus importante en un point donné sur son itinéraire) qui constitue un circuit terminal

Note 1 à l'article: Le terme "branchement d'abonné" est utilisé dans la CEI 61158.

[SOURCE: CEI 61158-2:___, 3.1.42]

3.1.69
étoile
réseau composé d'au moins trois dispositifs, chacun étant connecté à un point central (qui peut être actif ou passif)

3.1.70
prise
point de liaison d'un nœud ou d'une ligne secondaire au câble de ligne principale

Note 1 à l'article: Une prise permet de retirer un nœud sans interrompre la liaison.

[SOURCE: CEI 61158-2:___, 3.3.34]

3.1.71
prise de télécommunication
TO
dispositif de connexion fixe dans lequel le câble intermédiaire se termine et qui assure l'interface avec le câblage de fixation de l'appareil

[SOURCE: ISO/CEI 24702:2006, 3.1.15[13]]

_____

13 Disponible en anglais seulement.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

3.1.72
terminaison
entité utilisée pour terminer une ligne de transmission dans son impédance caractéristique afin d'éviter les reflets

Note 1 à l'article: Dans certains cas, la terminaison peut être intégrée dans une station d'extrémité ou un connecteur.

[SOURCE: CEI 61158-2:___, 3.1.43, modifiée – La définition et la Note 1 à l'article ont été modifiées.]

3.1.73
topologie d'un réseau
configuration des positions relatives et des interconnexions des éléments individuels du réseau

Note 1 à l'article: Le terme "topologie" est parfois surchargé pour inclure des considérations liées au délai, à l'affaiblissement et aux classes de support physique des chemins interconnectant les nœuds de réseau.

[SOURCE: CEI 60050-131:2002, 131-13-02, modifiée – Le texte a été adapté pour les réseaux de communication et une Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.1.74
dépannage
localisation du/des défaut(s)

3.1.75
jonction
principal bus de communication agissant comme source d'alimentation principale pour un certain nombre d'autres lignes (secondaires)

[SOURCE: CEI 61158-2:___, 3.1.46]

3.1.76
validation
partie de l'essai de réception résolue par des mesures

3.1.77
vérification

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

Note 1 à l'article: En général, l'installateur réalise cette action.

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

3.1.78
schéma de câblage
mise en correspondance de connexions de sortie broche à broche d'un câble

3.2 Abréviations

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

a.c.	Courant alternatif
A.I.	Action item (élement pour action)
AI	Automation island (Îlot d'automatisation)
AO	Automation outlet (Prise d'automatisation)
BD	Building distributor (Répartiteur de bâtiment) (ISO/CEI 24702)
BER	Bit error rate (Taux d'erreurs sur les éléments binaires)
BFOC	Bayonet fibre optic connector (Connecteur à fibres optiques à baïonnette)
BNC	Bayonet Neill Concelman (Connecteur pour câble coaxial doté d'un corps en baïonnette)
CBN	Common bonding network (Réseau équipotentiel commun)
CP	Communication profile (Profil de communication) (CEI 61784-1)
CPF	Communication profile family (Famille de profils de communication) (CEI 61784-1)
c.c.	Courant continu
DCR	Direct current resistance (Résistance en courant continu)
EFT	Electrical fast transient (Transitoire électrique rapide)
EFT/B	Electrical fast transient/burst (Transitoire/salve électrique rapide) (CEI 61000-4-4)
ELFEXT	Equal level far-end crosstalk (Atténuation télédiaphonique de niveau égal)
ELTCTL	Equal level transverse conversion transfer loss (Perte de transfert de conversion transversale de niveau égal)
CEM	Comptabilité électromagnétique (CEI 60050-161, 161-01-07)
EMI	Electromagnetic interference (Brouillage électromagnétique) (CEI 60050-161, 161-01-06)
DES	Décharge électrique statique
E2E	End-to-end (bout à bout)
FD	Floor distributor (Répartiteur d'étage) (ISO/CEI 24702)
ffs	For further study (Pour étude supplémentaire)
FI	Fieldbus interface (Interface de bus de terrain)
FOC	Fibre optical connector (Connecteur à fibres optiques)
F-SMA	Fibre sub miniature version A (Connecteur à fibres optiques version A) (CEI 61754-22)
HP	Horse power (Cheval-vapeur)
ID	Intermediate distributor (Répartiteur intermédiaire) (ISO/CEI 24702)
IDC	Insulation displacement contact (Contact auto-dénudant)
IP	International protection (Protection internationale) (CEI 60529)
J-J	Jack-to-jack (Prise-prise)
kbit/s	Mille bits par seconde
LC	Connecteur à fibres optiques conforme à la CEI 61754-20
LSOH	Low smoke zero (Faible taux de dégagement de fumées)
BT	Basse tension
Max.	Maximum
Mbit/s	Million de bits par seconde
MD	Machine distributor (Répartiteur de machine) (ISO/CEI 24702)
MHT	Moyenne haute tension
MPCE	Mechanical (caractéristiques mécaniques), Ingress (indice de protection), Climatic and Chemical (environnement), Electromagnetic (comportement électromagnétique) (ISO/CEI 24702)
Min.	Minimum
MTBF	Mean time between failures (Temps moyen entre défaillances)
MTTR	Mean time to repair (Durée moyenne de panne) (utilisation obsolète dans la CEI 60050-191:1990, 191-13-08) et remplacée par "moyenne de temps pour la tâche de réparation"
N	Neutre
NA	Numerical aperture (Ouverture numérique) (série CEI 60793)

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

na	Not available (Non disponible)
NEXT	Near end crosstalk loss (Atténuation paradiaphonie)
NI	Network Interface (Interface réseau) (ISO/CEI 24702)
N°	Numéro
FO	Fibres optiques
OMx	Catégorie de fibres optiques multimodes câblées x; où x=1, 2, 3, 4
OSx	Catégorie de fibres optiques monomodes câblées x; où x=1, 2
PE	Conducteur de terre parallèle (CEI 60050-195:1998, 195-02-11)
P&ID	Pipe and Instrumentation Diagram (Schéma de construction)
PoE	Power over Ethernet
POF	Plastic optical fibre (Fibre optique plastique)
PSELFEXT	Power Sum Equal-Level Far-End Crosstalk Loss (Télédiaphonie cumulée à niveau égal)
RC	Résistance-capacité (circuit)
Rep	Répéteur
SC	Connecteur à fibres optiques conforme à la CEI 61754-4
SC-RJ	Connecteur à fibres optiques conforme à la CEI 61754-24
STP	Câble doté d'éléments de câble symétrique blindés et/ou d'un blindage tressé ou à feuille (ISO/CEI 11801, modifiée)
TCL	Transverse conversion loss (Perte de conversion transversale)
TNC	Threaded Neill Concelman (Neill Concelman fileté) (version filetée du connecteur BNC)
TO	Telecommunication outlet (Prise de télécommunication)
UTP	Câble non blindé doté d'éléments de câble symétrique non blindés (U/UTP dans l'ISO/CEI 11801)
UV	Ultraviolet
Var.	Variante

3.3 Conventions relatives aux profils d'installation

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

4 Planification de l'installation

4.1 Généralités

4.1.1 Objectif

L'Article 4 aborde le projet de câblage et les infrastructures connexes visant à prendre en charge les réseaux de communication dans les locaux industriels.

4.1.2 Câblage dans les locaux industriels

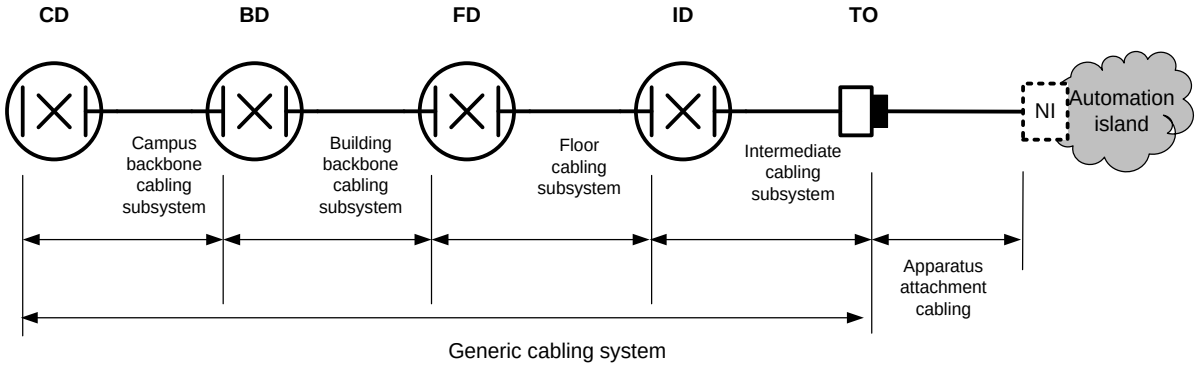
Le câblage peut notamment comprendre:

- le câblage de communication spécifique utilisé dans ou entre les AI (voir les profils de communication de la CEI 61784-1 ou CEI 61784-2) et dans les profils d'installation correspondants de la série CEI 61784-5;
- le câblage de télécommunication générique pour les locaux industriels (voir ISO/CEI 24702);
- les éléments de câblage générique modifiés pour satisfaire aux besoins de câblage de communication spécifique dans un AI conformément aux profils d'installation de la série CEI 61784-5;

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

- le câblage de fixation de l'appareil entre la TO et l'AI, conformément à l'ISO/CEI 24702 concernant la connexion et à la présente norme concernant les câbles;
- le câblage de fixation de l'AI entre la prise d'automatisation et l'AI, conformément à la présente norme et au(x) profil(s) d'installation correspondant(s) de la série CEI 61784-5.

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



Légende

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

Figure 3 – Structure de câblage générique connectée à un îlot d'automatisation

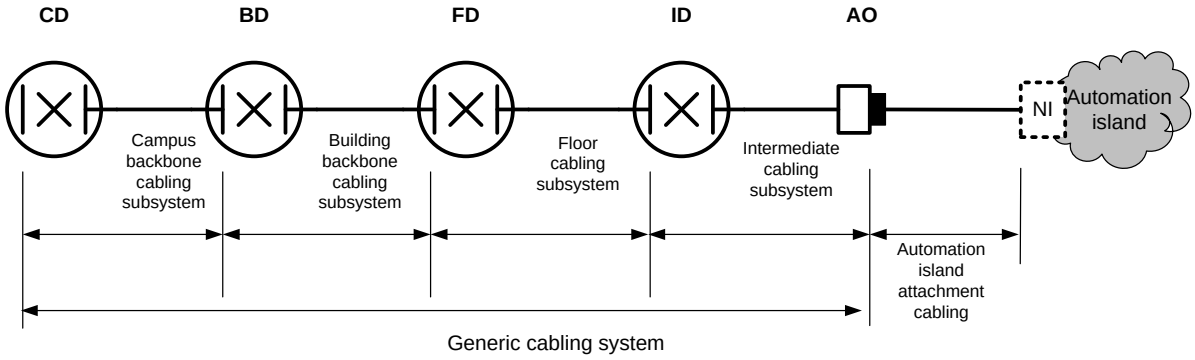
En cas de connexion désignée entre un câblage générique et un câblage de communication spécifique au sein d'un AI, une prise d'automatisation spécifiée dans la présente norme peut remplacer la prise de télécommunication (voir Figure 4).

Les exigences et recommandations spécifiques de planification d'un câblage générique dans des locaux industriels décrites à l'Article 4 doivent être respectées. De plus, il convient de tenir compte des recommandations générales de l'ISO/CEI 14763-2.

Un AI peut contenir (voir Figure 5)

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

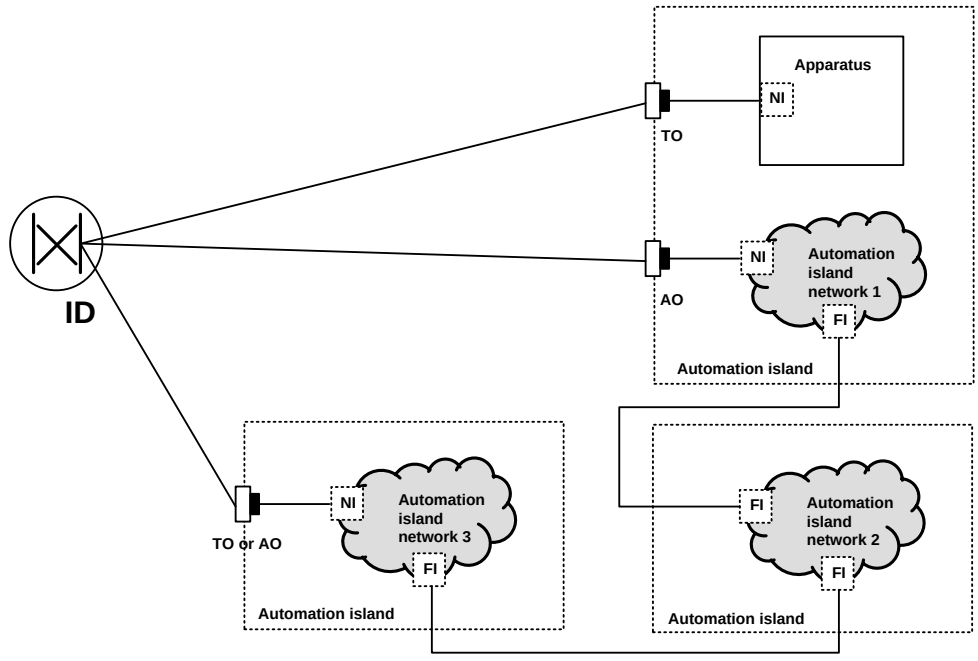
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

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

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



Légende

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

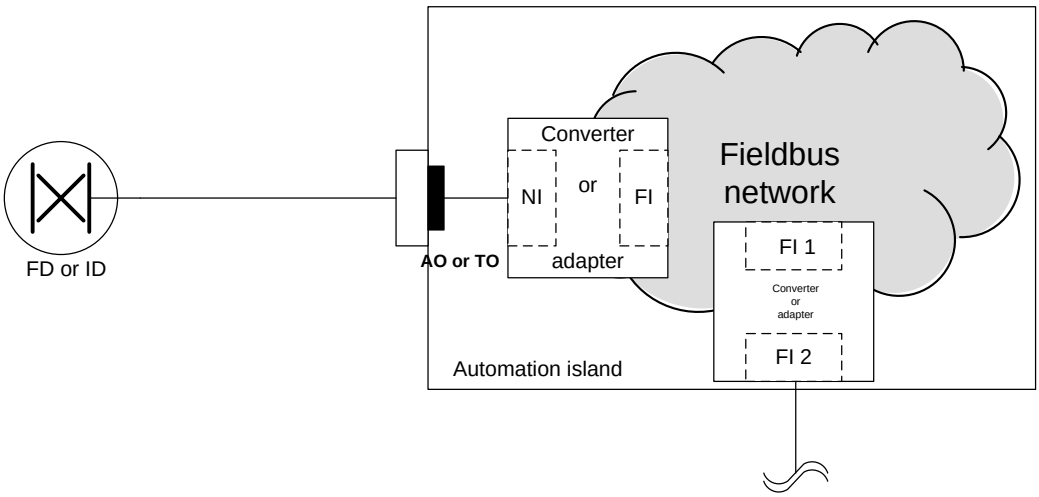
Figure 5 – Ilots d'automatisation

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Les interconnexions entre le réseau d'AI et le câblage générique peuvent être assurées à l'aide d'un convertisseur/adaptateur approprié (voir Figure 6). Des AI peuvent être connectés en connectant un ou plusieurs bus de terrain (définis dans les profils d'installation de la série CEI 61784-5) et des convertisseurs/adaptateurs appropriés ou par l'intermédiaire du câblage générique (voir Figure 5).

En général, les convertisseurs/adaptateurs (des routeurs, des ponts et des passerelles, par exemple) doivent être utilisés pour assurer la conversion physique et la transformation de protocole entre les différents bus de terrain, comme indiqué dans les profils d'installation CP correspondants.

Si les deux interfaces interconnectées (interface réseau et interface de bus de terrain) comportent des spécifications correspondantes, la fonction de convertisseur/adaptateur peut s'avérer inutile. Si l'interconnexion entre les AI passe par le répartiteur intermédiaire, il revient au planificateur de vérifier l'aptitude du câblage générique à prendre en charge les exigences d'installation des réseaux de communication définis dans la présente norme. Dans ce cas, les performances du canal doivent être satisfaites entre le répartiteur intermédiaire et l'interface réseau (à l'exclusion de l'interface de connecteur au niveau de l'interface réseau).



Légende

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

Figure 6 – Connexions externes du réseau d'îlots d'automatisation

4.1.3 Processus de planification

La planification de la communication d'un système d'automatisation relève de la responsabilité (voir Annexe L) du concepteur de réseaux de bâtiment, du concepteur d'automatisation et/ou du concepteur de machines.

L'entrée du projet d'installation dépend du type d'application d'automatisation industrielle. Cette entrée est composée de dessins d'étude, de descriptions fonctionnelles des machines ou de schémas de construction des installations de processus.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Le projet d'installation de réseaux de communication industrielle suit trois étapes fondamentales.

L'étape 1 porte sur les facteurs spécifiques à l'installation suivants (voir 4.2):

- sûreté
  - les solutions doivent satisfaire aux règlementations locales et nationales existantes. Dans ces conditions, les exigences de sécurité spécifiées dans la CEI 60950-1 peuvent être prises en compte;
  - si un réseau de communication est doté de terminaux et de fils aisément accessibles, il convient d'appliquer la CEI 60364-4-41 relative à la protection contre les chocs électriques et aux exigences de comptabilité électromagnétique;
- sécurité;
- environnement
  - il est recommandé d'utiliser la méthodologie MICE (Mechanical, Ingress, Climatic and Chemical, and Electromagnetic) pour décrire les performances environnementales (voir 4.2.3);
  - les sites industriels se caractérisent par la présence de réseaux d'alimentation basse tension (BT) et moyenne et haute tension (MHT) à proximité du réseau de communication. L'influence RF des émetteurs de grande puissance avoisinants (les émetteurs TV, par exemple) doit être prise en compte;
- compatibilité électromagnétique.

L'étape 2 concerne les capacités des différents réseaux de communication (voir 4.3):

- topologies;
- caractéristiques du réseau.

L'étape 3 concerne la sélection et l'utilisation des composants de câblage suite aux étapes 1 et 2 (voir 4.4).

Le résultat du processus de planification en 4.2, 4.3 et 4.4 est la production de la documentation de planification de câblage décrite en 4.5, qui doit comprendre:

a) une déclaration, signée par le planificateur responsable, expliquant dans quelle mesure l'installation prévue satisfait aux exigences de sureté et de sécurité et aux conditions environnementales (brouillage mécanique, liquide, particulaire, climatique, chimique et électromagnétique) et intégrant tous les documents nécessaires (plans et listes, par exemple) pour l'installation résultant de l'étape 1;

b) une documentation relative à la topologie de réseau planifiée, aux caractéristiques, à l'extension physique et aux performances de transmission résultant de l'étape 2;

c) les spécifications de composant, dans lesquelles la conformité des données constitutives aux exigences du réseau planifié (sécurité de fonctionnement et électrique, conditions environnementales et exigences de compatibilité électromagnétique) est documentée suite à l'étape 3;

d) une table de comparaison des valeurs de performances nominales et réelles du réseau.

4.1.4 Exigences spécifiques pour les CPs

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

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

Voir l'ISO/CEI 14763-2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.2 Exigences de planification

4.2.1 Sûreté

4.2.1.1 Généralités

Le planificateur doit tenir compte des règlementations en matière de sécurité des réseaux de communication, en accordant une attention particulière au montage, au câblage, à la vérification et à la validation.

Le planificateur doit inclure toutes les exigences applicables en matière de sécurité dans la documentation de planification du câblage.

4.2.1.2 Sécurité électrique

La bonne mise en œuvre des exigences de la présente norme implique la conformité des installations électriques aux normes pertinentes de la série CEI 60364 ou aux règlementations locales et nationales, selon le cas.

4.2.1.3 Sécurité fonctionnelle

Si des communications numériques participent à une ou plusieurs fonctions de sécurité, il convient que l'intégrité du système de communication soit suffisante (en tenant compte du matériel, du logiciel et de l'environnement spécifié) pour satisfaire aux exigences d'intégrité de sécurité de toutes les fonctions de sécurité.

Les exigences d'intégrité de sécurité peuvent comporter des mesures particulières applicables à plusieurs phases du cycle de vie du support de communication associé (voir les parties relatives à la technologie de la série CEI 61784-3 et/ou CEI 61784-5). Le planificateur doit appliquer ces mesures particulières.

4.2.1.4 Sécurité intrinsèque

Le cas échéant, le planificateur doit planifier le réseau conformément aux normes de sécurité intrinsèque applicables, à la CEI 61158-2 et aux profils de communication applicables de la CEI 61784-1.

4.2.1.5 Sécurité des systèmes de communication par fibres optiques

Le câblage par fibres optiques doit être planifié conformément aux exigences de sécurité de la CEI 60825-2 ou aux règlementations locales.

4.2.2 Sécurité

Si des réseaux de communication conformes à la CEI 62443 sont planifiés, le planificateur doit appliquer toutes les exigences de sécurité supplémentaires.

EXEMPLE Il est souvent demandé d'utiliser une protection supplémentaire contre la manipulation mécanique et les émissions électromagnétiques.

La nature universelle du câblage générique engendre des problèmes de sécurité supplémentaires, le câblage pouvant être utilisé pour fournir des applications gérées par différents groupes dans les locaux industriels. Par exemple, outre les connexions aux AI, un câblage générique peut assurer des services de téléphonie de base et des services de contrôle de la technologie d'informations et des bâtiments. La prévention des interruptions accidentelles de l'un de ces services implique une considération particulière.

La sécurité physique exige l'application des exigences décrites en 4.4.9.1, 4.4.9.6, 4.4.11, 5.2.1.2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.2.3 Considérations environnementales et compatibilité électromagnétique

4.2.3.1 Méthodologie de description

Le planificateur doit décrire précisément l'environnement de base pour la sélection des composants et les exigences relatives aux mesures d'atténuation des impacts.

L'ISO/CEI 24702 applique une analyse environnementale appelée classification "MICE". Cette approche est recommandée pour tous les profils de communication, étant donné qu'elle permet au planificateur de décrire précisément et sans équivoque les conditions environnementales.

L'utilisation de cette approche est expliquée ici et à l'Annexe B à l'intention du planificateur et de l'installateur.

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

NOTE 2 Le système de classification MICE de l'ISO/CEI 24702 ne remplace pas les normes nationales et internationales existantes.

NOTE 3 Les normes nationales et internationales existantes relatives aux composants contiennent les exigences d'essai et les plans de qualification du produit.

4.2.3.2 Utilisation de l'environnement décrit pour produire une nomenclature

Le planificateur doit produire une nomenclature des composants satisfaisant à l'environnement ciblé en suivant la procédure ci-après.

a) Etablir les conditions environnementales ambiantes pour chaque région différente de l'espace d'application (à côté de la machine, dans la salle de commande ou entre elles, par exemple).

b) Définir les composants constituant le système de communication, y compris leurs spécifications environnementales.

c) Définir la réduction supplémentaire des risques pour rapprocher les spécifications de composant(s) et l'environnement ciblé, si le composant ne satisfait pas à l'environnement ciblé.

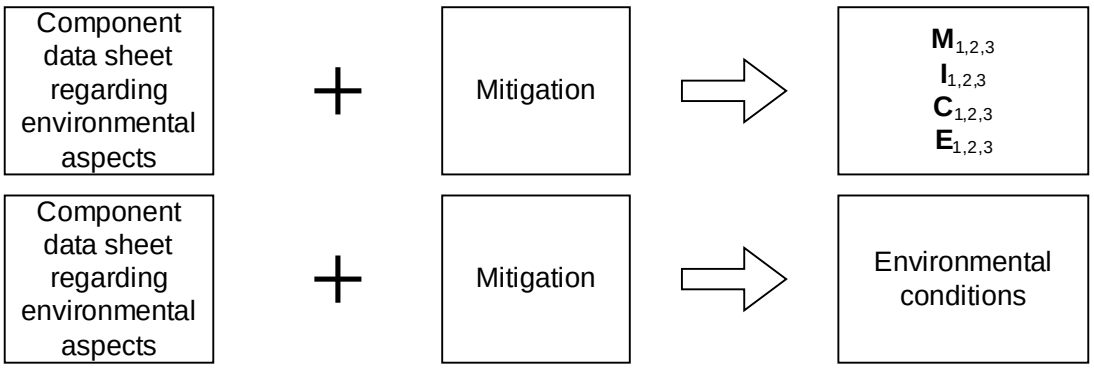
Le planificateur doit décrire l'environnement à l'aide des tables MICE (offrant une classification précise de l'environnement) ou par une méthodologie équivalente. Le planificateur doit répondre aux exigences environnementales en spécifiant une combinaison de sélection de composants et de techniques d'atténuation à appliquer (voir Figure 7).

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

La compatibilité des composants peut être satisfaite en combinant les trois méthodes ci-dessous:

- isolation en fonction de l'installation (protection avec enveloppe, par exemple);
- séparation (séparation physique des autres composants, par exemple);
- amélioration du composant (amélioration de la conception des paramètres du composant en ajoutant, par exemple, un blindage de câble ou un blindage externe). Le fournisseur du matériel peut améliorer les composants en limitant les exigences d'installation.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

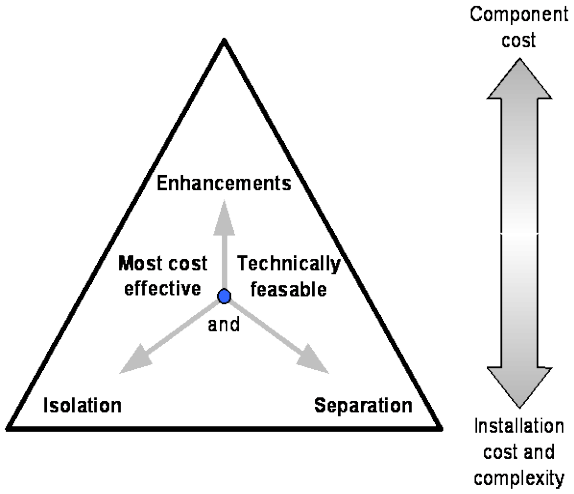


Légende

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

Figure 7 – Comment satisfaire aux conditions environnementales

La Figure 8 illustre dans quelle mesure les trois méthodes (isolation, séparation et amélioration) coopèrent pour apporter une solution rentable et réalisable d'un point de vue technique pour une application donnée en matière d'environnement. Des exemples d'utilisation du concept MICE sont donnés à l'Annexe B.



Légende

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

Figure 8 – Comment les travaux d'amélioration, d'isolation et de séparation fonctionnent ensemble

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.3 Capacités du réseau

4.3.1 Topologie du réseau

4.3.1.1 Description commune

Il existe deux thèmes fondamentaux pour les réseaux d'AI industriels.

a) Topologie physique du réseau de communication, du point de vue de la composition physique.

   Ci-après les topologies physiques de base d'un réseau sont divisées en deux groupes:

   – topologie physique des réseaux passifs;

   – topologie physique des réseaux actifs.

b) Topologie logique du réseau de communication, du point de vue de la diffusion des informations. Cet élément n'entre pas dans le domaine d'application de la présente norme.

NOTE 1 Par exemple, pour distinguer les topologies physique et logique, un planificateur est susceptible de sélectionner une étoile physique à installer afin de prendre en charge une topologie en anneau logique.

Le planificateur doit sélectionner la topologie physique la plus appropriée sur la base des exigences en matière d'application (voir également l'Annexe C) et en fonction des topologies qui sont spécifiées pour le CP particulier. Les topologies de base définies en 4.3.1.2 et en 4.3.1.3, ainsi que les combinaisons entre elles (voir 4.3.1.4) sont les topologies physiques appropriées pour les réseaux d'AI.

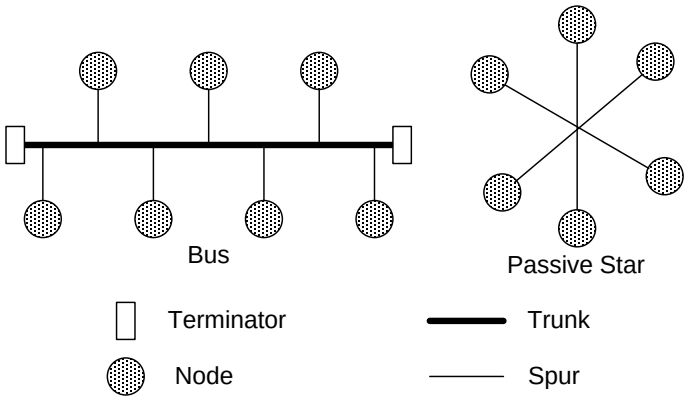
NOTE 2 Tous les bus de terrain ne prennent pas en charge toutes les topologies de base et les combinaisons entre celles-ci.

4.3.1.2 Topologies physiques de base des réseaux passifs

Les topologies physiques de base d'un réseau passif, représentées à la Figure 9, se présentent comme suit.

- Bus
- Etoile

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

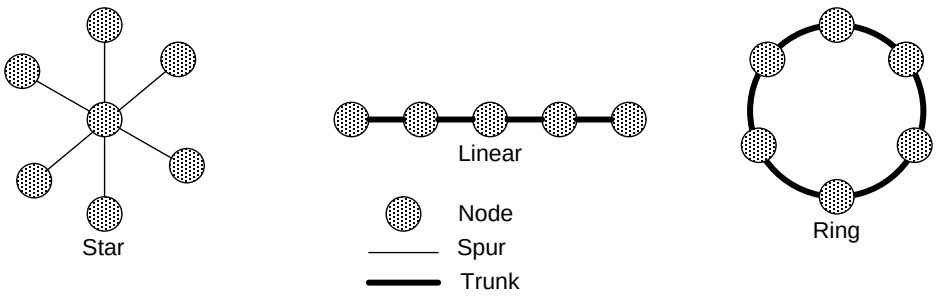
Anglais	Français
Bus	Bus
Terminator	Terminaison
Node	Nœud
Passive Star	Etoile passive
Trunk	Jonction
Spur	socle

Figure 9 – Topologies physiques de base des réseaux passifs

4.3.1.3 Topologies physiques de base des réseaux actifs

Les topologies physiques de base des réseaux actifs, représentées à la Figure 10, se présentent comme suit.

- Etoile
- Anneau
- Linéaire



Légende

Anglais	Français
Star	Etoile
Linear	Linéaire
Ring	Anneau
Node	Nœud
Spur	Socle
Trunk	Jonction

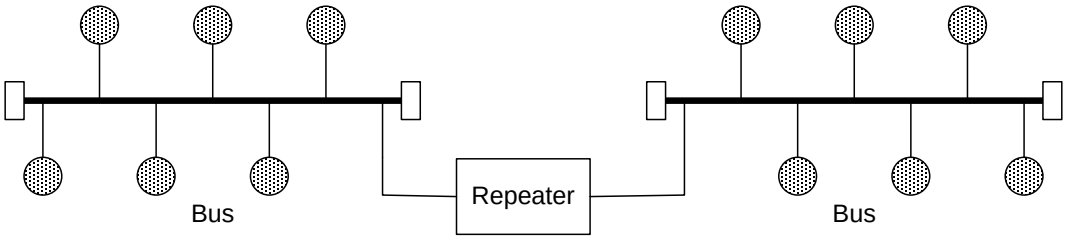
Figure 10 – Topologies physiques de base des réseaux actifs

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.3.1.4 Combinaison de topologies de base

Les combinaisons de topologies de base sont admises et sont définies dans le profil d'installation CP.

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



Légende

Anglais	Français
Bus	Bus
Repeater	Répéteur

Figure 11 – Exemple de combinaison de topologies de base

4.3.1.5 Exigences spécifiques aux CPs

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

4.3.1.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

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

4.3.2 Caractéristiques du réseau

4.3.2.1 Généralités

Il est de pratique habituelle de placer un réseau d'AI industriel dans un sous-réseau lorsqu'un grand nombre de dispositifs doivent être connectés.

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

- vitesses de transfert;
- type de support et performances;
- nombre maximal de dispositifs (nœuds), y compris les répéteurs;
- nombre maximal de répéteurs (qui connectent les segments);
- longueur maximale de segment.

NOTE Les vitesses de transfert peuvent être exprimées en capacité de largeur de bande ou en débits de transmission effectifs des données à l'aide des méthodes de modulation et de codage d'une technologie de bus de terrain particulière. Les exigences de valeurs de débit de données effectives peuvent également inclure des déclarations de valeurs maximales acceptables pour le taux d'erreurs sur les éléments binaires et la salve d'erreurs (comme à l'Article 5 de la CEI 61784-2:___, par exemple).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.3.2.2 Caractéristiques du réseau pour un câblage à paires symétriques non Ethernet

Concernant le câblage symétrique ne reposant pas sur Ethernet, le planificateur doit s'appuyer sur les caractéristiques de base du réseau définies dans les profils d'installation respectifs conformément aux modèles donnés au Tableau 1.

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

Caractéristique	CP x/y
Technologie de transmission de base	
Longueur/Vitesse de transmission	**Longueur du segment** m
9 kbit/s à 33 kbit/s	
33 kbit/s à 93 kbit/s	
125 kbit/s	
187 kbit/s	
250 kbit/s	
500 kbit/s	
1,5 Mbit/s	
2 Mbit/s	
3 Mbit/s, 6 Mbit/s, 12 Mbit/s	
5 Mbit/s	
8 Mbit/s	
16 Mbit/s	
Capacité maximale	**Nb. max.**
Dispositifs/segment	
Dispositifs/réseau	

4.3.2.3 Caractéristiques du réseau pour un câblage à paires symétriques à base Ethernet

Concernant le câblage symétrique reposant sur Ethernet, le planificateur doit s'appuyer sur les caractéristiques de base du réseau définies dans le profil d'installation respectif conformément au modèle donné au Tableau 2.

NOTE La lettre X dans le Tableau 2 fait référence à l'Annexe X du profil d'installation lorsque le profil est spécifié.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 2 – Caractéristiques de base du réseau pour le câblage symétrique reposant sur Ethernet

Caractéristique	CP x/y
Vitesses de transmission prises en charge (Mbit/s)	
Longueur de canal prise en charge (m) [b]	
Nombre de connexions dans le canal (max.) [a] [b]	
Longueur du câble de raccordement (m) [a]	
Classe de canal conformément à l'ISO/CEI 24702 (min.) [b]	
Catégorie de câble conformément à l'ISO/CEI 24702 (min.) [c]	
Catégorie de matériel de connexion conformément à l'ISO/CEI 24702 (min.)	
Types de câble	

[a] Voir X.4.4.3.2.

[b] Pour les besoins du présent tableau, les définitions de canal de l'ISO/CEI 24702 s'appliquent.

[c] Pour plus d'informations, se référer à la série CEI 61156.

4.3.2.4 Caractéristiques du réseau pour un câblage à fibres optiques

Concernant le câblage à fibres optiques, le planificateur doit s'appuyer sur les caractéristiques de base du réseau pour chaque longueur d'onde définie dans les profils d'installation respectifs conformément aux modèles donnés au

Tableau 3 et aux conditions suivantes.

Pour les besoins de la présente norme, la perte d'insertion du canal et le bilan de puissance optique sont considérés comme étant équivalents. Le matériel de connexion utilisé pour le câblage à fibres optiques est tel que spécifié en X.4.4.2.5 du profil d'installation correspondant.

NOTE La lettre X fait référence à l'Annexe X du profil d'installation dans laquelle le profil est spécifié.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

CP x/y		
Type de fibre optique	**Description**	
Silice monomode	Largeur de bande (MHz) ou équivalent à λ (nm)	
	Longueur minimale (m)	
	Longueur maximale[a] (m)	
	Perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB)	
	Matériel de connexion	Voir X.4.4.2.5
Silice multimode	Largeur de bande modale (MHz × km) à λ (nm)	
	Longueur minimale (m)	
	Longueur maximale[a] (m)	
	Perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB)	
	Matériel de connexion	Voir X.4.4.2.5
POF	Largeur de bande modale (MHz × 100 m) à λ (nm)	
	Longueur minimale (m)	
	Longueur maximale[a] (m)	
	Perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB)	
	Matériel de connexion	Voir X.4.4.2.5
Hard Clad Silica (HCS)	Largeur de bande modale (MHz × km) à λ (nm)	
	Longueur minimale (m)	
	Longueur maximale[a] (m)	
	Perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB)	
	Matériel de connexion	Voir X.4.4.2.5
[a] Cette valeur est réduite par les connexions, les épissures et les courbures conformément à la formule (1) en 4.4.3.4.1.		

4.3.2.5 Caractéristiques spécifiques du réseau

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

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

Certains canaux de câblage générique conformes à l'ISO/CEI 24702 peuvent fournir des performances de transmission à l'appui des réseaux décrits en référence aux modèles de 4.3.2.2 à 4.3.2.5. Voir l'ISO/CEI 24702 pour plus de détails.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4 Sélection et utilisation de composants de câblage

4.4.1 Sélection du câble

4.4.1.1 Description commune

Le planificateur doit s'assurer que les câbles offrent les performances de transmission requises dans l'environnement spécifié (en référence au système de classification MICE ou équivalent, voir 4.2.3.1).

Les câbles industriels peuvent faire l'objet de contraintes mécaniques extrêmes.

EXEMPLE Le câble est en mesure d'assurer la connectivité pour le festonnage, piste "C" (chaînes de halage) ou les applications de flexion robotique.

Dans ces cas, le planificateur doit sélectionner le câblage en fonction des besoins de l'application prévue. Les instructions respectives du fabricant doivent être respectées.

Le planificateur peut choisir d'utiliser une partie d'un système de câblage générique existant pour connecter les réseaux d'AI. Dans ce cas, il revient au planificateur de s'assurer que ce système de câblage satisfait aux exigences de l'application.

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

Le planificateur doit s'assurer que les câbles enterrés sont adaptés et respectent les exigences suivantes:

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

Le revêtement métallique des câbles à fibres optiques offre une protection mécanique supplémentaire. Il convient que le planificateur sélectionne des câbles à fibres optiques à revêtement métallique pour les applications d'enfouissement direct et d'autres zones dans lesquelles une protection mécanique s'avère nécessaire.

Si l'emplacement du matériel implique l'utilisation de câbles particuliers et/ou la connexion d'éléments qui ne satisfont pas aux exigences de réseau de cette spécification, le planificateur doit consulter le fabricant du câble/connecteur afin d'obtenir les informations nécessaires pour déterminer la longueur de canal/liaison permanente.

4.4.1.2 Câbles en cuivre

4.4.1.2.1 Câbles à paires symétriques pour les CPs à base Ethernet

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

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

Le planificateur doit tenir compte des informations suivantes lorsqu'il précise le nombre de paires dans chaque câble symétrique:

- il convient que tous les câbles d'un canal comportent le même nombre de paires;
- un câblage à deux paires n'est pas générique et ne peut pas prendre en charge toutes les applications (par exemple, si des plans ultérieurs prévoient de procéder à une migration

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

des données à des vitesses de transmission supérieures ou une alimentation par câble Ethernet (PoE), il convient de considérer l'utilisation de câbles à quatre paires);

- il n'est pas recommandé d'utiliser des câbles contenant un nombre de paires élevé pour les applications de contrôle;
- dans un canal actif et en présence d'un câblage utilisant des éléments de câble à 2 et 4 paires mixtes dans le même canal, toutes les paires non utilisées doivent être terminées par l'impédance en mode différentiel ou commun du câble aux deux extrémités (c'est-à-dire que les câbles à quatre paires ne doivent pas être placés dans un matériel de connexion à deux paires). Cette exigence ne s'applique pas aux constructions de câbles utilisant des paires blindées individuelles.

NOTE Les câbles symétriques spécifiés dans les mises en œuvre de référence de l'ISO/CEI 24702 contiennent 4 paires et offrent une longueur maximale de canal de 100 m.

Pour les canaux dotés d'un équipement de source d'énergie (PSE) raccordé à des appareils non alimentés, le planificateur doit spécifier que la fonction PSE est désactivée afin d'empêcher d'appliquer l'alimentation.

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction des modèles donnés aux Tableau 4 et Tableau 5.

Tableau 4 – Informations relatives au câble en cuivre: câbles fixes

Caractéristique	CP x/y
Impédance nominale du câble (tolérance)	
Résistance en courant continu des conducteurs	
Résistance en courant continu du blindage	
Nombre de conducteurs	
Blindage	
Code couleur du conducteur	
Exigences de couleur de la gaine	
Matériau de la gaine	
Résistance au milieu agressif (UV, résistance à l'huile, LS0H, par exemple)	
Notations d'agence	
Autres caractéristiques [a]	

[a] Remplacer "Autres caractéristiques" par le nom des autres caractéristiques nécessaires (une ou plusieurs, selon le cas). Sinon, supprimer la ligne.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 5 – Informations relatives au câble en cuivre: cordons

Caractéristique	CP x/y
Impédance nominale du câble (tolérance)	
Résistance en courant continu des conducteurs	
Résistance en courant continu du blindage	
Nombre de conducteurs	
Longueur	
Blindage	
Code couleur du conducteur	
Exigences de couleur de la gaine	
Matériau de la gaine	
Résistance au milieu agressif (UV, résistance à l'huile, LS0H, par exemple)	
Notations d'agence	
Autres caractéristiques [a]	
[a] Remplacer "Autres caractéristiques" par le nom des caractéristiques supplémentaires nécessaires (une ou plusieurs, selon le cas). Sinon, supprimer la ligne.	

4.4.1.2.2 Câbles en cuivre pour les CPs non Ethernet

Les câbles en cuivre pour les profils de communication ne reposant pas sur Ethernet, doivent satisfaire aux exigences du Tableau 1 et à toutes exigences ou recommandations complémentaires du profil d'installation.

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction des modèles donnés aux Tableau 4 et Tableau 5.

4.4.1.3 Câbles pour installation sans fil

Les câbles de communication permettant de connecter des dispositifs sans fil doivent être conformes aux exigences de la présente norme.

4.4.1.4 Câbles à fibres optiques

Les câbles à fibres optiques prenant en charge des profils de communication particuliers doivent satisfaire aux exigences ou recommandations du profil de communication (voir la série CEI 60794).

Le planificateur doit sélectionner le câble à fibres optiques approprié pour prendre en charge les longueurs et le nombre de connexions requis correspondant au profil de communication à installer.

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

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction des modèles donnés au Tableau 6. La norme applicable est définie dans les profils d'installation comme une référence soit à la CEI 60793 ou à la CEI 60794, soit à OM1, OM2, OM3, OM4 ou OS1, OS2. OM1, OM2, OM3 et OS1, OS2 sont tels que spécifiés dans l'ISO/CEI 24702:2006 et son Amendement 1:2009, et OM4 est tel que spécifié dans la CEI 60793-2-10: type A1a.3.

NOTE 1 Certaines informations supplémentaires qui doivent être prises en compte par l'installateur et le personnel de maintenance sont données dans les articles correspondants de la présente norme.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 6 – Informations relatives aux câbles à fibres optiques

Caractéristique	Silice monomode 9..10/125 µm	Silice multimode 50/125 µm	Silice multimode 62,5/125 µm	Fibre optique plastique à saut d'indice 980/1 000 µm	HCS à saut d'indice 200/230 µm
Normalisé					
Affaiblissement par km (650 nm)					
Affaiblissement par km (820 nm)					
Affaiblissement par km (1 310 nm)					
Nombre de fibres optiques					
Exigences de couleur de la gaine					
Matériau de la gaine					
Résistance au milieu agressif (UV, résistance à l'huile, LS0H, par exemple)					
Autres caractéristiques [a]					

[a] Remplacer "Autres caractéristiques" par le nom des autres caractéristiques nécessaires (une ou plusieurs, selon le cas). Sinon, supprimer la ligne.

4.4.1.5 Câbles à paires symétriques et à fibres optiques à usage spécial

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

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

a) câbles guirlandes;

b) câbles high-flex;

c) câbles high-flex pour les mouvements en trois dimensions;

d) câbles résistants aux UV;

e) câbles résistants aux projections de soudure.

Il convient de choisir les câbles high-flex en fonction des éléments ci-dessous:

- les câbles sont assignés différemment pour les câbles mobiles "C-Track" (également appelés chaînes de halage) et les applications robotiques dans lesquelles le câble est déplacé avec souplesse en flexion (également appelé "tic-toc");
- Il convient d'utiliser les câbles uniquement lorsque cela est nécessaire, c'est-à-dire dans la zone à flexion élevée;
- augmentation de l'affaiblissement des câbles en cuivre (en raison du câblage du conducteur, par exemple) pouvant affecter la longueur de canal;
- il convient de sécuriser correctement les câbles à la partie mobile de la machine afin de limiter la flexion, les torsions et l'abrasion;
- le rayon de courbure spécifié du câble doit être maintenu;
- il convient d'installer les câbles avec des connecteurs à chaque extrémité pour la maintenance.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

4.4.1.6 Exigences spécifiques pour les CPs

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

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

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

L'ISO/CEI 24702 requiert de sélectionner et d'utiliser les composants de manière à obtenir les performances de canal souhaitées dans l'environnement spécifié.

De même, l'ISO/CEI 24702

- précise les mises en œuvre de référence associant les spécifications d'un composant particulier aux performances de transmission du canal;
- propose des méthodes appropriées de spécification de composant, en faisant référence, par exemple, à des spécifications détaillées produites par d'autres comités CEI.

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

Le planificateur doit s'assurer qu'un système de maintenance est en place pour maintenir les performances du canal pendant la durée de vie utile du câblage.

4.4.2 Sélection du matériel de connexion

4.4.2.1 Description commune

Le planificateur doit s'assurer que les connecteurs offrent les performances de transmission requises dans l'environnement spécifié (en référence au système de classification MICE ou équivalent, voir 4.2.3.1).

Le planificateur doit utiliser une attribution paire de fils/broche de connecteur appropriée conformément à l'Annexe H et au profil d'installation spécifique utilisé.

Les codes couleur des fils des connecteurs spécifiques au profil de communication sont définis à l'Annexe D.

4.4.2.2 Matériel de connexion pour les CPs de câblage à paires symétriques à base Ethernet

La présente norme reconnaît la variante 1 et 6 des boîtiers de connecteur étanche de la CEI 61076-3-106 et la variante 14 du boîtier de connecteur étanche décrite dans la CEI 61076-3-117 pour l'encapsulation d'un connecteur modulaire 8 voies conforme à la CEI 60603-7. Dans le cas des applications nécessitant une connectivité non étanche, les connecteurs modulaires 8 voies spécifiés dans la CEI 60603-7 doivent être utilisés. L'installation de la variante 1, 6 ou 14 au niveau de la prise d'automatisation et dans l'AI est fonction du profil de communication sélectionné. En outre, le connecteur M12-4 avec codage D décrit dans la CEI 61076-2-101 et le connecteur M12-8 avec codage X décrit dans la CEI/PAS 61076-2-109 peuvent être utilisés au niveau de la prise d'automatisation et dans l'AI.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE Les variantes de connecteur ci-dessus (1, 6 et 14) sont rétro-compatibles avec les cordons définis par l'ISO/CEI 24702 et assurent la rétro-compatibilité avec la CEI 60603-7. Par conséquent, le matériel d'essai normalisé est susceptible d'être utilisé pour valider et dépanner le réseau.

Les dispositifs et prises d'automatisation doivent être dotés de supports. Les câbles doivent être dotés de fiches pour assurer l'interface avec les dispositifs et les prises d'automatisation.

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction du modèle donné au Tableau 7.

Tableau 7 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage symétrique reposant sur Ethernet

	Série CEI 60603-7 [a]		CEI 61076-3-106 [b]		CEI 61076-3-117[b]	CEI 61076-2-101	CEI/PAS 61076-2-109
	blindé	non blindé	Var. 1	Var. 6	Var. 14	M12-4 avec codage D	M12-8 avec codage X
CP x/y							

[a] Pour la série CEI 60603-7, le choix du connecteur repose sur les performances de canal souhaitées.

[b] Boîtiers de protection des connecteurs.

4.4.2.3 Matériel de connexion pour les CPs de câblage en cuivre non Ethernet

Le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction des modèles donnés au Tableau 8.

Tableau 8 – Connecteurs pour les profils de communication de câblage en cuivre ne reposant pas sur Ethernet

	CEI 60807-2 ou CEI 60807-3	CEI 61076-2-101			CEI 61169-8	ANSI/(NFPA) T3.5.29 R1-2007		Autres		
	D-sub	M12-5 avec codage A	M12-5 avec codage B	M12-n avec codage X	Coaxial (BNC)	M 18	7/8-16 UN-2B THD	Style ouvert	Bloc de connexion	Autres
CP x/y										

NOTE De nombreuses applications utilisent des connecteurs M12-5 qui ne sont pas compatibles et qui, lorsqu'ils sont mélangés, peuvent endommager les applications.

4.4.2.4 Matériel de connexion des installations sans fil

Aucun.

4.4.2.5 Matériel de connexion pour câblage à fibres optiques

Pour les connecteurs à fibres optiques d'un réseau industriel, le planificateur doit utiliser les données définies dans le profil d'installation respectif en fonction du modèle donné aux Tableau 9 et Tableau 10. Dans le Tableau 10, les relations entre le connecteur à fibres optiques et les types de fibres optiques sont exprimées en termes de câble à fibres optiques qui s'applique (voir 4.4.1.4).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 9 – Matériel de connexion à fibres optiques

	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	
CP x/y						
NOTE La série CEI 61754 définit les interfaces mécaniques de connecteur à fibres optiques. Les spécifications de performances des connecteurs à fibres optiques terminés par des types de fibre particuliers sont normalisées dans la série CEI 61753.						

Tableau 10 – Relations entre les connecteurs à fibres optiques et le type de fibre (CP x/y)

FOC	Type de fibre					
	Silice monomode 9..10/125 µm	Silice multimode 50/125 µm	Silice multimode 62,5/125 µm	Fibre optique plastique à saut d'indice 980/1 000 µm	HCS à saut d'indice 200/230 µm	Autres
BFOC/2,5						
SC						
SC-RJ						
LC						
F-SMA						
Autres						

4.4.2.6 Exigences spécifiques pour les CPs

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

4.4.2.7 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir 4.4.1.7.

4.4.3 Connexions dans un canal/une liaison permanente

4.4.3.1 Description commune

Pour les besoins de 4.4.3, les termes "canal" et "liaison permanente" définis dans l'ISO/CEI 24702 sont modifiés comme en 3.1.21 et 3.1.53 afin de pouvoir les utiliser pour les profils de communication conformément à la série CEI 61784-5.

Le planificateur doit demander de ne pas dépasser les longueurs maximales de canal définies par le profil d'installation spécifique pour le support de câblage particulier. Toutefois, la qualité du service dépend de la longueur du canal et du nombre de connexions et d'épissures qu'il contient (voir 4.4.3.2.3).

Étant donné que le nombre de connexions et d'épissures dans le canal augmente, la perte d'insertion augmente également, qui diminue ensuite le rapport signal/bruit du canal.

Pour le câblage symétrique, le planificateur doit demander que les paires inutilisées d'un canal actif soient terminées conformément à 4.4.1.2.

Le planificateur doit s'assurer de la prise en compte de l'impact du nombre de connexions dans le canal, comme indiqué en 4.4.3. Eu égard au nombre de connexions dans le canal, les mises en œuvre de référence présentées dans l'ISO/CEI 24702 sont limitées à 4. Si la

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

planification implique plus de 4 connexions, une analyse supplémentaire peut s'avérer nécessaire. Il peut s'avérer utile de mesurer les performances du canal pour s'assurer qu'il satisfait aux exigences de l'application.

Le planificateur doit s'assurer qu'un système de maintenance approprié est en place pour maintenir les performances du canal pendant la durée de vie utile du câblage.

4.4.3.2 Connexions et épissures de câblage symétrique pour les CPs à base Ethernet

4.4.3.2.1 Description commune

Les réseaux Ethernet doivent satisfaire aux règles ci-dessous.

- Les mises en œuvre de référence décrites dans l'ISO/CEI 24702 (en précisant la structure, les composants et les performances).
- Les performances de transmission doivent être conformes aux exigences de classes pertinentes définies dans l'ISO/CEI 24702. Il doit être souligné que ces classes incluent les exigences en matière de TCL, d'ELTCTL et d'affaiblissement de couplage par rapport à la classification MICE (E1, E2 ou E3).
- Les configurations allant au-delà des mises en œuvre de référence prises en charge pour un profil de communication doivent être intégralement décrites dans le profil d'installation CP.

a) Mise en œuvre de référence de base

La Figure 12 illustre le modèle utilisé pour corréler les dimensions de câblage spécifiées en 4.4.3 aux spécifications de canal de l'ISO/CEI 24702. Le canal de câblage présenté contient deux connexions à chaque extrémité et deux cordons à chaque extrémité du canal. Pour les besoins de 4.4.3, les jarretières sont considérées comme des cordons.

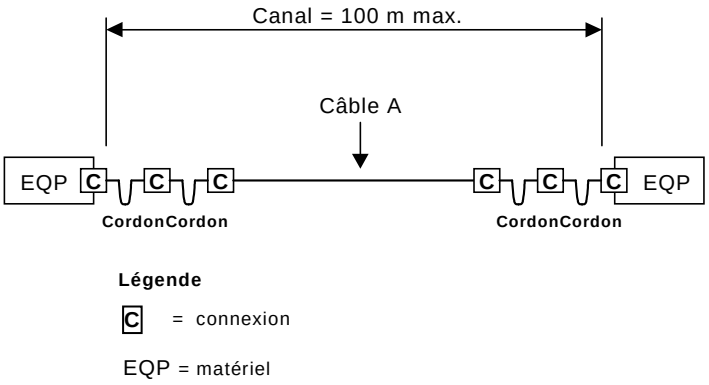


Figure 12 – Modèle de mise en œuvre de référence de base

L'approche de mise en œuvre de référence de base du Tableau 11 permet d'ajuster la longueur du câble fixe A afin de compenser les longueurs de cordon variables et la température de fonctionnement du canal.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 11 – Formules de mise en œuvre de référence de base

Catégorie	Composant		
	Classe D	Classe E	Classe F
5	$C = (113 - 2xN - F \times Y) / X$ [a]	-	-
6	$C = (115 - N - F \times Y) / X$	$C = (106 - N - F \times Y) / X$	
7	$C = (119 - N - F \times Y) / X$	$C = (109 - N - F \times Y) / X$	$C = (106 - N - F \times Y) / X$

Si les températures de fonctionnement sont supérieures à 20 °C, il convient de réduire la longueur du câble *C* de 0,2 % par °C pour les câbles blindés, et de 0,4 % par °C (20 °C à 40 °C) et 0,6 % par °C (> 40 °C à 60 °C) pour les câbles non blindés. Si la température de fonctionnement dépasse 60 °C, les informations du fabricant doivent être consultées pour savoir dans quelle mesure réduire la longueur du câble.

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

[a] où

C est la longueur du câble fixe A (m);

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

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

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

Y est le rapport de la perte d'insertion des cordons/jarretières (dB/m) sur la perte d'insertion de la catégorie pertinente de câble (dB/m).

Dans le Tableau 11, il est supposé que

- la longueur de canal maximale est de 100 m;
- le câble fixe A peut faire l'objet d'une spécification de perte d'insertion différente de celle de la catégorie de câble pertinente spécifiée dans la série CEI 61156;
- le câble souple qui compose les cordons peut faire l'objet d'une spécification de perte d'insertion différente de celle utilisée dans le câble fixe;
- les câbles qui composent tous les cordons du canal font l'objet d'une spécification de perte d'insertion commune;
- tous les câbles et cordons sont soumis aux mêmes conditions de température.

La longueur du câble A doit être déterminée par des formules définies au Tableau 11.

Si quatre connexions sont utilisées dans un canal, il convient que la longueur du câble fixe A soit d'au moins 15 m. La longueur maximale du câble fixe A dépendra de la longueur totale des cordons à prendre en charge dans un canal. Les longueurs de cordons maximales doivent être fixes et, lors du fonctionnement du câblage installé, il convient de mettre en œuvre un système de gestion visant à s'assurer que les cordons utilisés pour créer le canal sont conformes à ces limites de conception.

b) Mise en œuvre de référence améliorée

La Figure 13 illustre le modèle utilisé pour corréler les dimensions de câblage spécifiées en 4.4.3 avec les spécifications de canal de l'ISO/CEI 24702. Le canal de câblage présenté contient quatre connexions. Pour les besoins de 4.4.3, les jarretières sont considérées comme des cordons.

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

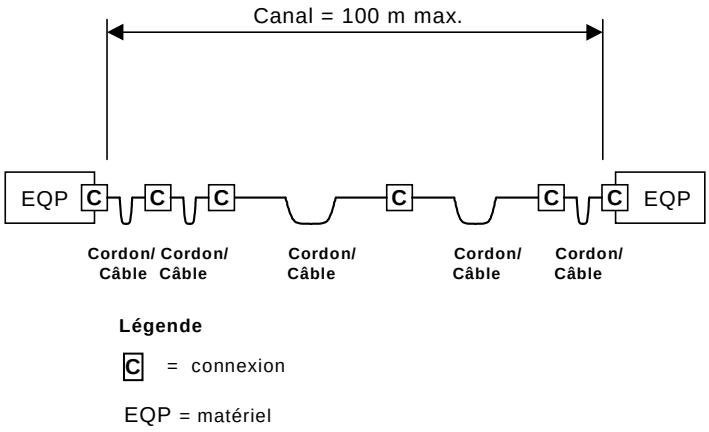


Figure 13 – Modèle de mise en œuvre de référence améliorée

Dans le Tableau 12, il est supposé que

a) la longueur de canal maximale est de 100 m;

b) tous les câbles peuvent faire l'objet d'une spécification de perte d'insertion différente de celle de la catégorie de câble pertinente spécifiée dans la série CEI 61156;

c) chaque câble peut faire l'objet de spécifications de perte d'insertion différentes;

d) chaque câble peut faire l'objet de conditions de température différentes.

La longueur des cordons utilisés dans un canal d'une classe donnée doit être déterminée par les formules définies au Tableau 12 et au Tableau 13.

Si, dans le cadre d'une mise en œuvre proposée, un câble oblige à séparer deux paires de connexions dans le canal avec une longueur inférieure à 15/Y (m), les performances du canal doivent être validées.

NOTE Y_i est défini au Tableau 12.

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 12 – Formules de mise en œuvre de référence améliorées

Catégorie	Composant		
	Classe D	Classe E	Classe F
5	$\Sigma_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 113 - 2 \times N$ [a]	-	-
6	$\Sigma_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 115 - N$	$\Sigma_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 106 - N$	
7	$\Sigma_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 119 - N$	$\Sigma_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 109 - N$	$\Sigma_{(i=1 \text{ à } j)} F_i \times Y_i \times Z_i \leq 106 - N$
NOTE Les performances requises du canal sont définies à l'aide des formules présentées dans ce tableau et reposant sur une approche statistique de la modélisation des performances.			
où I est la section de câble de 1 à j (minimum 1 et maximum 5); N est le nombre de connexions (4 au maximum, sinon il convient de vérifier les performances NEXT, Return Loss (Affaiblissement de réflexion) et ELFEXT); F_i est la longueur du câble (m); Y_i est le rapport de la perte d'insertion du câble (dB/m) sur la perte d'insertion de la catégorie pertinente de câble (dB/m); Z_i est le déclassement de perte d'insertion des cordons (dB/m) pour des températures de fonctionnement supérieures à 20 °C, définies au Tableau 13.			

Tableau 13 – Facteur de correction Z pour une température de fonctionnement supérieure à 20 °C

Construction du câble	Facteur de correction Z [a]	
	20 °C < T < 40 °C	40 °C < T < 60 °C
Blindée	1 + 0,002 × (T - 20)	1 + 0,002 × (T - 20)
Non blindée	1 + 0,004 × (T - 20)	1 + 0,006 × (T - 20)
Si la température de fonctionnement dépasse 60 °C, les informations du fabricant doivent être consultées pour connaître les facteurs appropriés.		

Si les connexions d'extrémité sont différentes de celles spécifiées dans le canal normalisé, le planificateur doit demander l'étalonnage du matériel d'essai à l'aide des cordons et des adaptateurs destinés à être utilisés dans le canal.

c) Liaison bout à bout

La liaison bout à bout est telle que décrite à l'Annexe O.

4.4.3.2.2 Distance minimale entre les connexions

Toutes les exigences du profil d'installation CP spécifique en matière de distance minimale entre les connexions doivent être appliquées.

4.4.3.2.3 Epissures de câblage à paires symétriques

Les épissures doivent uniquement être utilisées pour les réparations. Les épissures doivent être réalisées avec des moyens permettant de maintenir les performances du canal et l'intégrité de l'environnement. Le nombre de connexions doit être pris en compte. La solution recommandée consiste à utiliser une combinaison fiche/prise pour une intégrité d'environnement appropriée.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4.3.2.4 Connexions de cloison de câblage à paires symétriques

Une connexion de cloison ne présentant pas les performances de transmission d'une seule connexion doit être considérée comme deux connexions.

Si la connexion de cloison prend en charge une conversion 4 paires/2 paires (module 8 voies en M12, par exemple), des ajustements doivent être réalisés pour terminer différemment les paires non utilisées. Il n'est pas autorisé que la mise à la terre soit directe ou passe par un condensateur.

NOTE Des informations supplémentaires relatives à la connexion de cloison sont proposées à l'Annexe J, dont le contenu diffère de celui de l'ISO/CEI 24702.

Un presse-étoupe de cloison peut être utilisé à la place d'une connexion de cloison si cette dernière ne respecte pas la limite de connexions dans le canal.

4.4.3.2.5 Adaptateurs JJ de câblage à paires symétriques

Une connexion d'adaptateur prise-prise ne présentant pas les performances de transmission d'une seule connexion doit être considérée comme deux connexions.

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

4.4.3.3 Connexions et épissures de câblage en cuivre pour les CPs non Ethernet

4.4.3.3.1 Description commune

Le nombre de connexions admis en fonction de la longueur de bus de terrain doit être conforme à la description du profil de communication correspondant.

4.4.3.3.2 Distance minimale entre les connexions

Voir 4.4.3.2.2.

4.4.3.3.3 Epissures de câblage en cuivre

Voir 4.4.3.2.3.

4.4.3.3.4 Connexions de cloison de câblage en cuivre

Voir 4.4.3.2.4.

4.4.3.3.5 Adaptateurs JJ de câblage en cuivre

Voir 4.4.3.2.5.

4.4.3.4 Connexions et épissures de câblage à fibres optiques pour les CPs à base Ethernet

4.4.3.4.1 Description commune

La perte d'insertion de canal maximale du profil de communication (en référence à l'ISO/CEI 8802-3) définit les configurations possibles du câblage à la longueur d'onde spécifiée, comme dans la formule (1).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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

où

- L est la longueur de canal (m);
- A est la perte d'insertion maximale du canal/bilan de puissance optique (dB);
- M_i est la spécification de perte d'insertion de chaque connexion (dB);
- S_i est la spécification de perte d'insertion de chaque épissure (dB);
- B_i est la spécification de perte d'insertion de chaque courbure (dB);
- J est le nombre de connexions dans le canal;
- K est le nombre d'épissures dans le canal;
- P est le nombre de courbures dans le canal;
- C est l'affaiblissement linéique du câble (dB/km).

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

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

Il convient que la longueur du câble à fibres optiques utilisé dans le canal soit suffisante pour l'installation prévue afin d'empêcher les connexions et épissures.

De plus amples détails sur les connexions de cloison sont donnés en 4.4.3.4.3.

4.4.3.4.2 Epissures à fibres optiques

Deux méthodes permettent de réaliser des épissures optiques: la méthode mécanique et la fusion. Ces deux méthodes prévoient différentes pertes ayant un impact sur la perte d'insertion du canal. Le nombre d'épissures admis est fonction du bilan de puissance optique du système et doit être pris en compte dans le bilan de perte du canal.

4.4.3.4.3 Connexions de cloison à fibres optiques

En règle générale, la perte d'insertion d'une connexion de cloison à fibres optiques est équivalente à celle d'une connexion.

4.4.3.4.4 Adaptateurs JJ à fibres optiques (coupleurs à fibres optiques)

En règle générale, la perte d'insertion d'un adaptateur prise-prise à fibres optiques est équivalente à celle d'une connexion.

4.4.3.5 Connexions et épissures de câblage à fibres optiques pour les CPs non Ethernet

Le nombre de connexions et d'épissures admis est limité par l'affaiblissement de canal maximal admissible et/ou le bilan de puissance.

Le nombre de connexions et d'épissures admis en fonction de la longueur de bus de terrain doit être conforme à la description du profil d'installation CP correspondant.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4.3.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Aucune exigence supplémentaire.

4.4.4 Terminaisons

4.4.4.1 Description commune

Les terminaisons réduisent les réflexions et aident à limiter les éventuels rayonnements et bruits dans un système de câblage. Le planificateur doit consulter le profil de communication pour connaître les exigences relatives aux terminaisons et à leurs valeurs.

Voir 4.4.1.2 pour connaître les exigences supplémentaires relatives à la terminaison de toutes les paires non utilisées.

4.4.4.2 Exigences spécifiques pour les CPs

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

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

Aucune exigence supplémentaire.

4.4.5 Emplacement et connexion du dispositif

4.4.5.1 Description commune

Il convient de placer les dispositifs de manière à ce qu'ils assurent un accès approprié pour la maintenance et le dépannage cohérent avec les performances requises du canal. De plus, des considérations relatives à l'acheminement et à la connectivité du câble doivent être données (voir 4.4.11.1).

4.4.5.2 Exigences spécifiques pour les CPs

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

4.4.5.3 Exigences particulières pour l'installation sans fil

Aucune.

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

Aucune exigence supplémentaire.

4.4.6 Codage et étiquetage

4.4.6.1 Description commune

Un codage et un étiquetage doivent être prévus en usine (et rappelés dans la documentation de câblage) de manière à faciliter le travail d'inspection et de remplacement des composants de réseau. Le codage de couleurs permet de distinguer le câblage à fibres optiques et le câblage symétrique.

NOTE Voir l'Article 7 pour obtenir des informations supplémentaires.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4.6.2 Exigences complémentaires pour les CPs

Il convient d'étiqueter les câbles et prises d'automatisation conformément aux dessins du système. Il convient d'utiliser l'étiquetage des connecteurs et/ou câbles (symétriques et à fibres optiques) pour faciliter l'identification. La sécurité doit être prise en compte lors du choix du codage et de l'étiquetage.

Des moyens d'identification de la polarité de fibre optique doivent être fournis.

4.4.6.3 Exigences spécifiques pour les CPs

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

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

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.4.7 Mise à la terre et équipotentialité du matériel et des dispositifs et câblage blindé

4.4.7.1 Description commune

4.4.7.1.1 Exigences fondamentales

Si des parties du câblage générique sont utilisées pour prendre en charge la communication d'un profil de communication donné, elles doivent respecter les exigences du profil de communication.

La mise à la terre et la mise au même potentiel du matériel et l'utilisation du câblage blindé sont des éléments très importants de l'installation du câblage.

Les différences de potentiel de terre entre les points d'extrémité du câblage induisent un bruit dans le système de câblage. Cela est particulièrement le cas dans les systèmes de câblage blindés. Il est très important de contrôler les courants de terre pour réduire les interférences générées par les différences de potentiel de terre. Les courants de blindage doivent être réduits à l'aide d'un système de mise à la terre correct et/ou de techniques de mise à la terre adaptées, tels que définis dans la présente norme et les profils de communication correspondants. Si cette exigence ne peut pas être satisfaite, un autre support doit être considéré (UTP, câbles à fibres optiques ou sans fil, par exemple).

Les systèmes de câblage de mise à la terre des bâtiments et des usines sont mis en œuvre conformément aux règlementations ou normes locales, nationales ou internationales (CEI 60364-4-41 et CEI 60364-5-54, par exemple). Si la conformité est requise, le planificateur/l'installateur et le vérificateur du réseau doivent obtenir confirmation de la conformité de l'installation aux normes en vigueur.

4.4.7.1.2 Tâches du planificateur

Le planificateur doit exécuter les tâches ci-dessous.

- **Exigence 1**

Le planificateur doit vérifier, avec le propriétaire du bâtiment et de l'usine, la configuration du système de mise à la terre du bâtiment et de l'usine et la valeur de la résistance à la terre.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

- **Exigence 2**

Pour assurer la connexion correcte au système de mise à la terre existant du bâtiment et de l'usine, le planificateur de l'installation du réseau doit spécifier les exigences suivantes.

– Exigence de qualité des connexions de mise à la terre (voir en 5.7.1).
– Un réseau de masse équipotentiel (CBN) présentant l'impédance de terre requise et une intensité de courant admissible élevée doit être formé de tous les composants de construction métalliques.
– Afin de garantir une fiabilité à long terme, des mesures appropriées doivent être prises pour protéger les câbles de mise à la terre et les connexions contre la corrosion.

Les méthodes de contrôle des différences de potentiel dans un système de mise à la terre et le choix des systèmes de mise à la terre et de mise au même potentiel doivent être conformes à la description de 4.4.7.1.3.

4.4.7.1.3 Méthodes de contrôle des différences de potentiel dans le système de mise à la terre

Le planificateur doit concevoir la mise à la terre du réseau de communication industriel conformément à la présente norme et au profil d'installation correspondant. La CEI/TR 61000-5-2 donne des lignes directrices supplémentaires.

Il existe deux méthodes éprouvées de mise à la terre: la méthode équipotentielle et l'étoile (voir 4.4.7.3). Le planificateur doit utiliser l'une de ces méthodes pour limiter les effets des différences de potentiel de terre.

Si cela s'avère impossible, un autre support de transmission doit être utilisé (UTP, câbles à fibres optiques ou sans fil, par exemple).

4.4.7.1.4 Sélection des systèmes de mise à la terre et d'équipotentialité

Il convient que le planificateur comprenne parfaitement la condition du système de mise à la terre et de mise au même potentiel existant du bâtiment ou de l'usine dans la zone de couverture du réseau. En présence d'un système adéquat de mise à la terre et de mise au même potentiel, l'ensemble du système peut être géré sans être partagé en sous-systèmes de mise à la terre. Si ce n'est pas le cas, il convient de partager le système en sous-systèmes de mise à la terre. Chaque sous-système de mise à la terre peut alors utiliser l'une des deux méthodes éprouvées de mise à la terre et de mise au même potentiel, conformément au profil d'installation CP approprié. Il convient que le planificateur donne des conseils au fabricant de machine-outil quant au schéma de mise à la terre prévu et lui permette d'assurer la mise à la terre de la machine conformément à ce schéma dans l'installation et le profil d'installation spécifique. L'organigramme présenté à la Figure 14 a pour objet d'aider le planificateur à déterminer la manière de procéder.

Le système de mise à la terre et de mise au même potentiel doit être composé de câbles, de barres omnibus et d'autres composants conformément à la EN 50310 et ne doit pas comporter de chemins ni d'acier de construction. Les chemins et le système de construction doivent être reliés au système de mise à la terre et de mise au même potentiel.

Le planificateur doit documenter le système de mise à la terre choisi (mise à la terre équipotentielle ou mise à la terre en étoile) pour l'ensemble du réseau de communication. L'Annexe E rappelle les raisons justifiant l'utilisation d'un système particulier pour le réseau d'alimentation.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4.7.2 Liaison équipotentielle et mise à la terre des enveloppes et des chemins

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

Les conducteurs d'égalisation et de mise à la terre doivent avoir une résistance < 1 Ω (voir 5.7.1). Il convient que la section de ces conducteurs ne soit pas inférieure à la valeur minimale indiquée au Tableau 14. Il convient que la longueur des tresses de mise à la terre ne soit pas inférieure à 25 mm (1 in). Les règlementations locales peuvent avoir des exigences supplémentaires en matière de conducteur de mise à la terre.

Le Tableau 14 présente les longueurs maximales correspondant aux sections normalisées classiques exprimées en mm^2 (voir l'Annexe F pour obtenir une liste exhaustive des valeurs de la CEI 60228 et AWG). Ces longueurs maximales impliquent une résistance maximale de 0,6 Ω afin de ne pas dépasser la résistance maximale de 1 Ω entre l'enveloppe et le point préexistant de mise à la terre et de mise au même potentiel.

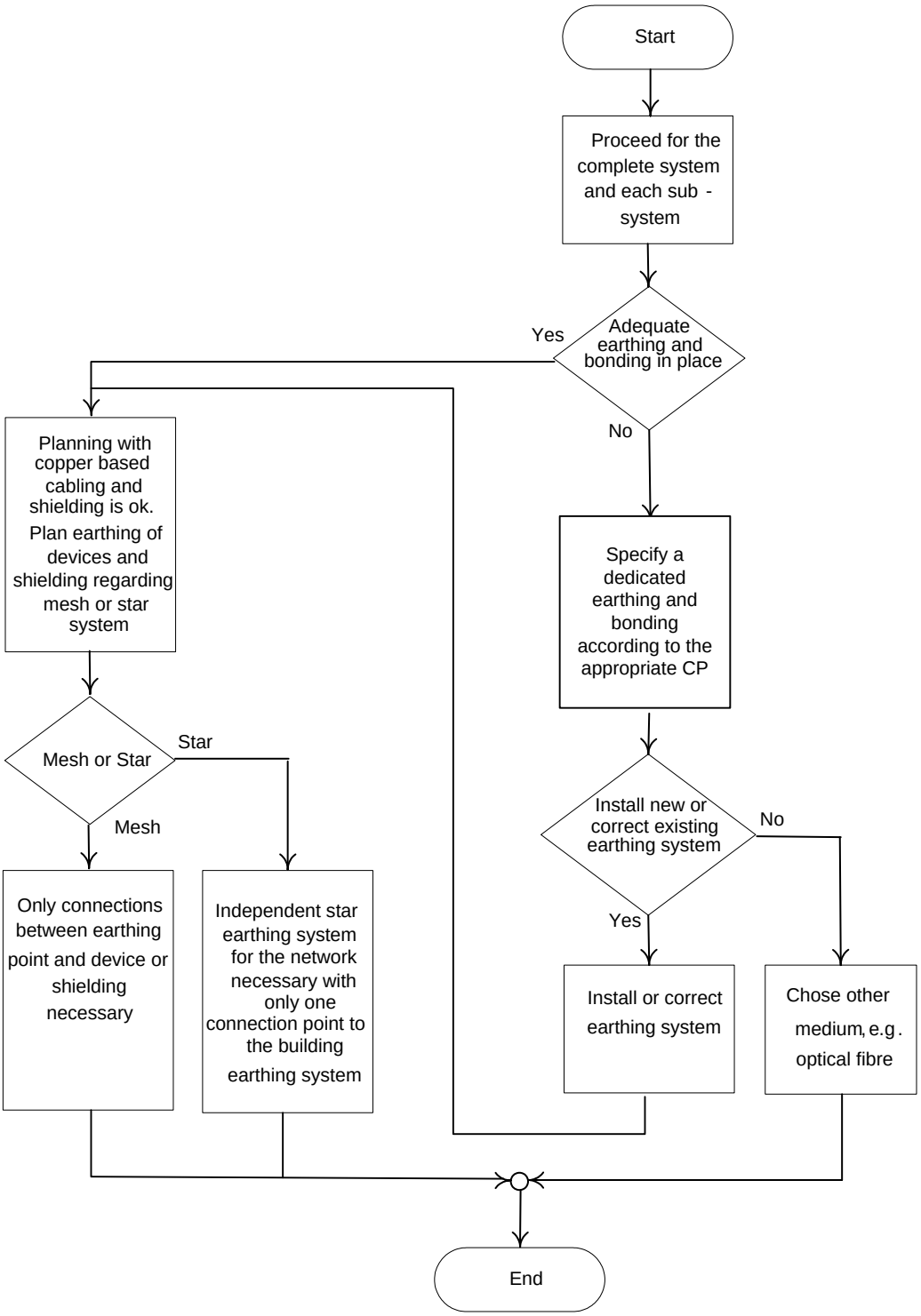
NOTE Les longs conducteurs de mise à la terre peuvent augmenter l'impédance de terre, rendant la mise à la terre inefficace en cas de coup de foudre.

Tableau 14 – Dimension et longueur des conducteurs d'égalisation et de mise à la terre

Sections mm^2		**Longueur maximale** m
CEI 60228	AWG	[a]
	8,36 (8 AWG)	291
10		349
	10,5 (7 AWG)	368
	13,3 (6 AWG)	461
16		556
	16,8 (5 AWG)	582
	21,1 (4 AWG)	736
25		870

[a] Longueur d'un conducteur présentant une résistance R = 0,6 Ω.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

Anglais	Français
Start	Début
Proceed ... sub-system	Réaliser pour le système complet et chaque sous-système
Adequate...place	Mise à la terre et mise au même potentiel appropriées en place
Yes	Oui
No	Non
Planning...system	Une planification avec un câblage à base de cuivre et un blindage est correcte. Planifier la mise à la terre des dispositifs et le blindage concernant le maillage ou le système en étoile
Specify... CP	Spécifier une mise à la terre et au même potentiel dédiée selon le profil de communication approprié
Mesh or star	Maillage ou étoile
Star	Etoile
Mesh	Maillage
Only ... necessary	Seules les connexions entre le point de mise à la terre et le dispositif ou le blindage sont nécessaires
Independent... system	Le système de mise à la terre en étoile indépendant pour le réseau est nécessaire uniquement avec un point de connexion au système de mise à la terre du bâtiment
Install ... system	Installer un nouveau système de mise à la terre ou un système existant correct
Yes	Oui
No	Non
Install ... system	Installer ou corriger le système de mise à la terre
Chose ... fibre	Choisir un autre moyen par exemple fibre optique
End	Fin

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

4.4.7.2.2 Tresses de liaison équipotentielle et dimensions

Les tresses de métallisation doivent être en acier plaqué cuivre ou zinc (voir le Tableau 15 qui fournit des données extraites de la CEI 60364-5-54).

Il convient de préférence que les tresses de métallisation soient torsadées afin de garantir leur efficacité à des fréquences élevées en raison de la surface importante.

Tableau 15 – Section des tresses de métallisation

Matériau	Section minimale mm^2
Cuivre	6
Acier plaqué zinc	50

Le Tableau 16 (données extraites de la CEI 60364-5-54) donne les exigences relatives à la protection de surface des plaquettes de métallisation.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 16 – Protection de surface des plaquettes de métallisation

Matériau	Protection de surface	Epaisseur µm
Cuivre	Nu	Aucune
	Etamé	1 à 5
	Galvanisé	20 à 40

4.4.7.2.3 Préparation de surface et méthodes

La documentation de planification du câblage doit exiger de préparer toutes les connexions aux surfaces métalliques de manière à ce qu'elles offrent une faible résistance et à les protéger contre la corrosion. Le Paragraphe 5.7.2.3 donne des lignes directrices supplémentaires aux installateurs quant à la manière de bien raccorder les connexions aux surfaces métalliques.

4.4.7.2.4 Liaison équipotentielle et mise à la terre

Le planificateur doit exiger ce qui suit.

a) Les connexions de mise à la terre des enceintes ne doivent pas se présenter en guirlande.

b) En cas de séparation de deux chemins métalliques se déplaçant indépendamment, une tresse de métallisation souple doit être utilisée pour relier les deux sous-chemins métalliques (voir Figure 28).

c) En cas de connexion mécanique de deux chemins métalliques à l'aide de tresses métalliques solides, une autre tresse de métallisation souple peut être utilisée.

d) Les joints de dilatation et les connexions de joint doivent être associés par des tresses de métallisation souples (voir Figure 28).

e) Toutes les pièces métalliques inactives, particulièrement celles se trouvant aux abords immédiats des composants d'automatisation et des câbles de communication, doivent être reliées au système de mise à la terre. Il s'agit de pièces métalliques des enceintes, des pièces de construction et des pièces mécaniques, etc., n'ayant aucune fonction de conduction électrique dans le système d'automatisation.

f) Si un réseau équipotentiel est requis, des chemins d'accès de câble conducteur métalliques doivent être intégrés dans la liaison équipotentielle du réseau et entre les sections individuelles du réseau. Le planificateur doit préciser la fréquence à laquelle les chemins doivent être connectés au réseau équipotentiel.

g) Les segments individuels de chemins de câble doivent être connectés les uns aux autres à faible impédance.

h) Les conducteurs de mise à la terre doivent être aussi courts que possible.

i) Le surplus de longueurs des conducteurs de mise à la terre et de mise au même potentiel ne doit pas être enroulé.

4.4.7.3 Méthodes de mise à la terre

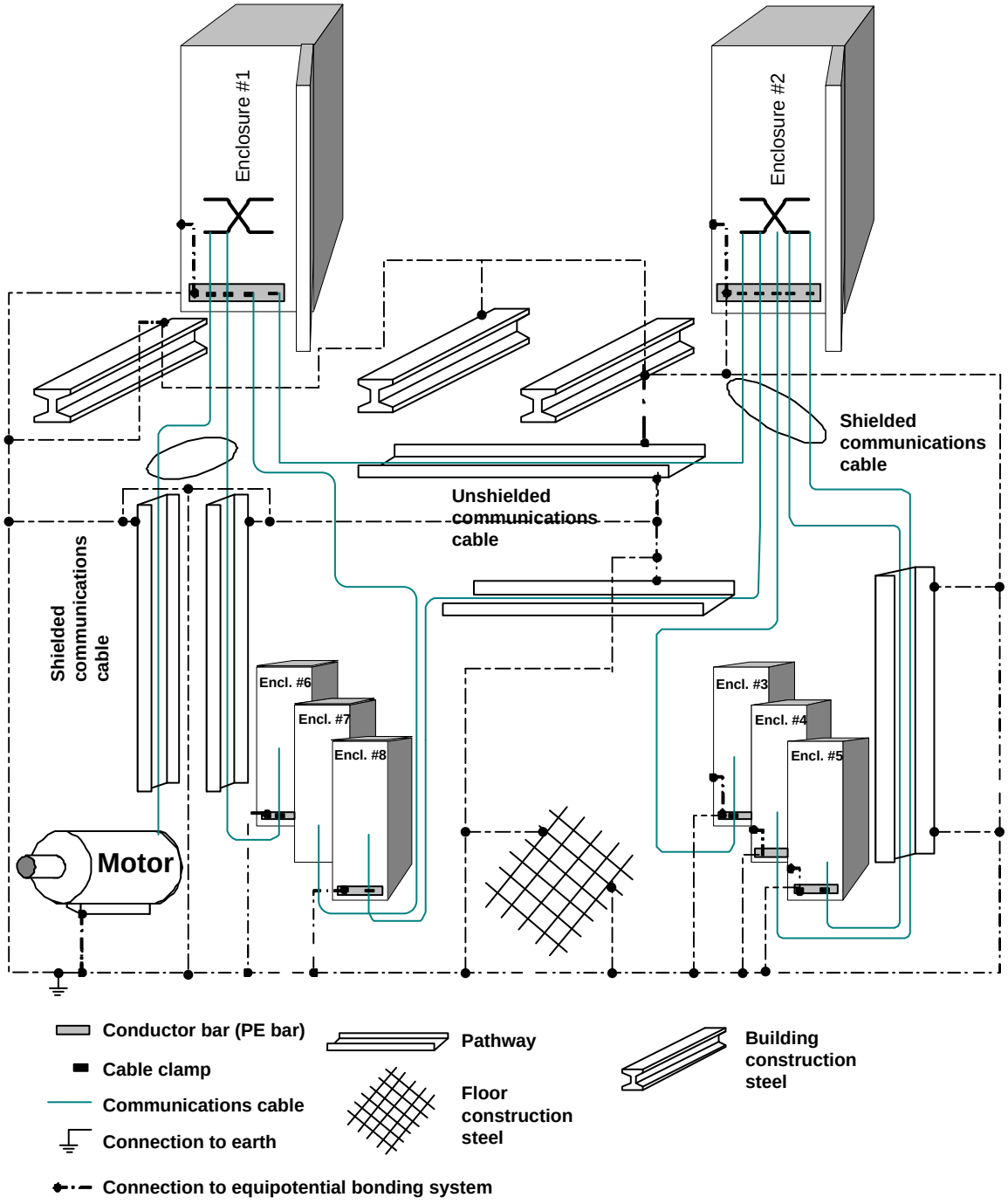
4.4.7.3.1 Equipotentielle

La Figure 15 illustre un exemple de câblage des enveloppes et chemins de mise au même potentiel et un câblage des terres disposé comme un maillage pour mettre en œuvre une configuration de mise à la terre équipotentielle.

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

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



Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

Anglais	Français
Enclosure #1	Boîtier 1
Enclosure #2	Boîtier 2
Unshielded communications cable	Câble de communication non blindé
Shielded communications cable	Câble de communication blindé
Encl. #3	Boîtier 3
Encl. #4	Boîtier 4
Encl. #5	Boîtier 5
Encl. #6	Boîtier 6
Encl. #7	Boîtier 7
Encl. #8	Boîtier 8
Motor	Moteur
Conductor bar (PE bar)	Bielle (barre de conducteur de terre parallèle)
Cable clamp	Collier de câble
Communication cable	Câble de communication
Connection to earth	Connexion à la terre
Pathway	Chemin
Floor construction steel	Acier de construction de sol
Building construction steel	Acier de construction de bâtiment
Connection to equipotential bonding system	Connexion au réseau équipotentiel

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

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

NOTE La sécurité l'emporte toujours sur la compatibilité électromagnétique.

4.4.7.3.2 Etoile

Les courants du circuit de terre générés par des courants élevés peuvent être contrôlés grâce à un système de mise à la terre en étoile et en isolant la terre du signal de la terre du matériel. Cela est possible par deux mises à la terre en étoile: l'une pour le matériel et l'autre pour le matériel de communication. Les blindages du matériel de communication doivent être référencés uniquement par rapport à la terre du signal et aucun autre matériel ne doit être référencé par rapport à la terre du signal. Chacune des mises à la terre en étoile des deux systèmes doit converger en un point du bâtiment (voir Figure 16).

Si les dispositifs doivent être connectés à un système de mise à la terre fonctionnel isolé du système de mise à la terre de protection au niveau des boîtiers, le planificateur doit spécifier la méthode à utiliser pour l'isolation. Les barres omnibus isolées peuvent être utilisées pour créer une mise à la terre du signal ou une mise à la terre fonctionnelle (voir Figure 30).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

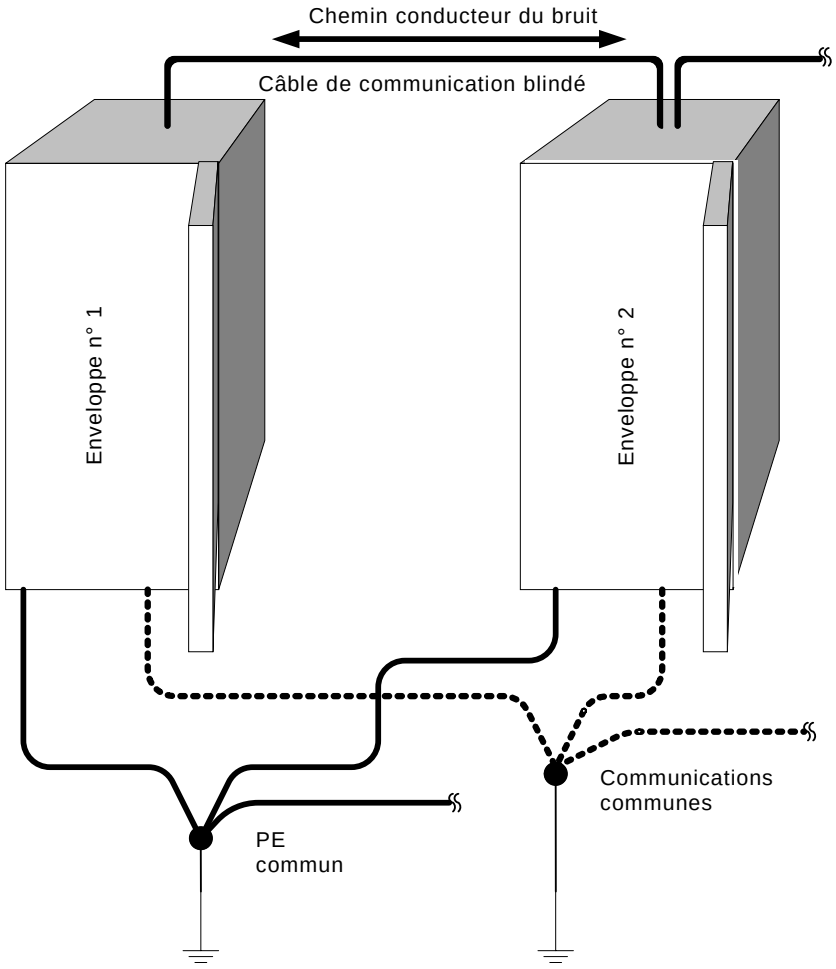


Figure 16 – Câblages des terres dans une configuration de mise à la terre en étoile

4.4.7.3.3 Mise à la terre du matériel (des dispositifs)

En principe, le matériel est connecté à la terre, alors que la mise à la terre fonctionnelle du matériel (M) est connectée au conducteur de terre parallèle (PEC) sur une large surface (voir Figure 17). Dans des circonstances exceptionnelles, le matériel peut être organisé comme un système non relié à la terre. Cela peut s'avérer nécessaire si des courants de court-circuit élevés peuvent se produire (fours à induction, etc.). Dans un système non relié à la terre, il est nécessaire de prévoir un dispositif de surveillance d'isolation doté d'un limiteur de tension (voir Figure 18). Le terme "non relié à la terre" est également utilisé si un circuit RC parallèle est placé entre le blindage de communication et la terre. La plupart des dispositifs sont dotés d'un circuit RC parallèle de ce type afin d'améliorer l'immunité aux interférences. Il convient de tenir compte de cet élément lors du choix d'un contrôleur de fuite à la terre. De plus, l'arrangement non relié à la terre permet de faire en sorte que les courants d'égalisation non contrôlés n'endommagent ni n'interrompent les dispositifs de communication présents sur le bus. Les règlements de sécurité pertinents doivent être respectés.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

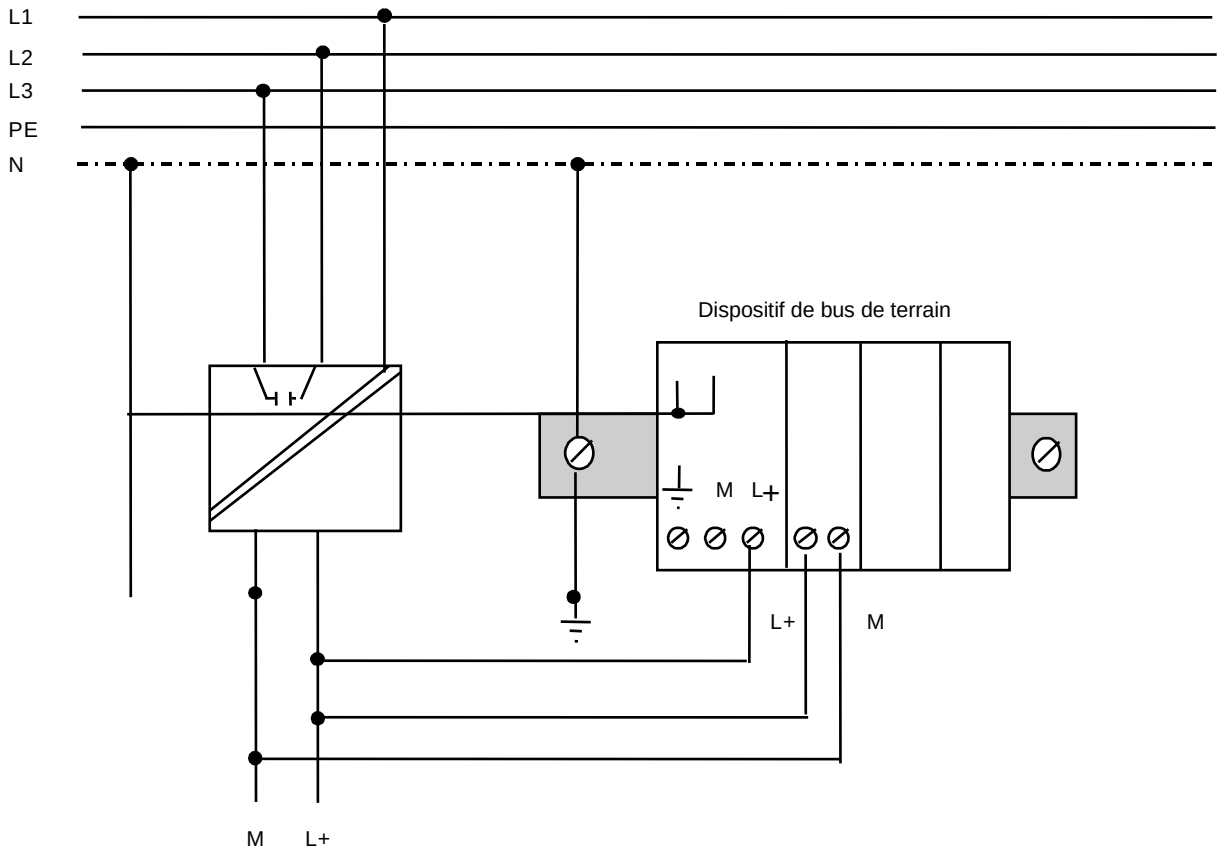


Figure 17 – Schéma de principe d'un dispositif de bus de terrain avec mise à la terre directe

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

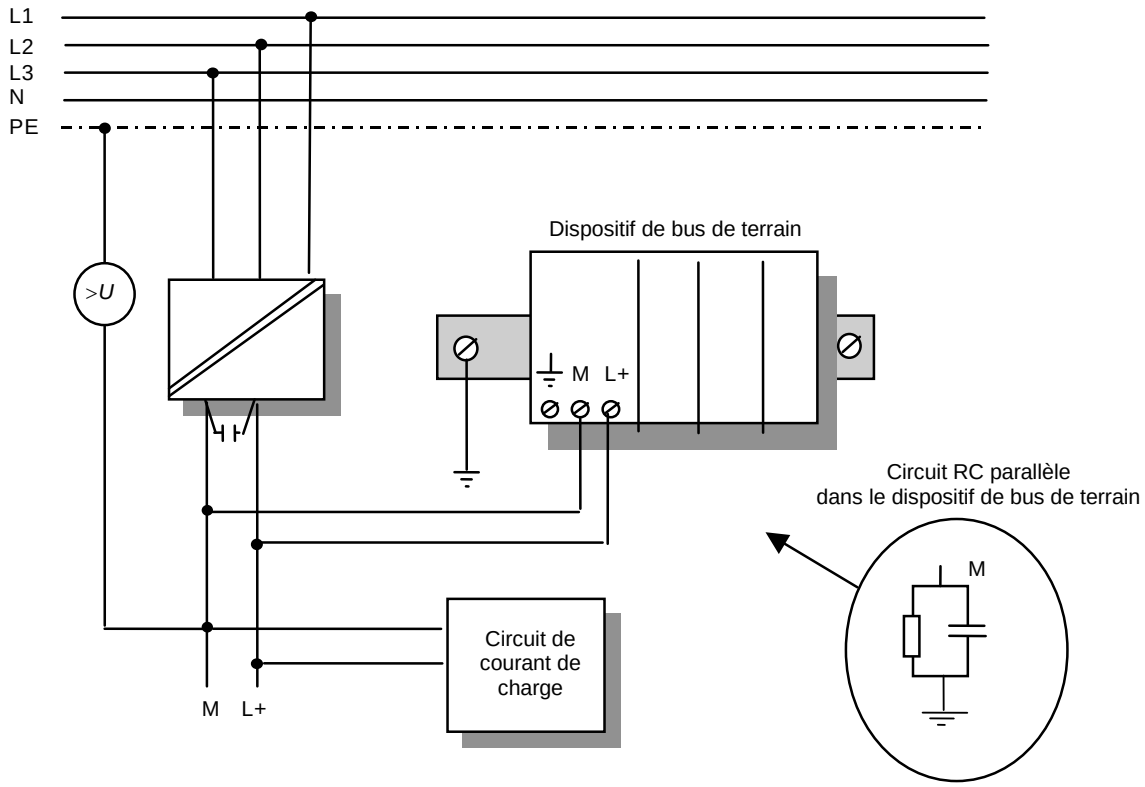


Figure 18 – Schéma de principe d'un dispositif de bus de terrain avec mise à la terre du circuit RC parallèle

4.4.7.3.4 Barres de bus en cuivre

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

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

Les barres omnibus doivent être en cuivre ou en alliage de cuivre présentant une conductivité minimale de $5{,}52 \times 10^7$ S/m (95 % IACS) lorsqu'elles sont recuites conformément à l'International Annealed Copper Standard, et doivent être finies avec des surfaces étamées ou des surfaces galvaniquement stabilisées.

Les dimensions de la barre omnibus doivent permettre d'acheminer les courants de bruit et les courants de défaut anticipés dans l'environnement d'installation et de fournir la capacité mécanique pour la connexion des conducteurs de mise à la terre.

L'impédance de la barre omnibus est vue en série avec tous les conducteurs de mise à la terre qui y sont connectés. Pour le courant admissible de défaut, la section de la barre omnibus doit être au moins cinq fois supérieure à la section du conducteur de mise à la terre connectée à la barre du bus; en prenant le plus grand conducteur de mise à la terre indiqué au Tableau 14, elle doit mesurer au moins 125 mm^2. Une épaisseur utile maximale de 9,25 mm est déterminée par l'effet de peau à 50 Hz. L'épaisseur minimale doit être de 5 mm pour la capacité mécanique; dans ce cas, la largeur minimale doit être de 25 mm. La largeur de la barre omnibus doit assurer une couverture complète du matériel de connexion.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

La longueur de la barre omnibus doit être telle que nécessaire pour prendre en charge le nombre de connexions de tous les conducteurs de mise à la terre, avec la longueur maximale donnée par la formule (2).

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

où

L_{max} est la longueur maximale en m;

Z_{max} est l'impédance maximale en Ω;

P est le périmètre de la section de la barre omnibus, en mm;

∂ est l'épaisseur de peau à une fréquence donnée; pour le cuivre, sa valeur est de 65,4 mm/$\sqrt{v}$ où v est la valeur sans unité de la fréquence en Hz et, pour l'alliage de cuivre recuit tel que spécifié ci-dessus, elle est de 67,6 mm/$\sqrt{v}$;

ρ est la résistivité du conducteur; pour le cuivre, sa valeur est de 1,68 10^{-8} Ω × m (à 20 °C) et, pour l'alliage de cuivre recuit tel que spécifié ci-dessus, elle est de 1,81 10^{-8} Ω × m (à 20 °C).

EXEMPLE 1 L_{max} = 3,6 m, avec Z_{max}= 0,1 Ω à 50 MHz pour une barre omnibus en cuivre présentant un périmètre de section de 60 mm.

EXEMPLE 2 L_{max} = 0,7 m, avec Z_{max}= 0,1 Ω à 1 GHz pour une barre omnibus en cuivre présentant un périmètre de section de 60 mm.

Il convient que les barres omnibus soient dotées de trous préperforés destinés aux cosses de câble.

La barre omnibus doit être utilisée conformément à 5.7.2.3. S'il s'avère nécessaire d'isoler une barre omnibus en cuivre, l'isolation à la terre locale doit être > 2 MΩ.

4.4.7.4 Mise à la terre du blindage

4.4.7.4.1 Absence de mise à la terre ou RC parallèle

Le planificateur doit préciser si l'installateur doit utiliser la terminaison du blindage non reliée à la terre ou la terminaison du blindage mise à la terre avec un circuit RC parallèle (voir Figure 32).

Si les blindages de communication doivent être mis à la terre, la méthode de mise au même potentiel présentée à la Figure 15 doit être utilisée.

4.4.7.4.2 Direct

Le planificateur doit préciser si l'installateur doit utiliser la mise à la terre directe du blindage (voir 5.7.4.3).

Si le décalage de tension entre deux dispositifs de communication directement connectés à la terre est supérieur à 1 V, un conducteur d'égalisation doit être ajouté afin de limiter les décalages de tension susceptibles de créer du courant dans les blindages de communication (voir Figure 35). La section doit être conforme à 4.4.7.2.1. Le planificateur doit présenter les exigences relatives à ce conducteur dans la documentation de planification du câblage.

4.4.7.4.3 Dérivées de circuit RC direct et parallèle

Le planificateur doit préciser les dérivées de mise à la terre de blindage RC direct et parallèle que doit utiliser l'installateur. Des exemples de dérivées sont donnés en 5.7.4.4.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4.7.5 Exigences spécifiques pour les CPs

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de mise à la terre et de blindage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.4.7.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.4.8 Stockage et transport des câbles

4.4.8.1 Description commune

Le planificateur doit demander que les exigences de manipulation et de stockage indiquées par le fabricant soient satisfaites pendant le transport, le stockage et l'installation en fonction des conditions environnementales locales. Pour protéger les extrémités de câble contre la corrosion, il convient de les sceller tant que les câbles n'ont pas été installés.

4.4.8.2 Exigences spécifiques pour les CPs

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

4.4.8.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.4.9 Acheminement des câbles

4.4.9.1 Description commune

Le Paragraphe 4.4.9 décrit les exigences d'acheminement des câbles des profils de communication à l'intérieur des bâtiments et des enveloppes et à l'extérieur des bâtiments.

NOTE 1 Les exigences d'acheminement des câbles sont indiquées dans l'ISO/CEI 14673-2, étant donné qu'elles concernent le câblage générique.

- Les parcours des câbles doivent être choisis afin de limiter le couplage de bruit et la diaphonie.
- Les câbles en trop doivent être habillés afin de limiter le couplage de bruit provenant des éléments rayonnants adjacents, c'est-à-dire en forme de 8 d'une longueur de 0,3 m à 0,5 m et maintenant un rayon de courbure correct.
- Les câbles (à fibres optiques et symétriques) doivent être acheminés de manière à ne pas être endommagés.
- Les câbles doivent être regroupés en fonction des types de circuit (voir Tableau 17).

En outre, le planificateur doit demander de ne pas attacher les câbles, car cela peut provoquer un échauffement.

Pour placer et protéger des câbles autres que les ensembles préfabriqués (voir 4.4.9.2), le planificateur doit exiger l'utilisation de chemins de câble. Les chemins de câble doivent être conformes à l'ISO/CEI 14763-2:2012. Le choix du système de chemins de câble doit tenir compte des conditions environnementales. Les instructions du fournisseur de câble doivent être consultées afin de confirmer que le système de chemins choisi est adapté au câble à installer.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Le planificateur doit demander que l'installation des systèmes de chemins utilisés pour les besoins de compatibilité électromagnétique soit conforme aux règles suivantes (voir Figure 28).

- Une paroi métallique solide doit être utilisée. Les structures fenestrées maillées sont uniquement admises si elles assurent le niveau requis de protection CEM. Les chemins de fil électrique et les chemins dotés d'évents doivent être évités.
- Les chemins doivent être connectés à l'aide de tresses métalliques rigides assurant une couverture maximale de l'espace libre.
- L'utilisation de bandes de connexion à la masse est admise uniquement lorsque les deux parties connectées du système de chemins sont prévues pour se déplacer indépendamment l'une de l'autre.

Il convient que le planificateur exige de ne pas utiliser une seule bande de connexion à la masse entre deux parties du système de chemins, en raison des performances électromagnétiques dégradées provoquées par une impédance locale élevée.

NOTE 2 A partir de fréquences de quelques MHz, une bande de connexion à la masse de 10 cm placée entre les deux parties du système de gestion des câbles risque de dégrader l'impédance d'un facteur supérieur à 10.

Des chemins de câble appropriés et des systèmes de chemins doivent être spécifiés afin de protéger les câbles et s'assurer que les spécifications du fournisseur en matière de rayon de courbure, de résistance à la traction, de résistance à la compression et de plage de températures sont satisfaites pendant l'installation et le fonctionnement.

Les câbles de traitement de l'information contenant des matériaux inflammables (des gaines en polyéthylène, par exemple) doivent

a) se terminer à l'intérieur du bâtiment, à moins de 2 m (ou une autre distance, selon les règlements nationaux et locaux) du point de pénétration interne de l'écran coupe-feu (sol/plafond/mur, par exemple), ou
b) être installés dans une canalisation ou un conduit faisant office d'écran coupe-feu conformément aux règlementations locales en matière d'incendie.

4.4.9.2 Acheminement des câbles des assemblages

Le planificateur ne doit pas définir les parcours de câble dont l'installation est prévue à proximité:

- des points lumineux,
- des moteurs,
- des contrôleurs d'entraînement,
- des soudeurs à arc électrique,
- des postes de chauffage par induction,
- des champs de radiofréquences (émetteurs).

Le planificateur doit vérifier que la conception des sous-assemblages préfabriqués d'un système d'automatisation doit être conforme à 4.4.10.

Le câble high-flex approprié doit être utilisé dans une application pour câble mobile "C-Track". Les câbles doivent être correctement assignés lorsqu'ils sont utilisés dans des applications dans lesquelles ils se déplacent constamment, telles que les applications robotisées dans lesquelles le câble se déplace avec souplesse en flexion (voir 4.4.1.5).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4.9.3 Exigences détaillées relatives à l'acheminement des câbles à l'intérieur des enveloppes

Le planificateur doit préciser:

a) les exigences relatives aux chemins à utiliser (chemins métalliques continus, métalliques non continus, non métalliques, par exemple);

b) que les câbles doivent être séparés en faisceaux individuels en fonction du type de circuit défini au Tableau 17;

c) que le blindage de câble doit être continu et se terminer conformément aux instructions du fabricant et au profil d'installation CP.

4.4.9.4 Acheminement des câbles à l'intérieur des bâtiments

Outre les exigences spécifiées en 4.4.9.1, le planificateur doit exiger ce qui suit.

a) Les câbles de communication acheminés à l'intérieur des bâtiments doivent être séparés des autres circuits en câble (voir Tableau 17).

b) Lorsqu'ils sont installés dans des chemins métalliques, les chemins doivent être mis à la terre et mis au même potentiel conformément à 4.4.7.3.

c) Si les câbles de communication partagent le même chemin avec d'autres circuits de câble, ils peuvent nécessiter une isolation à l'aide de partitions métalliques. La partition métallique doit être sélectionnée en fonction du comportement nécessaire du point de vue de la compatibilité électromagnétique (voir Figure B.5).

d) Les câbles de communication et les câbles d'alimentation basse tension ou les types de circuit de câble individuel doivent être isolés les uns des autres par une partition métallique si un seul chemin métallique est disponible pour plusieurs types de circuit. La partition doit être directement connectée au chemin.

4.4.9.5 Acheminement des câbles à l'extérieur des bâtiments et entre les bâtiments

Les règles décrites en 4.4.9.4 s'appliquent également pour l'installation du câblage à l'extérieur des bâtiments. Il convient d'installer les câbles entre les bâtiments dans un tuyau en plastique.

Le cas échéant, le câblage en cuivre installé au-dessus de la terre doit être protégé contre la foudre.

Il convient que le planificateur envisage d'utiliser des câbles à fibres optiques pour les connexions entre les bâtiments, et entre les bâtiments et les installations extérieures si la foudre représente un réel problème et/ou en présence d'un important décalage de terre potentiel entre les bâtiments et les installations extérieures.

4.4.9.6 Installation des câbles de communication redondants

Il convient de toujours installer des câbles redondants dans des parcours de câble distincts afin d'éviter de les endommager simultanément. Il convient d'utiliser des étiquettes afin de pouvoir distinguer les câbles redondants. Le planificateur peut exiger des mesures supplémentaires conformément à la CEI 62439.

4.4.10 Séparation des circuits

Le Tableau 17 définit les distances minimales entre les types de circuit.

Les exigences du Tableau 17 s'appliquent à tout le câblage.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 17 – Types de circuit de câble et distances minimales

Type de circuit	Câbles pour	Distance d'acheminement à l'extérieur de l'enveloppe	Distance d'acheminement à l'intérieur de l'enveloppe ou du chemin métallique
Lignes d'alimentation c.a. de plus de 100 kVA CA numérique à haute puissance E/S CA numérique à haute puissance E/S Raccordements électriques (conducteurs) entre les modes d'entraînement et les moteurs	Moteurs Moteurs d'entraînement Soudeurs à l'étincelle secondaires, alimentations principales	0,6 m	0,3 m
Lignes E-S analogiques et circuits analogues Lignes E-S c.a./c.c. numériques à basse puissance Câbles de communication pour le contrôle Lignes d'alimentation c.a. d'au moins 20 A, mais uniquement jusqu'à 100 kVA	E-S commuté Solénoïde Contacteurs	0,3 m	0,15 m
Lignes d'alimentation c.c. basse tension Câbles de communication pour connecter les composants système de la même enveloppe Signaux de processus (≤ 25 V) Tensions c.c. non blindées (≤ 60 V) Tensions c.a. non blindées (≤ 25 V) Conducteurs inférieurs à 20 A	Alimentations c.c. E/S c.c. basse tension	0,15 m	0,08 m
Alimentation électrique	Distance minimale: 8 cm: 0 V à 100 V: 8 cm 101 V à 200 V: 11 cm 201 V à 300 V: 13 cm 301 V à 400 V: 16 cm		

4.4.11 Protection mécanique des composants de câblage

4.4.11.1 Description commune

Installer les câblages de composant à l'abri des mouvements de machine, notamment des tracteurs de manutention.

Une protection supplémentaire peut être requise afin qu'ils ne soient pas exposés aux chutes d'objet, aux liquides, à la chaleur et aux étincelles.

Les connecteurs spécifiés dans le profil d'installation doivent être utilisés dans les cloisons de protection.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

4.4.11.2 Exigences spécifiques pour les CPs

Des informations supplémentaires relatives aux exigences sur la protection mécanique des composants de câblage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.4.11.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.4.12 Installation dans des zones particulières

4.4.12.1 Description commune

La construction ou la protection du câble doit être sélectionnée en fonction des caractéristiques de la zone ou de l'application. Par exemple, les applications de projection de soudure impliquent un câblage particulier ou des gaines de protection placées sur le câblage.

Les documents de mise en œuvre de l'installation doivent être fournis.

4.4.12.2 Exigences spécifiques pour les CPs

Des informations supplémentaires relatives à l'installation selon des exigences de zones particulières d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

4.4.12.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.5 Documentation de planification du câblage

4.5.1 Description commune

La documentation de planification du câblage doit être conçue en fonction des exigences de 4.1, 4.2, 4.3, et 4.4 et doit contenir les éléments figurant en 4.5.2, 4.5.3, et 4.5.4, selon le cas.

4.5.2 Documentation de planification du câblage pour les CPs

Il convient que la documentation de planification du câblage contienne les informations suivantes:

- environnement spécifié;
- emplacement de chaque prise d'automatisation;
- emplacement des interconnexions;
- emplacement de la connexion d'un dispositif;
- topologie;
- exigences de mise à la terre, de mise au même potentiel et de blindage;
- type de câble (blindé, non blindé, à fibres optiques, etc.);
- exigences supplémentaires relatives au câble pour satisfaire à l'environnement spécifié (flexion, liquide ou taux de pénétration de poussières, temps, etc.);
- longueur de la section de câble;
- type de chemins (chemins de câbles, conduit, conduite, glissière métallique, etc.);

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

- instructions de placement relatives aux câbles (acheminement);
- instructions d'étiquetage de la prise d'automatisation et des câbles;
- type de connecteur, y compris les exigences de scellement, pour l'environnement spécifié et l'attribution de paires de broches;
- exigences d'installation des connecteurs;
- atténuation requise;
- performances requises du canal/de la liaison permanente;
- cycle de vie du câblage;
- désignation des zones contenant le câblage à fibres optiques conformément à la CEI 60825-2;
- liste des essais requis;
- table de comparaison des valeurs de performances nominales et réelles du réseau;
- liste des pièces détachées;
- déclaration de conformité du planificateur (voir 4.1.3).

4.5.3 Documentation de certification du réseau

Si une certification de sécurité électrique est requise, le planificateur doit définir les documents nécessaires et la liste des actions à réaliser pour obtenir la certification et les documents requis.

4.5.4 Documentation de planification du câblage relative au câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

4.6 Vérification de la spécification de planification du câblage

Le planificateur doit vérifier que la planification du câblage est intégralement et correctement documentée (voir 4.1.3). Il doit particulièrement vérifier les points suivants:

- que les composants de la conception correspondent à l'environnement spécifié;
- que le système de mise à la terre adapté de l'usine/du bâtiment est en mesure d'assurer les performances de communication requises.

5 Mise en œuvre de l'installation

5.1 Exigences générales

5.1.1 Description commune

L'installation doit être conforme à la documentation de planification du câblage (voir 4.5). L'installateur doit consulter le planificateur avant de s'éloigner de la spécification d'installation. Tous les écarts ayant fait l'objet d'un accord doivent être consignés dans la documentation de planification du câblage.

5.1.2 Installation des CPs

Pour le câblage venant à l'appui des profils de communication spécifiés dans la série CEI 61784, le personnel d'installation (appelé "installateur" dans la présente norme) doit bien connaître le profil d'installation approprié de la série CEI 61784-5.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.1.3 Installation du câblage générique dans des locaux industriels

Pour le câblage générique conforme à l'ISO/CEI 24702, les exigences et recommandations générales pour l'installation doivent être conformes à l'ISO/CEI 14763-2. Les exigences et recommandations particulières présentées à l'Article 5 s'appliquent pour l'installation de câblage générique dans des locaux industriels (voir ISO/CEI 14763-2).

5.2 Installation des câbles

5.2.1 Exigences générales relatives aux types de câblage

5.2.1.1 Stockage et installation

Les composants de câblage doivent être transportés, stockés et installés conformément aux instructions du fabricant.

En outre, les exigences présentées dans la documentation de planification du câblage (4.4.8) doivent être appliquées.

5.2.1.2 Protection des câbles de communication contre les éventuels dommages mécaniques

Les câbles de communication ne doivent pas faire l’objet de charges mécaniques supérieures aux spécifications du fabricant et aux valeurs ou plages de valeurs définies dans le profil d’installation, conformément aux modèles donnés aux Tableau 18, Tableau 19, Tableau 20, et Tableau 21. Les chemins de câble et systèmes de chemins spécifiés par le planificateur doivent être installés de manière à protéger les câbles et s’assurer que les spécifications du fournisseur en matière de rayon de courbure, de résistance à la traction, de résistance à la compression et de plage de températures sont satisfaites pendant l’installation.

NOTE Des exemples de valeurs ou de plages de valeurs sont donnés dans les profils d’installation des profils de communication.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 18 – Paramètres pour câbles symétriques

Caractéristique		Valeur
Force mécanique	Rayon de courbure minimal, courbure unique (mm)	
	Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)	
	Forces de traction (N)	
	Forces de tension permanentes (N)	
	Forces latérales maximales (N/cm)	
	Plage de températures pendant l'installation (°C)	

Tableau 19 – Paramètres pour câbles à fibres optiques en silice

Caractéristique		Valeur
Force mécanique	Rayon de courbure minimal, courbure unique (mm)	
	Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)	
	Forces de traction (N)	
	Forces de tension permanentes (N)	
	Forces latérales maximales (N/cm)	
	Plage de températures pendant l'installation (°C)	

Tableau 20 – Paramètres pour à fibres optiques plastiques (FOP)

Caractéristique		Valeur
Force mécanique	Rayon de courbure minimal, courbure unique (mm)	
	Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)	
	Forces de traction (N)	
	Forces de tension permanentes (N)	
	Forces latérales maximales (N/cm)	
	Plage de températures pendant l'installation (°C)	

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 21 – Paramètres pour câbles à fibres optiques HCS

Caractéristique		Valeur
Force mécanique	Rayon de courbure minimal, courbure unique (mm)	
	Rayon de courbure, plusieurs courbures (mm)	
	Forces de traction (N)	
	Forces de tension permanentes (N)	
	Forces latérales maximales (N/cm)	
	Plage de températures pendant l'installation (°C)	

Il convient de protéger les câbles de communication par un conduit métallique fermé continu ou par une galerie de câbles en acier placée dans les zones de chemin du bâtiment et des sections de machine, et aux environs des routes et autoroutes de transport.

Les instructions du fournisseur de câble doivent être consultées afin de confirmer que le système de chemins est adapté au câble à installer.

Les systèmes de chemin doivent être spécifiés par le planificateur, puis installés de manière à ne pas être endommagés par des arêtes vives ou des coins. Il convient de protéger les arêtes comme indiqué à la Figure 19. Si nécessaire, l'installateur doit installer des chemins qui assurent la protection contre l'humidité ou autres liquides contaminants.

Les chemins doivent rester propres et libres de tout obstacle grâce aux séparateurs et entretoises placés avant l'installation du câblage. Les points d'accès ne doivent pas être encombrés.

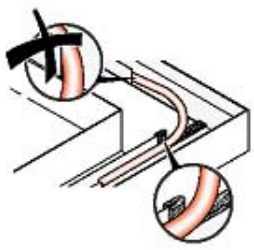


Figure 19 – Insertion de protecteur d'arête

Si le câble doit être tiré dans des chemins partagés, l'installateur doit prendre toutes les précautions nécessaires pour ne pas endommager les câbles et structures nouveaux ou existants.

Il convient de toujours installer les câbles redondants dans des parcours de câble distincts afin d'éviter les dommages simultanés en cas d'événement identique (voir 4.4.9.6).

5.2.1.3 Prévention de formation de boucles

Lors du tirage des câbles dans les chemins, l'installateur doit utiliser une méthode de gestion adaptée de la bobine de câble afin d'éviter les dommages causés par les torsions et la formation de boucles (voir Figure 20).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

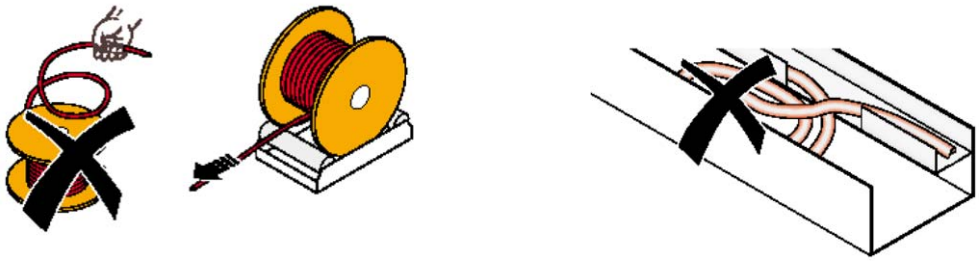


Figure 20 – Utilisation d'un dispositif de déroulage et prévention de formation de boucle

5.2.1.4 Torsion

Une contrainte de torsion peut se traduire par un décalage axial des éléments de construction de câble, et donc avoir un impact négatif sur les propriétés électriques du câble. C'est la raison pour laquelle les câbles de communication ne doivent pas être torsadés (voir Figure 21), sauf s'ils ont été spécialement prévus à cet effet (dans les applications robotisées, par exemple).

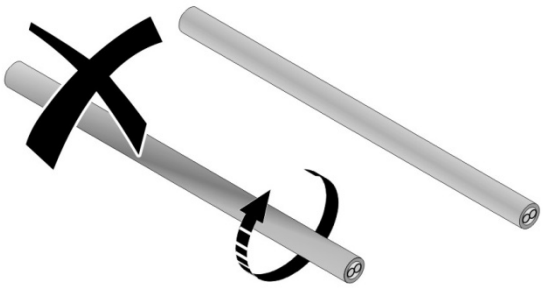


Figure 21 – Prévention de la torsion

5.2.1.5 Résistance à la traction (des câbles installés)

Lors de l'installation de câbles supplémentaires dans les chemins, l'installateur doit utiliser des méthodes d'installation de manière à ne pas dépasser les limites de résistance à la traction.

5.2.1.6 Rayon de courbure

Le rayon de courbure minimal d'un câble est spécifié en 5.2.1.2, conformément à la fiche technique du fabricant. Le rayon de courbure ne doit à aucun moment se trouver au-dessous de la valeur spécifiée.

NOTE 1 Tout manquement à cette exigence risque de dégrader définitivement les performances électriques ou optiques du câble.

NOTE 2 Le rayon de courbure d'un câble dépend de ce qui suit.

Le rayon de courbure est plus important lorsque le câble est tiré sous effort de tension qu'au repos.

Le rayon de courbure concerne uniquement le côté plat s'il s'agit de la courbure de câbles plats. La courbure du côté arrondi implique des rayons plus importants.

Il est recommandé de sécuriser les câbles avec des colliers en cas d'installation en angle droit et avec un réducteur de tension approprié (voir Figure 22).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE 3 Un serrage excessif des colliers pourrait écraser le câble.

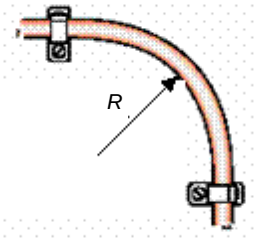


Figure 22 – Maintien du rayon de courbure minimal

5.2.1.7 Force de traction

La force de traction admise d'un câble est spécifiée en 5.2.1.2, conformément à la fiche technique du fabricant. La force de traction agissant sur le câble ne doit pas dépasser la résistance maximale à la traction du câble lors de la manipulation (le rembobinage, par exemple) ou de l'installation. Les câbles ne doivent pas être tirés par leurs fils ou fibres optiques (voir Figure 23).

Installer un filet de tirage à l'extrémité du câble à tirer. Cela permet de limiter l'effort sur le câble lors du tirage dans les chemins. Il convient d'utiliser des laminoirs à fil afin de limiter l'effort sur le câble lors du tirage dans le chemin.

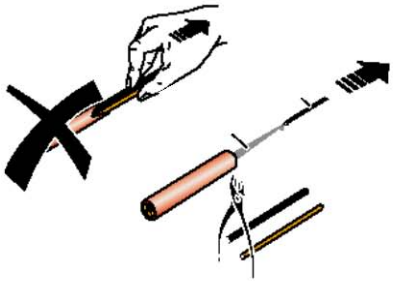


Figure 23 – Ne pas tirer par les fils individuels

5.2.1.8 Ajustement du réducteur de tension

Un réducteur de tension doit être placé à environ 1 m du point de connexion de tous les câbles faisant l'objet de forces de tension (voir Figure 24).

NOTE 1 Les colliers de câble fixés aux gaines de blindage ne suffisent pas à réduire la tension.

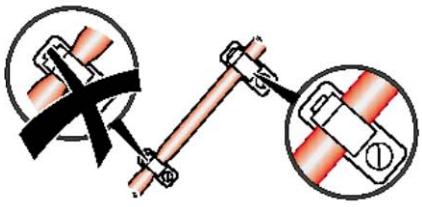


Figure 24 – Utilisation de colliers de câble avec une grande (large) surface

La tension des câbles doit être correctement réduite si les applications sont suspendues au plafond.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Les colliers de câble doivent être utilisés pour sécuriser les câbles en place dans les armoires de commande.

NOTE 2 Un serrage excessif des colliers pourrait écraser le câble.

Les câbles doivent être sécurisés à l'aide d'éléments de fixation velcro ou en plastique à large surface afin d'éviter de déformer les câbles. Il convient que la largeur des éléments de fixation soit d'au moins 5 mm, et il convient de les fixer sans outil électrique.

5.2.1.9 Installation des câbles dans l'armoire et les enveloppes

Des presse-étoupes de câble dotés de protection de courbure ou d'autres dispositifs adaptés doivent être utilisés pour éviter d'endommager le câble si son rayon de courbure minimal a été dépassé (voir Figure 25).

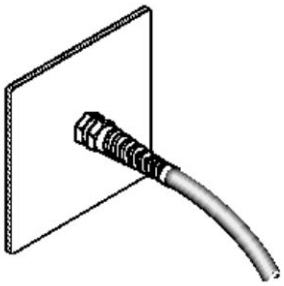


Figure 25 – Presse-étoupe avec protection de courbure

5.2.1.10 Installation sur des parties mobiles

Si les câbles sont installés sur ou entre des parties mobiles (des portes dans des armoires de commandes/enveloppes industrielles, par exemple), ils doivent être protégés par des accessoires appropriés afin de ne pas compromettre le rayon de courbure spécifié (voir Figure 26).

5.2.1.11 Ecrasement du câble

Les câbles doivent être protégés contre l'écrasement. Les câbles doivent être correctement placés ou faire l'objet d'une protection mécanique adaptée.

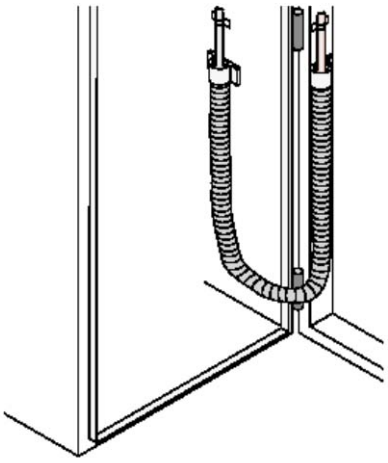


Figure 26 – Tube en spirale

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.2.1.12 Installation des câbles de flexion continue

Si les câbles sont installés sur des applications pour câble mobile " C-Track ", ils doivent être droits et parallèles au mouvement de la glissière. En outre, les règles de séparation des autres circuits doivent être respectées. Le câble high-flex approprié doit être utilisé dans une application pour câble mobile "C-Track". Les câbles de flexion continue doivent être installés conformément à 4.4.1.5.

5.2.1.13 Instructions supplémentaires pour l'installation des câbles à fibres optiques

5.2.1.13.1 Utilisation de guide-fils

L'outil de tirage de câble doit uniquement être utilisé

- s'il est spécifié dans les instructions des fournisseurs de câbles;
- s'il s'applique aux éléments de construction des câbles, comme indiqué dans les instructions du fournisseur du câble.

5.2.1.13.2 Avertissements relatifs à la manipulation des câbles à fibres optiques

L'installation du câblage à fibres optiques doit être conforme aux exigences de sécurité de la CEI 60825-2 ou aux règlementations locales.

Les extrémités accessibles des fibres optiques doivent être éloignées de la peau et des yeux.

Une bonne pratique consiste à suivre les recommandations suivantes.

Il convient que les installateurs et le personnel de maintenance ne fixent jamais l'extrémité des fibres optiques sans protection oculaire ou microscope.

Lors de l'examen du connecteur à fibres optiques, il convient que l'installateur vérifie que l'extrémité opposée de la fibre optique n'est pas connectée à l'émetteur-récepteur ou à la source de lumière.

5.2.1.13.3 Propreté des fiches

Les adaptateurs et fiches à fibres optiques exposés doivent être dotés de capuchons de protection afin de ne pas contaminer et endommager les extrémités de fibre optique.

5.2.1.13.4 Changement d'atténuation sous charge

Si les câbles optiques sont utilisés avec d'autres types de câble, il convient de prendre soin de bien respecter l'ordre d'installation des câbles afin de ne pas les endommager.

NOTE Il s'agit de protéger les câbles à fibres optiques contre toute augmentation des efforts de flexion et de traction (en cas de remplacement des câbles symétriques dans le chemin de câble partagé, par exemple).

5.2.1.13.5 Réducteur de tension

Des réducteurs de tension doivent être utilisés pour limiter les contraintes mécaniques dont fait l'objet l'interface de connecteur de câble.

5.2.1.13.6 Robustesse CEM

Les câbles à fibres optiques, même s'ils ne contiennent ni gaine ni blindage métallique, résistent aux influences électromagnétiques. Si les règlements locaux le permettent, les câbles à fibres optiques peuvent être directement associés à d'autres circuits (une alimentation électrique 230/400 V, par exemple).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.2.1.13.7 Résistance à la compression

Les gaines ou blindages métalliques offrent une protection mécanique des câbles à fibres optiques. Si une protection conductrice est utilisée sur les câbles à fibres optiques, une attention particulière doit être prise en cas d'utilisation avec d'autres circuits à haute tension.

5.2.2 Installation et acheminement

5.2.2.1 Description commune

L'installateur doit vérifier que les câbles sont compatibles avec les conditions environnementales de l'itinéraire proposé. Pour faciliter la classification de l'environnement, voir 4.2.3 et l'Annexe B.

Une attention particulière est à porter sur les éléments suivants:

- lors de l'acheminement des câbles dans des zones présentant une température élevée, les câbles installés doivent être adaptés à ce type d'environnement;
- lors de l'acheminement des câbles dans des zones humides, les câbles installés doivent être adaptés à ce type d'environnement;
- lors de l'acheminement des câbles dans des zones contenant des produits chimiques ou gazeux agressifs, les câbles installés doivent être adaptés pour les produits chimiques spécifiques de l'environnement.

L'acheminement des câbles doit tenir compte de la présence, ou de l'éventuelle présence, de brouillage électromagnétique. A moins de sélectionner les composants appropriés ou d'appliquer les techniques d'atténuation:

- les câbles doivent être acheminés à partir des sources de brouillage électromagnétique élevé (les moteurs, les entraînements de moteur, les soudeurs à l'arc, les fours à induction, etc.);
- Les câbles ne doivent pas être acheminés parallèlement aux autres conducteurs transmettant le bruit, y compris l'alimentation sur le secteur.

L'installateur doit prendre des mesures visant à empêcher la fuite de tous les matériaux inflammables que contiennent les câbles (le gel de pétrole, par exemple) dans les chemins, les fermetures ou en un point de terminaison.

Si les câbles contiennent des matériaux de remplissage liquide ou en gel, il est conseillé d'utiliser des capuchons de protection (ou équivalents) sur les extrémités exposées du câble. Cela est particulièrement important lorsqu'il peut y avoir des délais importants entre l'installation du câble et la mise en place finale.

Comme pour les câbles à fibres optiques, l'installateur doit respecter les exigences d'affaiblissement de trajet minimal du câblage (câbles et connecteurs) afin d'assurer le bon fonctionnement du canal. De plus, les instructions du fabricant du câble, du connecteur et du dispositif doivent être respectées.

Les étiquettes doivent être appliquées conformément à la documentation de planification du câblage.

5.2.2.2 Séparation des circuits

Pour éviter les effets négatifs sur la communication suite à un brouillage électromagnétique, les distances minimales de séparation doivent être respectées entre les câbles des différents circuits définis par le planificateur, conformément aux exigences données en 4.4.10.

Il convient d'installer les câbles de communication dans un chemin séparé des autres circuits, afin de réduire les effets du brouillage électromagnétique sur les câbles de communication.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Dans les chemins partagés, les câbles de communication doivent être isolés des autres circuits par des barrières métalliques, comme indiqué par le planificateur (voir Figure B.5).

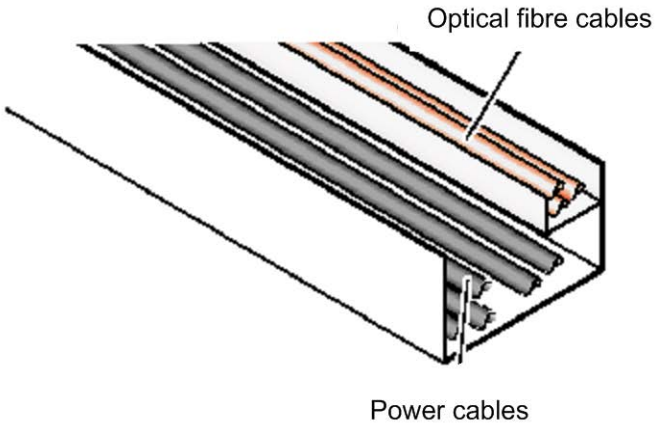
La Figure 27 donne un exemple de séparation des câbles à fibres optiques.

NOTE La séparation présente un certain nombre d'avantages:

– amélioration de la compatibilité électromagnétique;

– protection des câbles existants contre les dommages liés au tirage de câbles supplémentaires dans le chemin;

– facilité de localisation en cas de dépannage.



Légende

Anglais	Français
Optical fibre cables	Câbles à fibres optiques
Power cables	Câbles d'alimentation

Figure 27 – Séparation de câbles dans les chemins

5.2.3 Exigences spécifiques pour les CPs

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

5.2.4 Exigences particulières pour l'installation sans fil

Aucune.

5.2.5 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

5.3 Installation de connecteur

5.3.1 Description commune

Les câbles doivent être terminés conformément aux instructions du fabricant/fournisseur du matériel de connexion. Si des outils particuliers sont nécessaires pour assurer le raccordement, seuls ceux recommandés par le fabricant doivent être utilisés.

Après le raccordement, les éléments de câble doivent être disposés de manière à pouvoir accéder aux connecteurs, joints et câbles individuels en interrompant le moins longtemps

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

possible les composants avoisinants pendant la réparation, l'expansion ou l'extension du câblage installé.

La conception en paire de broches du connecteur doit être conforme à la documentation de planification du câblage.

Lors de la confection des câbles ou des jeux de cordons, l'installateur doit se référer à l'Annexe H pour connaître le connecteur et le câblage de connecteur appropriés.

Les erreurs les plus fréquentes ci-après doivent être évitées:

a) coupe de l'isolation du fil, lors du dénudage du câble. Si l'installateur abîme l'isolation, il doit couper l'extrémité du câble et recommencer;
b) incapacité de placer le boîtier ou le carter du connecteur dans le bon ordre d'installation du connecteur;
c) détorsion trop importante des paires de câbles multipolaires symétriques. Cela est important pour maintenir les performances des systèmes de câblage symétrique;
d) placement incorrect des conducteurs dans le connecteur.

De plus, pour terminer les extrémités de câble à paires torsadées UTP et STP, il convient d'appliquer les recommandations et règles de base suivantes décrites en 5.3.2 et 5.3.3.

Raccourcir autant que possible les conducteurs avant de les installer dans le corps de connecteur. La longueur de la gaine doit être suffisante pour s'insérer au dos du connecteur.

Les étiquettes doivent être appliquées conformément à la documentation de planification du câblage.

5.3.2 Connecteurs blindés

Le blindage doit totalement envelopper le câble sur toute sa longueur (un contact de blindage uniquement appliqué par l'intermédiaire du conducteur de drain n'a que peu d'effets à hautes fréquences). Les blindages de câble doivent être terminés à tous les points de raccordement.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

A chaque point de raccordement:

a) l'assemblage des éléments de connexion doit faire l'objet d'une attention particulière. Le contact de blindage doit être appliqué à 360° conformément au principe de la cage de Faraday. Le blindage doit être terminé afin de fournir une terminaison à faible impédance;

b) le blindage doit se poursuivre par une connexion appropriée du blindage. Des contacts à broches normales seuls ne doivent pas être utilisés;

c) les discontinuités de blindage doivent être évitées (les petits trous dans le blindage, les spirales, les boucles, par exemple);

d) les connexions de blindage doivent être solidement fixées (par cerclage ou serrage, par exemple);

e) les blindages ne doivent pas faire office de réducteur de tension;

f) les blindages doivent être mis à la terre conformément à la documentation de planification du câblage et aux exigences correspondantes des profils de communication.

Les connecteurs blindés doivent être installés conformément aux procédures de raccordement de connecteur et de jeu de cordons données à l'Annexe H et à l'Annexe I.

5.3.3 Connecteurs non blindés

Installer les connecteurs conformément aux recommandations du planificateur et aux informations du fabricant.

Les connecteurs non blindés doivent être installés conformément aux procédures de raccordement de connecteur et de jeu de cordons données à l'Annexe H et à l'Annexe I.

5.3.4 Exigences spécifiques pour les CPs

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

5.3.5 Exigences particulières pour l'installation sans fil

Aucune.

5.3.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

5.4 Installation des terminaisons

5.4.1 Description commune

L'installation des terminaisons doit être conforme à la documentation de planification du câblage.

NOTE Une terminaison inadaptée de l'élément de câble symétrique ou du blindage peut dégrader les performances de transmission, augmenter les émissions et réduire l'immunité (d'après 10.1.6 de l'ISO/CEI 11801:2002, Amendement 2:2010).

5.4.2 Exigences spécifiques pour les CPs

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.5 Installation du dispositif

5.5.1 Description commune

Après accord avec le planificateur, l'installateur doit mettre une note dans la documentation de câblage en l'état concernant le remplacement des dispositifs s'éloignant de la documentation de planification du câblage.

Les étiquettes doivent être appliquées conformément à la documentation de planification du câblage.

5.5.2 Exigences spécifiques pour les CPs

On peut trouver des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de dispositif d'un réseau industriel particulier dans les profils d'installation respectifs.

5.6 Codage et étiquetage

5.6.1 Description commune

Le codage et l'étiquetage doivent être appliqués conformément aux exigences du planificateur.

5.6.2 Exigences spécifiques pour les CPs

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

5.7 Mise à la terre et équipotentialité du matériel et des dispositifs et câblage blindé

5.7.1 Description commune

L'installateur doit procéder à la mise à la terre de l'installation (y compris le matériel, les chemins et les blindages de câble) conformément à la documentation de planification du câblage, comme détaillé en 5.7. Par ailleurs, il convient d'appliquer les recommandations de la CEI/TR 61000-5-2.

Si la documentation de planification du câblage l'exige, l'installateur doit vérifier que les conducteurs de mise à la terre satisfont aux spécifications suivantes.

- Il convient que l'impédance résistive de terre soit inférieure à 0,6 Ω. Elle doit être inférieure à 1 Ω. La terre résistive est mesurée entre deux points de mise à la terre des dispositifs de communication ou des blindages de câble.

  NOTE 1 Les facteurs inductifs des conducteurs de terre augmentent l'impédance de mise à la terre réelle en cas d'événements à hautes fréquences (voir Annexe B).

  NOTE 2 Une faible résistance n'est pas une condition suffisante pour garantir des performances de fonctionnement par rapport aux erreurs de communication.

L'installateur doit également vérifier que la résistance de connexion au bus de mise à la terre est < 0,005 Ω (voir 5.7.2.3).

Les étiquettes doivent être appliquées conformément à la documentation de planification du câblage.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.7.2 Équipotentialité et mise à la terre des enveloppes et des chemins

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

Si les exigences de dimension des conducteurs ne sont pas définies dans la documentation de planification du câblage, l'installateur doit utiliser les valeurs de section de câble définies en 4.4.7.2.1.

Les conducteurs de mise à la terre ne doivent pas être plus longs que nécessaire pour assurer la connexion.

Le surplus de longueur des conducteurs de mise à la terre et de mise au même potentiel ne doit pas être enroulé; cela risque d'augmenter l'inductance et l'impédance des conducteurs.

Un conducteur de mise à la terre ne doit pas être placé dans un conduit métallique tant que le conducteur n'est pas mis au même potentiel à chaque extrémité dudit conduit.

NOTE Le non-respect des exigences de mise au même potentiel augmente l'impédance des conducteurs de mise à la terre et menace son efficacité en tant que circuit de terre à faible impédance pour le bruit.

5.7.2.2 Tresses de liaison équipotentielle et dimensions

Si les exigences relatives aux tresses de métallisation ne sont pas définies dans la documentation de planification du câblage, l'installateur doit utiliser les dimensions de tresse de métallisation indiquées en 4.4.7.2.2.

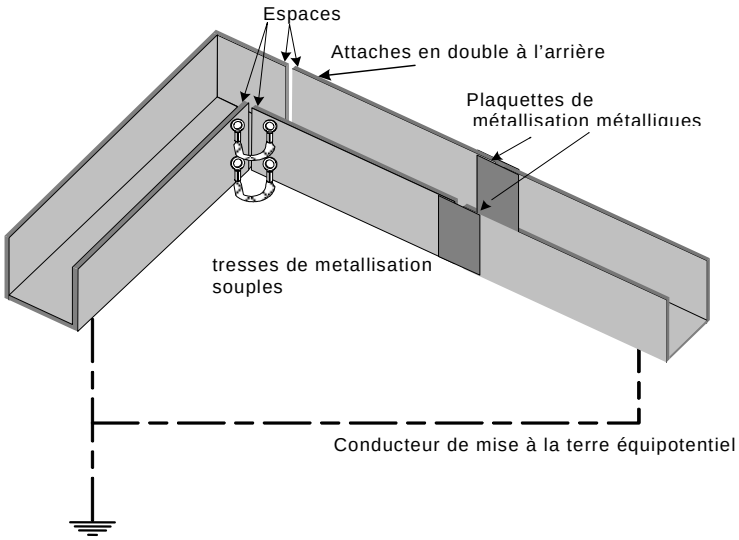


Figure 28 – Utilisation de tresses de métallisations souples dans les chemins métalliques mobiles

La Figure 28 explique comment l'installateur doit utiliser les tresses de métallisation souples et les tresses de métallisation métalliques conformément aux exigences du planificateur spécifiées en 4.4.7.2.4.

5.7.2.3 Préparation de surface et méthodes

La Figure 29 donne des exemples de mise en œuvre mécanique correcte de connexions de mise à la terre.

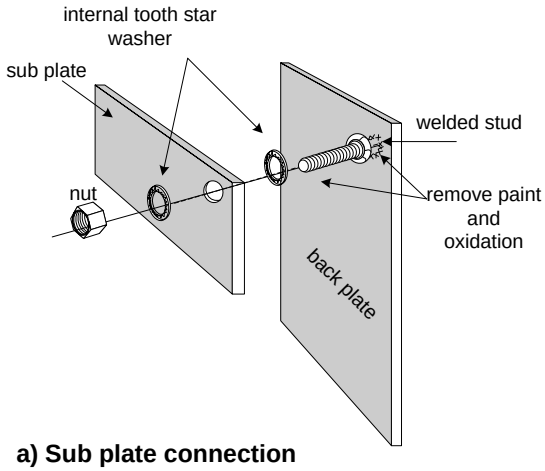
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

La Figure 29 a) explique comment connecter une embase à une platine arrière; la Figure 29 b) explique comment connecter un conducteur de mise à la terre à une barre omnibus ou à une embase; la Figure 29 c) explique comment connecter une barre omnibus de mise à la terre à un panneau arrière; la Figure 29 d) explique comment connecter une barre omnibus de mise à la terre isolée à un panneau arrière.

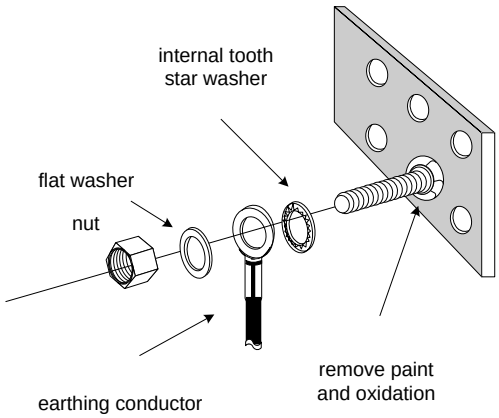
L'installateur doit procéder comme suit lors de l'installation du matériel de mise à la terre:

- éliminer la peinture et l'oxydation de tous les contacts et toutes les surfaces d'insertion avant de fixer les conducteurs de mise à la terre;
- utiliser soit les rondelles en étoiles à dents intérieures ou une rondelle plate comme indiqué à la Figure 29.

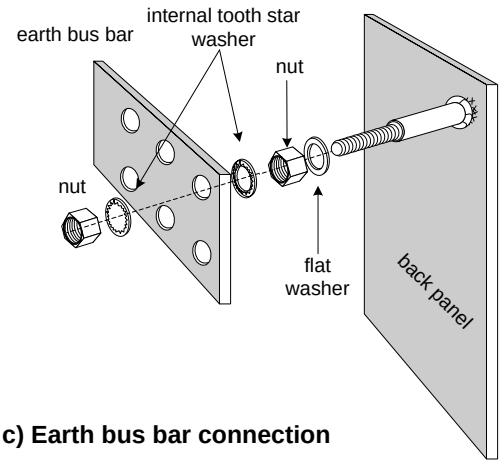
Les connexions à la terre doivent être protégées contre la corrosion afin d'assurer une stabilité à long terme.



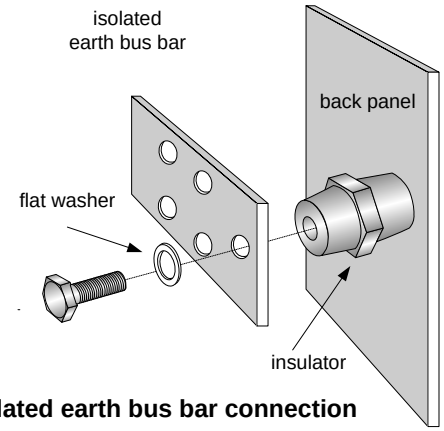
a) Sub plate connection



b) Earthing conductor connection



c) Earth bus bar connection



d) Isolated earth bus bar connection

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

Anglais	Français
internal tooth star washer	Rondelle en étoile à dents intérieures
sub plate	Embase
nut	Ecrou
welded stud	Goujon soudé
back plate	Platine arrière
remove paint and oxidation	Enlever la peinture et l'oxydation
flat washer	Rondelle plate
back panel	Panneau arrière
earthing conductor	Conducteur de mise à la terre
earth bus bar	Barre omnibus de terre
isolated earth bus bar	Barre omnibus de terre isolée
insulator	Isolateur

Figure 29 – Préparation de surface pour les connexions électromécaniques de mise à la terre et de mise au même potentiel

5.7.3 Méthodes de mise à la terre

5.7.3.1 Equipotentielle

Lors de l'installation des enveloppes et des dispositifs de communication, outre ce qui a été défini avec le planificateur, l'installateur doit vérifier ce qui suit et ce qui a été spécifié en 5.7.2.2.

a) Le rail d'équipotentialité est mis à la terre dans chaque armoire de commande/enveloppe industrielle et connecté aux rails d'équipotentialité des autres armoires de commande.

b) Chaque partie du réseau et des dispositifs installés doit être électriquement connectée au système d'équipotentialité/à la terre fonctionnelle en autant d'endroits que possible, comme indiqué par le planificateur. Il convient d'intégrer le conducteur de terre, les coffres ou les pièces de machines ou de châssis et tous les conducteurs de mise au même potentiel supplémentaires dans le système équipotentiel.

5.7.3.2 Etoile

Si la documentation de planification du câblage spécifie un système de mise à la terre en étoile et que les dispositifs doivent être connectés à un système de mise à la terre fonctionnelle isolé du système de terre de protection, la méthode spécifiée par le planificateur doit être utilisée en complément des spécifications ci-dessous: les barres omnibus offrent un point de mise à la terre en étoile pratique pour les systèmes de mise à la terre en étoile.

Une méthode de réduction de la longueur des conducteurs de mise à la terre dans un système de mise à la terre en étoile implique d'associer une cellule à une connexion en étoile commune, puis de raccorder cette connexion en étoile commune au système de mise à la terre du bâtiment, ce qui permet d'éliminer les différences de potentiel de terre dans une cellule locale. Si les câbles de communication blindés passent d'un espace de travail à un autre, les terres associées doivent faire partie intégrante du système de mise à la terre en étoile.

5.7.3.3 Mise à la terre du matériel (des dispositifs)

5.7.3.3.1 Absence de mise à la terre ou RC parallèle

Si la documentation de planification du câblage demande d'isoler les dispositifs de la terre, le courant de fuite doit être conforme au profil d'installation correspondant.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Si un circuit RC parallèle est utilisé entre la terre et le dispositif, il doit être installé conformément à la documentation de planification du câblage et au profil de communication pertinent. La valeur de RC doit être conforme au profil de communication pertinent. L'installateur doit confirmer la présence du circuit RC parallèle pour s'assurer que le dispositif est correctement isolé. La borne isolée présentée à la Figure 30 peut s'avérer nécessaire pour empêcher le court-circuit du circuit RC.

5.7.3.3.2 Direct

La connexion directe à la terre doit être établie conformément aux spécifications fournies en 5.7.1.

5.7.3.3.3 Installation des barres de bus en cuivre

Si la documentation de planification du câblage prône l'utilisation de barres omnibus isolées, les exigences spécifiées par le planificateur doivent être utilisées en plus des spécifications suivantes.

– La Figure 30 présente un exemple de points de connexion fournis par les barres omnibus isolées
– Si les composants de communication sont des glissières DIN montées, les isolateurs des glissières DIN doivent être utilisés (voir l'exemple de la Figure 31).

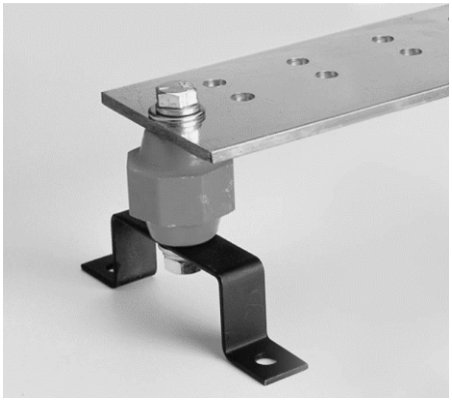


Figure 30 – Exemple de barre omnibus isolée

Figure 31 – Exemple d'isolateur pour le montage de rails DIN

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.7.4 Méthodes de mise à la terre du blindage

5.7.4.1 Généralités

Si des câbles blindés sont utilisés, l'enveloppe du dispositif et l'armoire de commande dans laquelle le dispositif de bus de terrain est monté doivent présenter le même potentiel de terre en assurant un contact métallique étendu à la terre (grâce au cuivre, par exemple, permettant d'assurer une bonne connexion).

Il est essentiel que les blindages de câble de communication n'acheminent pas les courants de bruit dus au décalage de terre et à la mise à la terre incorrecte des dispositifs et des enveloppes. Les courants de bruit dans le blindage de câble causeraient des perturbations dans le réseau de communication.

Les Paragraphes 5.7.4.2 à 5.7.4.4 décrivent les techniques de mise à la terre dont il a été démontré qu'elles réduisent les défauts de communication dus au décalage de terre dans lesquelles les blindages pourraient être terminés.

5.7.4.2 RC parallèle

La mise à la terre RC parallèle d'un blindage est représentée à la Figure 32.

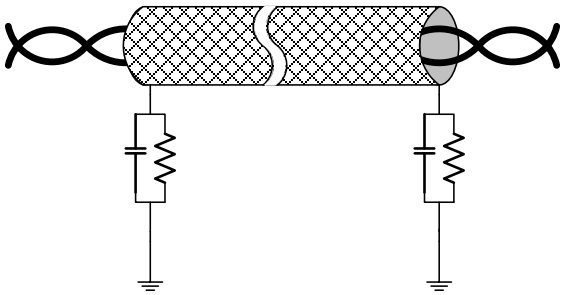


Figure 32 – Mise à la terre RC parallèle

5.7.4.3 Direct

La mise à la terre directe d'un blindage est représentée à la Figure 33.

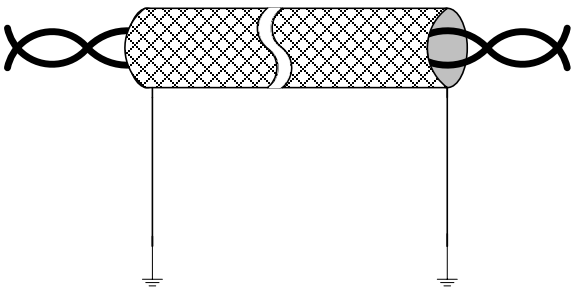


Figure 33 – Mise à la terre directe du blindage

En outre, l'installateur doit respecter les points suivants.

a) Ne pas endommager les feuilles et tresses de blindage lors du dénudage de la gaine extérieure du câble.

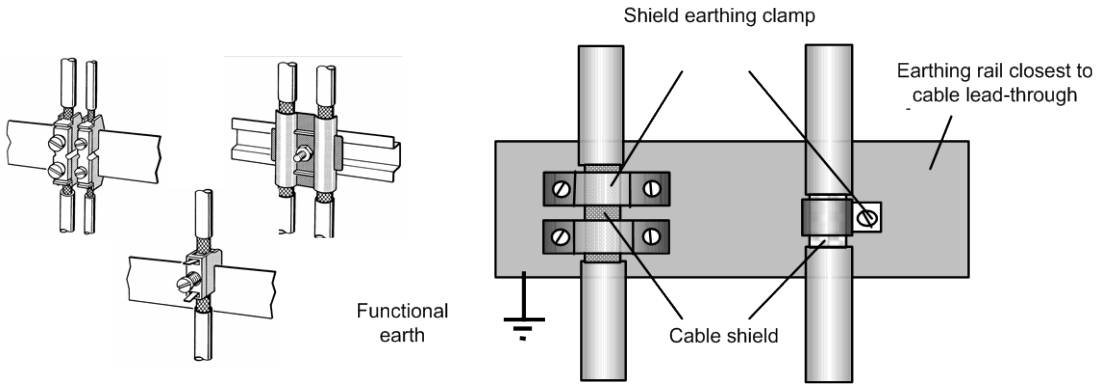
b) Les contacts de câble peuvent uniquement être établis avec les gaines de blindage en tresses de cuivre, pas avec les gaines de blindage en feuille d'aluminium, qui sont souvent également présentes. En règle générale, un côté de la gaine de blindage par feuille est fixé à un film plastique afin d'augmenter la résistance à l'usure de la gaine. Par conséquent, elle n'est pas conductrice.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

c) Les colliers de câble métalliques permettant de fixer le blindage en tresses doivent être sélectionnés en fonction de la dimension du câble (voir Figure 34). L'installateur ne doit pas oublier ce qui suit.

1) si cette connexion est trop serrée, elle endommage définitivement le câble en dégradant les performances de transmission; et,

2) si la connexion est trop lâche, cela introduit du bruit dans le système.



Légende

Anglais	Français
Functional earth	Terre fonctionnelle
Shield earthing clamp	Bride de mise à la terre du blindage
Cable shield	Blindage du câble
Earthing rail closest to cable lead-through	Rail de mise à la terre le plus proche de la traversée de câble

Figure 34 – Exemples d'application de blindage

d) Les surfaces étamées ou galvaniquement stabilisées sont idéales pour établir un bon contact. Avec les surfaces galvanisées, le contact nécessaire doit être établi à l'aide d'une connexion à vis appropriée. Les points de contact avec surfaces peintes ne sont pas adaptés.

e) Il convient de ne pas utiliser les colliers de gaine de blindage/contacts en tant que réducteur de pression, sauf s'ils ont été conçus à cet effet. Le contact pourrait se détendre ou se détacher.

La Figure 35 montre comment l'installateur doit utiliser le conducteur d'égalisation pour limiter les décalages de tension, comme le demande le planificateur (voir 4.4.7.4.2).

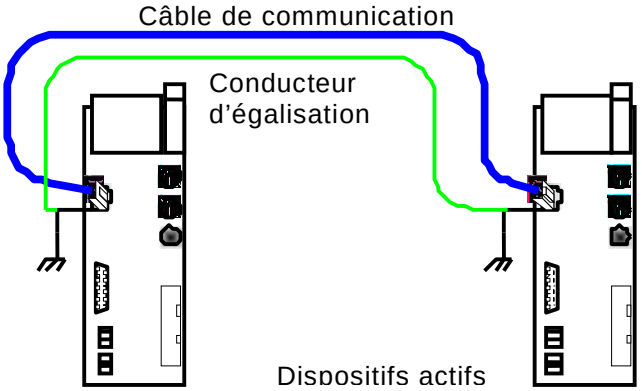


Figure 35 – Limitation du décalage de tension

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

5.7.4.4 Dérivées de circuit RC direct et parallèle

Des exemples de dérivées de mise à la terre RC directe et parallèle du blindage sont donnés à la Figure 36 et à la Figure 37.

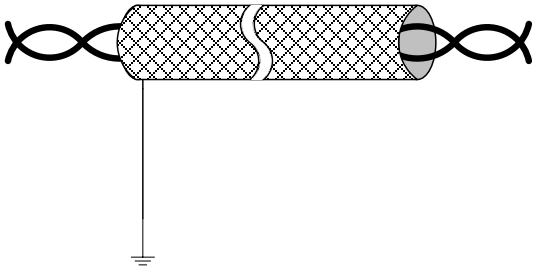


Figure 36 – Premier exemple de dérivées de mise à la terre du blindage

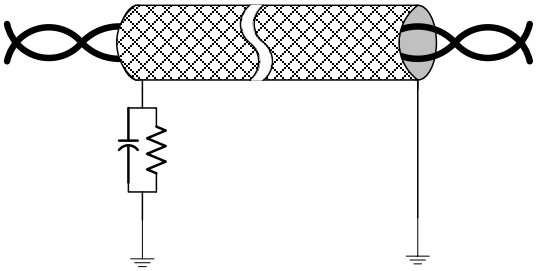


Figure 37 – Deuxième exemple de dérivées de mise à la terre du blindage

5.7.5 Exigences spécifiques pour les CPs

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'installation de mise à la terre et de blindage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

5.7.6 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Voir ISO/CEI 14763-2.

5.8 Documentation du câblage comme exécuté

L'installateur doit documenter le résultat de l'installation de réseau. Il convient que la documentation du câblage en l'état contienne au moins les éléments suivants:

a) inventaire des composants installés;

b) acheminement de câbles;

c) étiquetage utilisé;

d) emplacement des dispositifs à connecter au réseau;

e) canaux mis en œuvre.

6 Installation, vérification et essai de réception de l'installation

6.1 Généralités

L'Article 6 aborde la vérification et les essais de réception d'installation d'une infrastructure de câblage installée.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

La vérification de l'installation implique de contrôler l'infrastructure de câblage et de soumettre tous les éléments connexes à essai (les systèmes de mise à la terre, par exemple) en fonction des exigences de vérification ci-dessous:

a) la documentation de planification du câblage, y compris les écarts et ajouts convenus par le planificateur;

b) le profil d'installation approprié de la série CEI 61784-5 ou de l'ISO/CEI 24702 (en cas de câblage générique);

c) les exigences de l'Article 5.

Les essais de réception garantissent que l'installation est en mesure de prendre en charge l'application requise et comprennent

- l'inspection du câblage installé;
- les essais de performance de transmission de câblage conformément à la documentation de planification du câblage et tous les écarts enregistrés.

Pour le câblage venant à l'appui des profils de communication de la série CEI 61784, le personnel procédant à l'essai doit bien connaître le profil d'installation CP approprié ou l'ISO/CEI 24702 (en cas de câblage générique).

6.2 Vérification de l'installation

6.2.1 Généralités

Le vérificateur doit contrôler (par un examen visuel et quelques mesures simples) que tout le réseau est installé en totale conformité avec la documentation de planification du câblage et que la documentation de câblage en l'état est exhaustive et correcte.

La vérification a également lieu après chaque connexion supplémentaire ou après des ajouts, des suppressions, des opérations de maintenance ou des modifications.

NOTE En règle générale, le travail du vérificateur est exécuté par l'installateur lui-même à l'issue de l'installation.

Les éléments à vérifier conformément à la documentation de planification du câblage figurent dans les paragraphes de 6.2.

Ces éléments d'action de vérification visent à s'assurer que le réseau est installé conformément à la documentation de planification du câblage et qu'il prendra en charge les activités ultérieures de maintenance et/ou dépannage.

Le schéma de la Figure 38 a pour objet d'orienter le processus de vérification de l'installation.

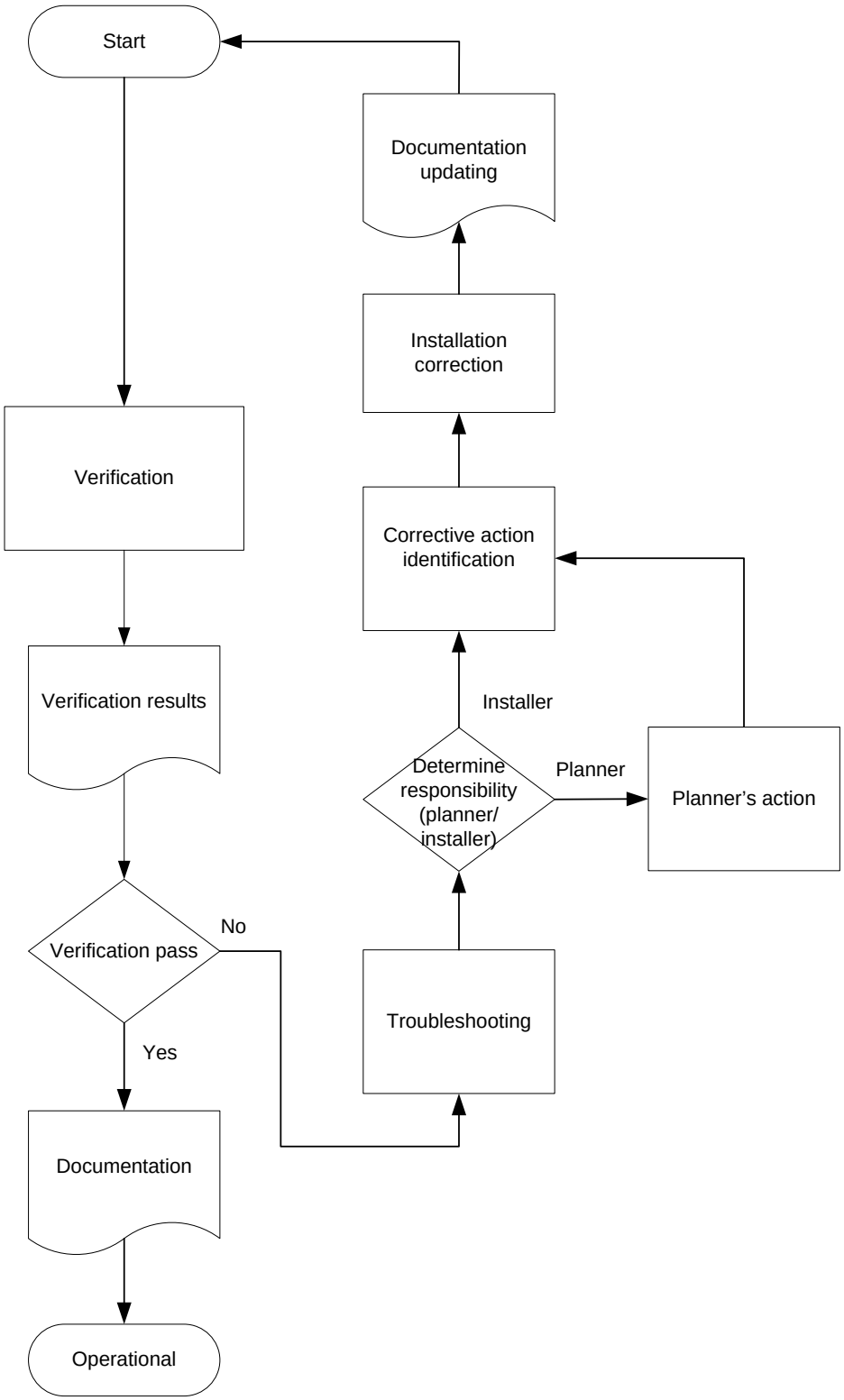
Il convient de sélectionner les outils d'essai en fonction des besoins et des exigences du profil de communication spécifique. Les outils d'essai commerciaux peuvent être disponibles.

6.2.2 Vérification conformément à la documentation de planification du câblage

Pour une installation correcte, il convient de vérifier chaque câblage installé en fonction des exigences indiquées en 6.2.3 et des listes de contrôle de l'Annexe G.

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

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

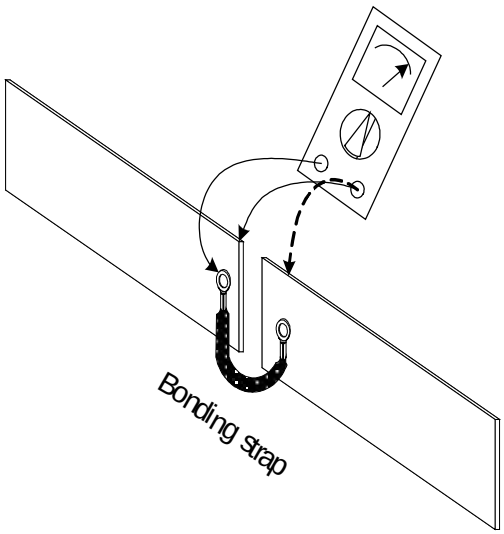
Anglais	Français
Start	Démarrage
Documentation updating	Mise à jour de la documentation
Installation correction	Correction de l'installation
Verification	Vérification
Corrective action identification	Identification de l'action corrective
Verification results	Résultats de la vérification
Installer	Installateur
Planner	Planificateur
Determine responsibility (planner/installer)	Déterminer les responsabilités (planificateur/installateur)
Planner's action	Action du planificateur
Verification pass	Réussite de la vérification
No	Non
Yes	Oui
Troubleshooting	Identification et résolution des problèmes
Documentation	Documentation
Operational	Opérationnel

Figure 38 – Processus de vérification de l'installation

6.2.3 Vérification de la mise à la terre et de l'équiotentialité

6.2.3.1 Généralités

Toutes les connexions de mise à la terre et de mise au même potentiel doivent être conformes à la documentation de planification du câblage et doivent être vérifiées afin de satisfaire aux exigences minimales de résistance spécifiées en 6.2.3.



Légende

Anglais	Français
Bonding strap	Tresse de métallisation

Figure 39 – Essai des connexions de mise à la terre

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Valider par un essai (voir Figure 39), à l'aide d'un voltmètre (ou d'un oscilloscope) adapté, que la résistance ou le décalage de tension entre une connexion de mise à la terre et de mise au même potentiel et un point de mise à la terre et de mise au même potentiel existant est conforme aux exigences de 5.7.1 et 5.7.2, les câbles de communication étant connectés ou 1 V respectivement sans câble de communication connecté. La connexion mécanique entre un conducteur de mise au même potentiel ou de mise à la terre et une surface métallique doit présenter une résistance inférieure à 0,005 Ω. Si la distance empêche de procéder à cet essai, il convient d'utiliser les exigences en termes de vérification visuelle de la mise à la terre et de vérifier les mesures de résistance aux points de connexion. Il convient que la vérification visuelle prévoie de contrôler la dimension correcte des conducteurs de mise à la terre et de mise au même potentiel conformément à la documentation de planification du câblage. Si les conditions ci-dessus ne peuvent pas être satisfaites, il convient de corriger le système de mise à la terre ou un autre support doit être utilisé (UTP, câbles à fibres optiques ou sans fil).

Les exigences spécifiées en 6.2 s'appliquent à tous les matériels, enveloppes de matériel et salles de télécommunication.

La bonne installation des barres omnibus en cuivre doit être vérifiée. Si la barre de bus est isolée de l'acier de construction au point de montage, vérifier que la résistance d'isolation est > 2 MΩ entre la barre omnibus et le point de montage. Si elle est directement montée sur l'acier de construction, vérifier que la résistance est $< 0{,}005$ Ω entre la barre de bus et l'acier de construction.

Vérifier que le conducteur qui connecte les barres omnibus respecte les exigences du planificateur définies en 4.4.7.3.4 en particulier. Vérifier que la dimension du conducteur est correcte et que la résistance équipotentielle est $\leq 0{,}005$ Ω entre le fil et la barre omnibus

Vérifier que la mise en œuvre de la configuration en étoile ou de la configuration équipotentielle est correcte.

Vérifier que le surplus de longueur des conducteurs de mise à la terre ou de mise au même potentiel a été retiré et n'est pas enroulé.

6.2.3.2 Exigences particulières relatives à la mise à la terre et à l'équipotentialité

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification de la mise à la terre et de la mise au même potentiel d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

6.2.4 Vérification de la mise à la terre du blindage

Le Paragraphe 6.2.4 s'applique en cas d'utilisation de câbles blindés ou de câbles contenant des éléments ou unités blindés. Il ne donne que des lignes directrices élémentaires.

Les procédures nécessaires à une mise à la terre adéquate dans le cadre de la sécurité électrique et de la compatibilité électromagnétique font l'objet de règlementations nationales et locales, s'appuient sur main d'œuvre compétente et sont parfois exécutées uniquement dans le cadre d'une technique spécifique à l'installation.

Noter que le raccord inapproprié des blindages peut dégrader la sécurité et/ou les performances.

Lorsqu'ils doivent être mis à la terre, les blindages doivent être vérifiés conformément aux exigences du profil d'installation du profil de communication correspondant. En l'absence de lignes directrices spécifiques, la connexion doit être $\leq 0{,}005$ Ω entre le blindage et le point de liaison à la terre.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.2.5 Vérification du système de câblage

6.2.5.1 Vérification de l'acheminement de câbles

Il convient que l'examen visuel permette de vérifier la conformité de l'acheminement de câbles aux exigences du planificateur et aux techniques d'acheminement.

NOTE Selon le profil de communication et le réseau installé, il existe des limites topologiques spécifiques (voir l'Article 4 et le profil d'installation du profil de communication respectif pour connaître les topologies prises en charge). La documentation de planification du câblage définit la topologie du réseau à installer.

Il convient que l'examen visuel du réseau permette de vérifier que

- le câblage est correctement isolé et séparé des circuits, conformément à la présente norme et aux règlementations locales (voir 4.4.10) et
- que le surplus de câble de communication est conforme à 4.4.9.1.

6.2.5.2 Vérification de la protection du câble et du réducteur de traction approprié

Vérifier que les câbles entrant et sortant des enveloppes assurent l'étanchéité et une réduction de tension correcte et forment des boucles d'écoulement, le cas échéant.

6.2.6 Vérification de la sélection du câble

6.2.6.1 Description commune

Il convient de vérifier que les composants installés sont conformes à la documentation de planification du câblage et à la documentation en l'état.

6.2.6.2 Exigences spécifiques pour les CPs

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de vérification de la sélection du câble d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

6.2.6.3 Exigences particulières pour l'installation sans fil

Aucune.

6.2.7 Vérification du connecteur

6.2.7.1 Description commune

La vérification du connecteur implique les deux exigences suivantes.

- Les connecteurs sont conformes à la documentation de planification du câblage.
- Le connecteur a été installé conformément au profil d'installation et à la fiche technique du fabricant.

6.2.7.2 Exigences spécifiques pour les CPs

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

6.2.7.3 Exigences particulières pour l'installation sans fil

Aucune.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.2.8 Vérification de la connexion

6.2.8.1 Description commune

Le vérificateur doit s'assurer que le nombre de connexions, de connecteurs utilisés et la table de correspondance du câble sont conformes à la description des paragraphes de 6.2.8.

6.2.8.2 Nombre de connexions et de connecteurs

Vérifier le nombre exact de connexions et de connecteurs utilisés, conformément à la documentation de planification du câblage, et plus particulièrement le nombre de connexions autorisées.

6.2.8.3 Table de correspondance des fils

Le vérificateur doit s'assurer que la table de correspondance des fils est conforme à la documentation de planification du câblage. La méthode d'essai est donnée en 5.3.2.2 de la CEI 61935-1:2009.

La table de correspondance des fils consiste à vérifier la terminaison broche à broche à chaque extrémité et à rechercher les erreurs de connectivité d'installation. Pour chacun des conducteurs du câble, la table de correspondance des fils indique:

- une continuité vers l'extrémité éloignée;
- des courts-circuits entre au moins deux conducteurs;
- des paires inversées;
- des séparées divisées;
- des paires transposées;
- toute autre erreur de câblage.

La Figure 40 et la Figure 41 donnent des exemples d'attribution de groupe de broches et de paires. Les paires incorrectes sont représentées à la Figure 42.

Une paire inversée apparaît lorsque la polarité d'une paire de fils est inversée à l'une extrémité de la liaison permanente (également appelée inversion en tête).

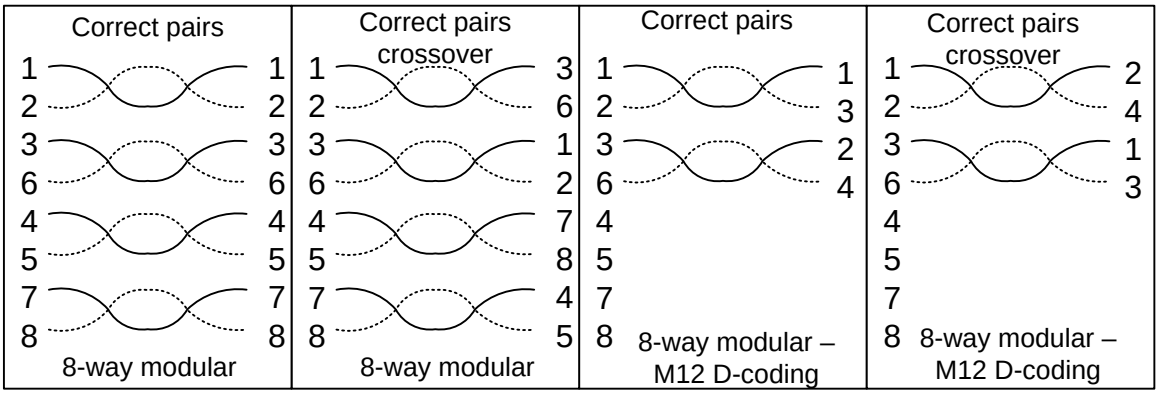
Une paire transposée apparaît lorsque les deux conducteurs d'une paire de fils sont connectés à l'emplacement d'une paire différente au niveau de la connexion éloignée.

NOTE 1 Les paires transposées sont parfois appelées "paires croisées".

Des paires séparées apparaissent lorsque la continuité broche-broche est maintenue, mais que les paires physiques sont séparées.

NOTE 2 Lors de l'essai des systèmes à 2 paires, il peut s'avérer nécessaire de convertir le connecteur pour l'essai du câble afin de prendre en charge le connecteur M12. De plus, ce matériel va devoir prendre en charge des câbles à 2 paires avec la bonne configuration de câblage.

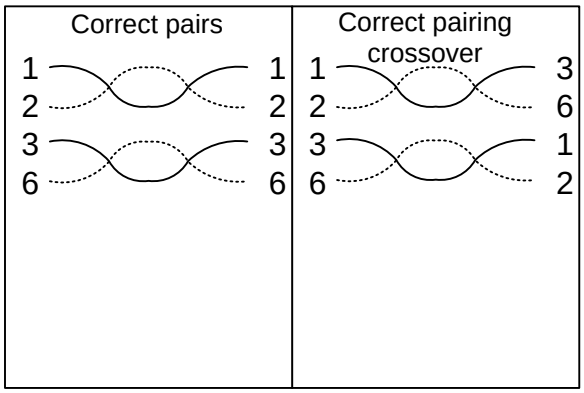
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Correct pairs	Paires correctes
8-way modular	Module 8 voies
8-way modular-M12 D-coding	M12 codage D modulaire 8 voies
Correct pairs crossover	Recouvrement de paires correct

Figure 40 – Attribution de groupes de broches et de paires pour deux connecteurs à huit positions (sous-parties CEI 60603-7) ou deux connecteurs à quatre positions (série CEI 60603 et CEI 61076-2-101)

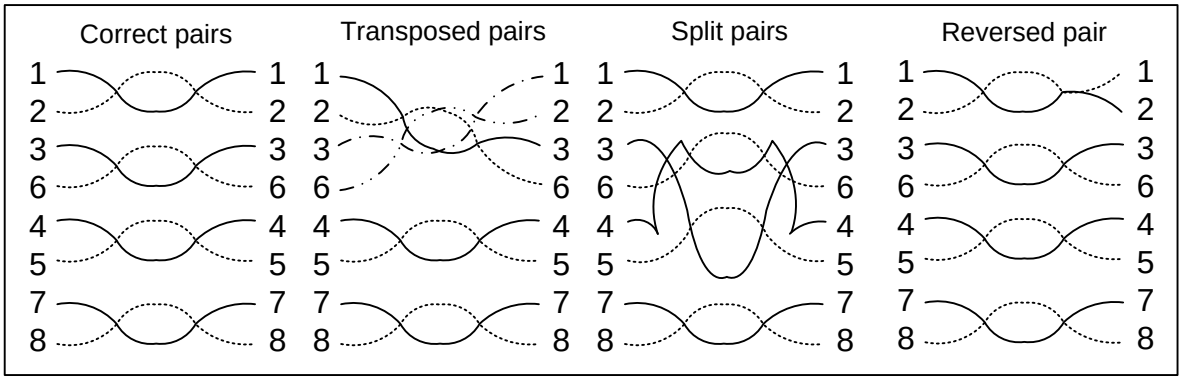


Légende

Anglais	Français
Correct pairs	Paires correctes
Correct pairs crossover	Recouvrement de paires correct

Figure 41 – Connecteur modulaire 8 voies à deux paires

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Correct pairs	Paires correctes
Transposed pairs	Paires transposées
Split pairs	Paires séparées
Reversed pairs	Paires inversées

Figure 42 – Paires transposées, paires séparées et paires inversées

6.2.9 Vérification des terminaisons

6.2.9.1 Description commune

Le processus de vérification doit inclure une vérification visuelle et électrique (c'est-à-dire les valeurs, l'emplacement et la protection des terminaisons) conformément à la documentation de planification du câblage.

6.2.9.2 Exigences spécifiques pour les CPs

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

6.2.10 Vérification codage et étiquetage

6.2.10.1 Description commune

Le vérificateur doit s'assurer de la présence de l'étiquetage, lequel contient le texte requis dans la documentation de planification du câblage. Le cas échéant, le vérificateur doit s'assurer que l'étiquette est apposée sur un matériau durable et que le texte reste définitivement lisible.

6.2.10.2 Exigences particulières de vérification du codage et de l'étiquetage

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

6.2.11 Rapport de vérification

La réussite de la vérification doit être documentée dans un rapport de vérification final. Le rapport doit contenir un exemplaire des listes de contrôle (voir Annexe G) renseignées par le vérificateur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.3 Essai de réception de l'installation

6.3.1 Généralités

L'organisation chargée de l'essai de réception doit évaluer l'aptitude du réseau à prendre en charge les applications requises. Un "essai de réception" est un processus censé garantir la conformité de la mise en œuvre à la norme, comme indiqué dans la documentation de planification du câblage (voir 4.5).

Le personnel chargé de l'essai de réception doit

a) vérifier que la documentation de planification du câblage, avec les écarts et ajouts enregistrés, est exhaustive et correcte comme indiqué;

b) inclure un examen visuel de l'installation réseau afin de s'assurer que le réseau est correctement installé (voir 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6, 6.2.6.3, 6.2.9, 6.2.10);

c) valider le réseau grâce à une liste définie de mesures et documenter les résultats des mesures.

NOTE 1 Il est important d'enregistrer les résultats d'essai positifs pour la maintenance et le dépannage.

NOTE 2 Dans la présente norme, le terme "validation" prend la signification spécifique définie en 3.1.76.

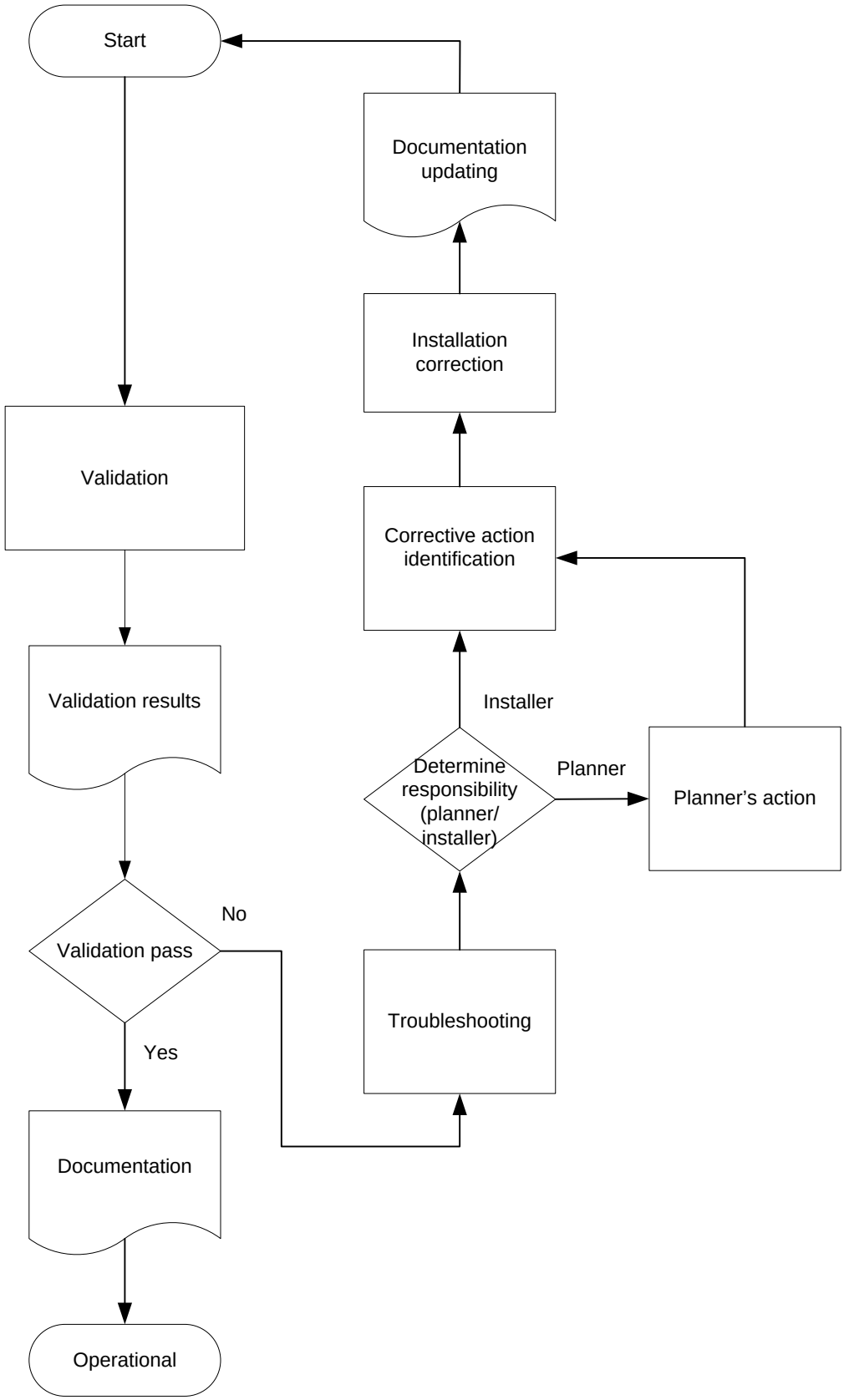
De nombreux outils disponibles dans le commerce permettent de valider les performances du système de câblage. Il convient de sélectionner les outils d'essai en fonction du bus de terrain, de la couverture des essais et de la précision souhaitée.

La personne chargée de l'essai doit soumettre le réseau à essai conformément aux exigences d'essai de réception (voir 6.3.2 (câblage Ethernet) et 6.3.3 (câblage non Ethernet).

Les enregistrements d'essai obtenus permettent une validation documentée du réseau.

L'organigramme de la Figure 43 a pour objet d'orienter le processus de validation.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Start	Démarrage
Documentation updating	Mise à jour de la documentation

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Anglais	Français
Installation correction	Correction de l'installation
Validation	Validation
Corrective action identification	Identification de l'action corrective
Validation results	Résultats de la validation
Installer	Installateur
Planner	Planificateur
Determine responsibility (planner/installer)	Déterminer les responsabilités (planificateur/installateur)
Planner's action	Action du planificateur
Validation pass	Réussite de la validation
No	Non
Yes	Oui
Troubleshooting	Identification et résolution des problèmes
Documentation	Documentation
Operational	Opérationnel

Figure 43 – Processus de validation

6.3.2 Essai de réception du câblage Ethernet

6.3.2.1 Validation du câblage symétrique de CPs à base Ethernet

6.3.2.1.1 Description commune

Les performances de transmission des canaux de câblage (voir Figure 44) décrites à l'Article 4 peuvent uniquement être déterminées si les câbles et cordons connectant le câblage installé aux dispositifs sont présents. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix du matériel d'essai.

Les performances de transmission des liaisons permanentes (voir Figure 45) peuvent uniquement être déterminées à l'aide de cordons d'essai particuliers. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix du matériel et des cordons d'essai.

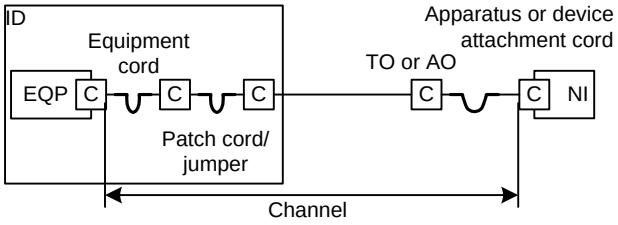
S'il est spécifié qu'un profil de communication est pris en charge par une classe de performances de transmission comme indiqué dans l'ISO/CEI 24702, les méthodes d'essai de l'ISO/CEI 24702 peuvent être appliquées au canal.

Il convient d'appliquer un essai de liaison permanente, conformément aux exigences applicables de la classe de transmission appropriée de l'ISO/CEI 24702, uniquement s'il a été démontré que les composants de câblage ultérieurement associés à la liaison permanente pour former le canal de transmission maintiennent la classe de performances de canal requise de l'ISO/CEI 24702.

Les exigences du matériel d'essai pour exécuter l'essai conformément à l'ISO/CEI 24702 sont spécifiées dans la CEI 61935-1. Ce matériel est nécessaire pour générer la documentation spécifique couvrant les performances de transmission et la table de correspondance des conducteurs.

NOTE Conformément à la CEI 61935-1, le matériel d'essai peut nécessiter d'être modifié afin de soumettre à essai le câblage symétrique à 2 paires.

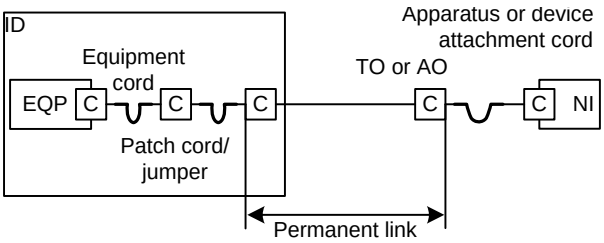
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Equipment cord	Cordon du matériel
Patch cord/jumper	Câble de raccordement/jarretière
Apparatus or device attachment cord	Câble de fixation de l'appareillage ou du dispositif
Channel	Canal
TO or AO	Sortie de télécommunication ou sortie d'automatisation

Figure 44 – Représentation schématique du canal



Légende

Anglais	Français
Equipment cord	Cordon du matériel
Patch cord/jumper	Câble de raccordement/jarretière
Apparatus or device attachment cord	Câble de fixation de l'appareillage ou du dispositif
Permanent link	Liaison permanente
TO or AO	Sortie de télécommunication ou sortie d'automatisation

Figure 45 – Représentation schématique de la liaison permanente

Le matériel conforme à la CEI 61935-1 peut être utilisé pour soumettre à essai les canaux et liaisons permanentes en fonction d'autres critères de performances Ethernet (ceux stipulés dans d'autres normes, par exemple). Toutefois, dans ces cas également, il convient de procéder à un essai de liaison permanente en fonction des exigences applicables, uniquement s'il a été démontré que les composants de câblage ultérieurement associés à la liaison permanente pour former le canal de transmission maintiennent les performances de canal requises.

Les autres exigences de performances du canal ou de la liaison permanente doivent être appliquées comme indiqué dans le profil d'installation du profil de communication correspondant.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Le matériel d'essai sur le terrain des réseaux Ethernet contenant des adaptateurs de connexion doit satisfaire au niveau de canal et d'exactitude approprié défini dans la CEI 61935-1.

L'Annexe O spécifie la méthode d'essai des liaisons bout à bout.

6.3.2.1.2 Paramètres d'essai de performances de transmission

Les paramètres pour lesquels les essais sur le terrain sont spécifiés dans l'ISO/CEI 24702:2006 et dont il existe une prise en charge dans la CEI 61935-1:2009 sont les suivants:

a) affaiblissement de réflexion;
b) perte d'insertion;
c) affaiblissement paradiaphonique (NEXT);
d) affaiblissement télédiaphonique (FEXT);
e) paradiaphonie cumulée (PSNEXT);
f) rapport affaiblissement/diaphonie (ACR);
g) rapport affaiblissement/diaphonie cumulée (PSACR);
h) affaiblissement télédiaphonique de niveau égal (ELFEXT);
i) télédiaphonie cumulée à niveau égal (PSELFEXT);
j) résistance de boucle c.c.;
k) différence de délai de propagation;
l) différence de délai.

NOTE 1 Cette liste suppose que la table de correspondance des fils et que la longueur ont été vérifiées étant donné que:

- des erreurs de correspondance paire-broche donneraient lieu à des défaillances identifiées des performances de transmission;
- la longueur du canal/de la liaison permanente n'est pas un paramètre d'essai de performances de transmission (mais peut être important pour la gestion d'une documentation d'installation précise).

NOTE 2 La continuité n'est pas incluse étant donné que des erreurs de correspondance paire-broche donneraient lieu à des défaillances identifiées des performances de transmission.

NOTE 3 Cette liste peut être modifiée dans les éditions ultérieures des normes ci-dessus.

Les résultats des essais doivent être enregistrés dans le rapport d'essai de réception.

6.3.2.1.3 Exigences particulières pour les CPs à base Ethernet

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation d'un profil de communication particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

6.3.2.2 Validation du câblage à fibres optiques des CPs à base Ethernet

6.3.2.2.1 Description commune

Les performances de transmission des canaux de câblage décrites à l'Article 4 peuvent uniquement être déterminées si les câbles ou cordons connectant le câblage installé aux dispositifs sont présents. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix du matériel d'essai et des cordons d'essai.

Les performances de transmission des liaisons permanentes peuvent uniquement être déterminées à l'aide de cordons d'essai particuliers. Le type de matériel de connexion qui termine ces câbles ou cordons peut influencer le choix du matériel et des cordons d'essai.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Les exigences de performances du canal ou de la liaison permanente doivent être appliquées comme indiqué dans le profil de communication correspondant, et aux longueurs d'ondes spécifiées.

Les paramètres suivants au moins doivent être mesurés:

- polarité de la fibre optique;
- perte d'insertion de la liaison permanente ou du canal;
- longueur.

Les méthodes d'essai de l'ISO/CEI 14763-3 doivent être appliquées. Les longueurs de câble peuvent être déterminées à l'aide du matériel d'essai fonctionnant dans le domaine temporel ou à partir des marquages de câble.

Il convient de procéder à un essai de liaison permanente en fonction des exigences applicables, uniquement s'il a été démontré que les composants de câblage ultérieurement associés à la liaison permanente pour former le canal de transmission maintiennent les performances de canal requises.

6.3.2.2.2 Exigences particulières relatives aux CPs de câblage à fibres optiques

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation du câblage à fibres optiques d'un profil de communication particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

6.3.2.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Le câblage générique installé pour les locaux industriels doit être soumis à essai conformément aux méthodes spécifiées dans l'ISO/CEI 24702 en fonction des exigences de la classe de performances de transmission pertinente de l'ISO/CEI 24702.

6.3.3 Essai de réception du câblage non Ethernet

6.3.3.1 Câblage en cuivre pour les CPs non Ethernet

6.3.3.1.1 Description commune

Les mesures suivantes de validation du câblage doivent être exécutées conformément au profil de communication correspondant:

a) résistance de boucle (voir les spécifications du câblage);

b) résistance en courant continu de la ligne de transmission de données (voir les spécifications du câblage);

c) résistance en courant continu du blindage (voir les spécifications du câblage);

d) résistance en courant continu entre les lignes de transmission de données (le résultat doit être ouvert);

e) résistance en courant continu entre les lignes de transmission de données et le blindage (le résultat doit être ouvert);

f) longueur du câble par un essai ou une inspection;

g) résistance en courant continu entre le blindage et la surface de mise au même potentiel (le résultat dépend de la méthode de mise à la terre du blindage mise en œuvre);

h) valeur de terminaison (voir le profil d'installation CP).

Concernant a) et b), l'un ou l'autre est en général utilisé. Les résultats de la validation peuvent être déterminés par la méthode décrite à l'Annexe N.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

6.3.3.1.2 Exigences particulières relatives au câblage en cuivre des CPs non Ethernet

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation du câblage symétrique non Ethernet d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

6.3.3.2 Câblage à fibres optiques pour les CPs non Ethernet

6.3.3.2.1 Description commune

Voir 6.3.2.2.1.

6.3.3.2.2 Exigences particulières pour les CPs non Ethernet

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de validation du câblage à fibres optiques non Ethernet d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans les profils d'installation respectifs.

6.3.3.3 Exigences spécifiques pour le câblage générique conformément à l'ISO/CEI 24702

Le câblage générique installé pour les locaux industriels doit être soumis à essai conformément aux méthodes spécifiées dans l'ISO/CEI 24702 en fonction des exigences de la classe de performances de transmission pertinente de l'ISO/CEI 24702.

6.3.4 Exigences particulières pour l'installation sans fil

Aucune.

6.3.5 Rapport d'essai de réception

La réussite de l'essai de réception doit être documentée dans un rapport final.

Le rapport doit contenir un exemplaire des listes de contrôle remplies par la personne chargée de l'essai de réception.

7 Administration de l'installation

7.1 Généralités

L'opérabilité d'une infrastructure de réseau de communication repose sur une administration efficace. Chaque propriétaire d'un réseau doit établir et gérer les procédures d'administration en fonction des exigences de l'entreprise ou des normes disponibles.

L'Article 7 ne préconise aucune règle particulière d'administration du réseau. L'Article 7 donne les principes de base et les exemples à partir desquels un système d'administration adapté doit être développé et géré.

Il s'agit d'administrer le câblage tout au long de son cycle de vie, ce qui comprend

- l'ajout et la suppression de segments de bus;
- l'ajout et la suppression de points de connexion, y compris les câbles de fixation, les prises d'automatisation et les prises de télécommunication.

NOTE Des informations supplémentaires relatives à l'administration des réseaux sont disponibles dans l'EN 50174-1 et l'EIA/TIA 568.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Les exigences particulières d'administration de l'installation doivent être fournies comme suit.

a) Les exigences particulières d'administration du câblage générique des locaux industriels sont spécifiées dans l'ISO/CEI 14763-2:2012.

b) Les exigences particulières d'administration d'un câblage de profil de communication sont fournies dans le profil d'installation correspondant.

7.2 Domaines couverts par l'administration

L'administration d'un réseau est assurée tout au long du cycle de vie du réseau. Dans l'Article 7, le terme "infrastructure de bus de terrain" couvre le câblage de technique de l'information, ainsi que les applications et les équipements associés.

L'administration couvre les domaines suivants:

- principes de base du système d'administration;
- procédures de travail;
- identification de l'emplacement d'installation;
- étiquetage;
- documentation.

7.3 Principes de base du système d'administration

Le système d'administration du système de câblage est établi:

- de manière à être cohérent avec le système d'administration des autres systèmes de l'usine;
- de manière à ce que l'étiquetage des systèmes de câblage soit cohérent avec celui des autres systèmes de l'usine (le câblage électrique d'une machine, par exemple);
- de manière à ce que les informations pertinentes des autres systèmes de gestion puissent être intégrées et indiquent clairement l'emplacement du matériel ou du câblage. Les descriptions d'emplacement doivent être récupérées dans le système de gestion du câblage;
- de manière à associer les enregistrements de gestion du câblage les uns aux autres, ainsi qu'aux enregistrements d'autres services du bâtiment (éclairage, alimentation électrique, chauffage et plans du bâtiment, par exemple).

7.4 Procédures de travail

Les procédures de travail sont établies de manière à régler les problèmes ci-dessous en détail.

a) L'étendue et le format de la documentation, requis après la planification, la mise en œuvre de l'installation, la vérification et la validation, le fonctionnement et la maintenance de l'installation.

b) La remise de cette documentation du fournisseur à l'organisme d'exploitation de l'infrastructure de bus de terrain.

c) La durée de stockage de cette documentation.

d) La mise à jour de cette documentation afin de refléter toutes les modifications ou corrections du câblage tout au long de son cycle de vie. Les actions à exécuter pour la mise à jour de la documentation sont les suivantes:

   – la documentation non valide est marquée comme telle;

   – à chaque modification ou correction, tous les enregistrements concernés sont mis à jour de sorte que plusieurs mises à jour soient compréhensibles;

   – les copies de ces enregistrements portent la mention "copie";

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

- les copies de ces enregistrements ou une notice d'avertissement sont incluses dans les procédures de travail pour mise à jour;
- l'heure de chaque modification ou correction apportée est enregistrée dans la documentation;
- une méthode définie de contrôle de révision est appliquée (les caractères de révision utilisés dans la documentation, par exemple);
- les modifications et corrections apportées dans la documentation d'une interface sont considérées comme étant de possibles modifications et corrections du matériel connecté à l'interface;
- l'étiquetage et le marquage sont maintenus conformes à la documentation après chaque modification ou correction;
- la documentation à jour est disponible pour le personnel d'exploitation et de maintenance et le personnel autorisé.

e) Nécessité de procéder à l'inventaire des pièces détachées et du matériel d'essai pour la prise en charge du réseau.

f) Les emplacements où la documentation explicative peut être trouvée, si elle est colocalisée ou dupliquée en plusieurs endroits.

7.5 Etiquetage de l'emplacement du dispositif

En règle générale, les éléments ci-dessous sont adoptés.

a) Chaque emplacement de dispositif est identifié par un étiquetage approprié.

b) Le matériau utilisé pour l'étiquetage est choisi en fonction de l'environnement.

c) Tous les emplacements de dispositif sont marqués en un endroit pertinent (la zone à l'entrée, par exemple).

7.6 Etiquetage du câblage des composants

Il est recommandé d'avoir une approche cohérente de l'étiquetage. En règle générale, tous les principaux composants du système de câblage sont étiquetés. Par exemple, il convient d'étiqueter les extrémités de câble de manière à identifier exclusivement chaque câble, y compris les emplacements de début et de fin.

La liste ci-après répertorie les bonnes pratiques.

a) Les étiquettes font partie intégrante du composant, elles lui sont associées ou se trouvent à sa proximité.

b) Le cas échéant, les composants disposent de plusieurs étiquettes (les câbles généralement sont étiquetés à chaque extrémité, par exemple).

c) Les étiquettes sont fixées de manière à pouvoir aisément y accéder, les lire et les remplacer.

d) Les étiquettes restent lisibles pendant la durée de vie envisagée du câblage.

e) Les matériaux d'étiquetage sont sélectionnés en fonction de l'environnement.

f) L'étiquetage reflète la configuration la plus courante.

g) La documentation, l'étiquetage et la configuration du réseau sont cohérents.

Le contenu et le format de l'étiquetage sont en général spécifiés sur la base de critères techniques et organisationnels: l'impression de l'étiquette doit contenir des informations claires et lisibles.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

En règle générale, l'étiquetage contient:

- un identifiant unique (par exemple: les sous-éléments d'un composant comportant plusieurs éléments);
- une description du type de composant;
- une identification de l'emplacement de l'installation;
- des informations supplémentaires.

Les informations relatives à la structure et au contenu de l'étiquetage sont fournies dans la documentation.

Les composants à étiqueter sont les suivants.

1) Câbles
   - Il convient d'appliquer un étiquetage clair sur chaque câble.
   - Il convient d'étiqueter les câbles à chacune de leurs extrémités.
   - Il convient d'identifier exclusivement tous les piquages avec une étiquette.
   - Pour les câbles dotés de plusieurs fibres optiques, chacune d'elles doit être identifiée par un code couleur ou un étiquetage.
2) Points de connexion
   - Il convient d'étiqueter chaque point de connexion. Par exemple, il convient d'identifier clairement un bloc de connexion dans la documentation et au niveau du bloc de connexion.
3) La mise à la terre et l'équipotentialité
   - Il convient d'étiqueter chaque connexion de la mise à la terre et de l'équipotentialité.
4) Éléments actifs d'un réseau
   - Il convient d'étiqueter chaque élément.
5) Chemins de câble
   - Il convient d'étiqueter chaque chemin de câble.

7.7 Documentation

En règle générale, la documentation du câblage contient les éléments suivants.

a) Les dessins du système.

b) Les plans du site, les implantations du bâtiment et les dessins d'ensemble, contenant l'identification et l'emplacement des points de connexion, de l'acheminement de câbles, des câbles, du matériel et des matériels de sécurité.

c) Le schéma de principe et d'autres informations présentant les connexions électriques et le récapitulatif des câbles, les points de connexion, les connexions des matériels, la mise à la terre et l'équipotentialité, les longueurs de segment, le marquage et l'emplacement de tous les composants.

d) Les dispositions relatives à l'enregistrement des résultats d'inspection, y compris le résultat d'une comparaison entre la liste des matériaux commandés et la liste des matériaux reçus. De plus, les dispositions relatives à l'enregistrement des divergences ou des matériaux endommagés.

e) Vérification de l'installation et rapport d'essai de réception;

f) Les détails relatifs au système de mise à la terre installé déjà utilisé et les mesures prélevées comme indiqué dans la documentation de planification du câblage.

g) Les enregistrements relatifs à l'acheminement de câbles comme indiqué dans la documentation de planification du câblage et dans la documentation de câblage en l'état.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

h) Une liste des composants utilisés, avec le numéro de commande du fabricant, la désignation du type de l'organisation de bus de terrain ou les désignations de matériau normalisées avec la quantité et les étiquettes attribuées respectives.

i) Une liste des pièces détachées, câbles, jeux de câbles, connecteurs, outils, instruments de mesure, câbles de mesure, matériels requis, etc.

j) Les enregistrements de la date d'installation, de la date des inspections, de maintenance, de mise en service, des mises à jour et de l'échange de chaque composant.

k) La documentation des composants fournie par le fabricant ou le fournisseur (les manuels d'installation, par exemple).

7.8 Exigences spécifiques pour l'administration

Des informations supplémentaires relatives aux exigences d'administration d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

8 Maintenance et dépannage de l'installation

8.1 Généralités

Chaque propriétaire de réseau doit établir et assurer les procédures de maintenance et de dépannage, sur toute la durée de vie du réseau, en sélectionnant les procédures appropriées parmi les options décrites dans l'Article 8 et représentées à la Figure 46.

L'Article 8 s'applique également aux réseaux haute disponibilité (voir la CEI 62439). L'installation de réseaux haute disponibilité doit inclure, au moins, les éléments suivants:

- la documentation de maintenance explique les techniques de redondance spécifiques utilisées par le réseau installé pour assurer la poursuite du fonctionnement au cours de la défaillance et de la réparation de l'un quelconque des composants ou des éléments de câble;
- les procédures de maintenance assurant l'absence d'incidence sur les performances des parties du réseau non touchées par la panne qui continuent à prendre en charge les applications utilisateur en cas d'actions diagnostiques et de restauration relatives à une partie en panne d'un réseau.

Une procédure de maintenance correcte appliquée aux réseaux de bus de terrain permet d'optimiser la valeur de temps moyen entre défaillances (MTBF). Une procédure de dépannage correcte, ainsi que les méthodes de réparation, les outils de diagnostic et la formation personnelle permettent de limiter la durée moyenne de panne.

Le propriétaire du réseau doit décider dans quelle mesure il est intéressant pour lui d'investir dans des outils de diagnostic et dans la formation du personnel de maintenance et de dépannage à l'utilisation de ces outils.

Pour obtenir d'autres conseils sur l'administration de réseau, voir l'Article 7. L'Article 7 décrit les procédures de mise à jour de la documentation qui prend en charge le travail de maintenance et de dépannage.

Les exigences et recommandations de l'Article 8 peuvent s'appliquer au câblage générique, outre celles de l'ISO/CEI 24702.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.2 Maintenance

8.2.1 Maintenance systématique

La maintenance systématique est une sorte de maintenance préventive réalisée sur chaque composant afin de détecter sa dégradation avant qu'une défaillance ne se produise et de le restaurer à l'état dans lequel il peut exécuter la fonction requise. L'intervalle (défini en termes de durée et de nombre d'actions) entre les interventions est défini en fonction des caractéristiques du composant et des informations fournies par le fabricant. Le principal inconvénient de cette méthode est que, sur chaque composant, les interventions sont régulières, quel que soit l'état réel du composant. Cela se traduit par une perte de temps et d'argent car, dans la plupart des cas, le composant s'avère fonctionner correctement.

La maintenance systématique du réseau permet d'optimiser la valeur de temps moyen entre défaillances.

Deux types d'interventions peuvent être planifiés.

a) L'examen visuel et le contrôle.

   L'examen visuel et le contrôle sont réalisés en comparant le résultat de l'examen et du contrôle aux informations de référence (base, issue des essais de réception) et aux limites de performances enregistrées dans la documentation de maintenance.

   La documentation de l'examen visuel et du contrôle répertorie:

   1) les composants à examiner/contrôler (le câblage utilisé, le câblage redondant, l'acheminement de câbles, le système de mise à la terre, par exemple);
   2) l'intervalle de temps et le nombre d'actions pour l'examen visuel et le contrôle de chaque composant;
   3) la base, les limites de performances et les critères d'acceptation/de refus pour chaque composant;
   4) les outils.

   Si une action corrective s'avère nécessaire, le processus décrit en 8.2.3 s'applique.

b) le remplacement/l'ajustement du composant.

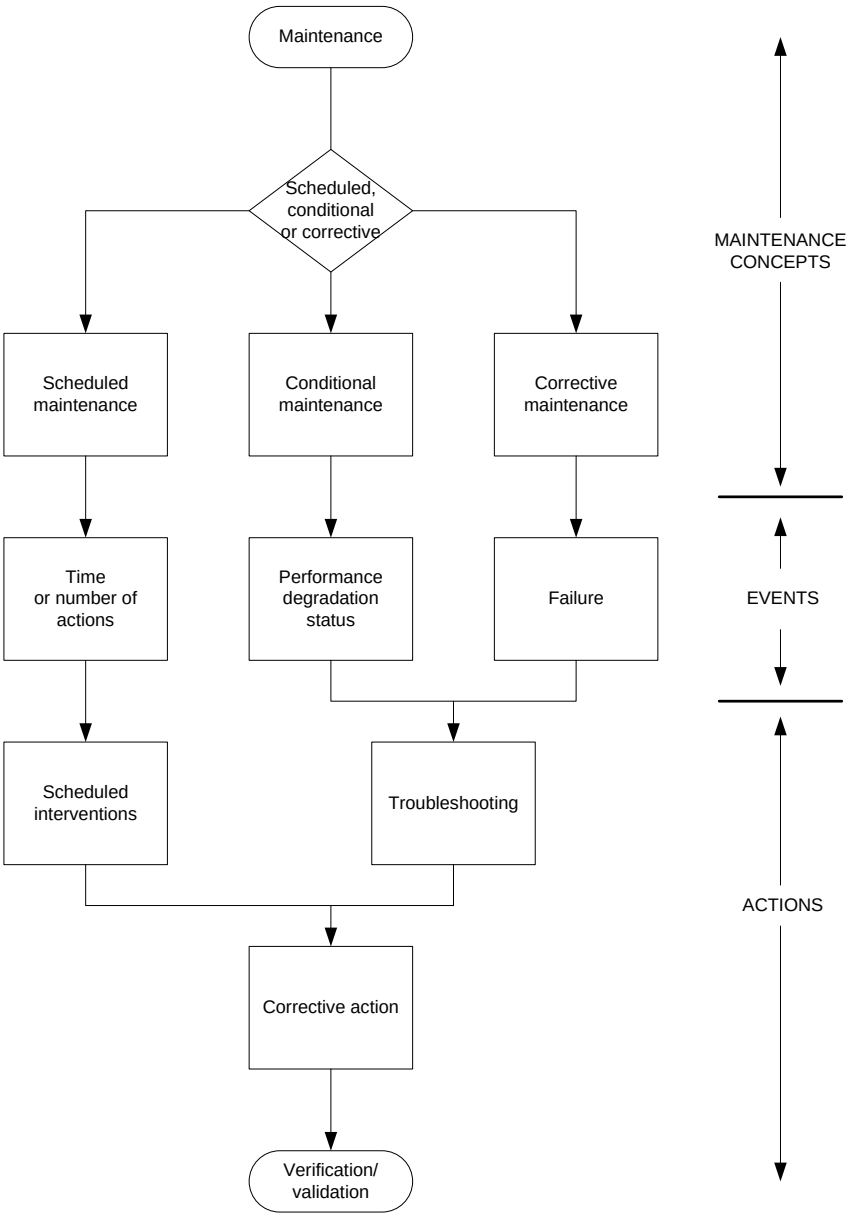
   Intervention pour le remplacement/l'ajustement du composant afin de le maintenir dans un état acceptable défini (réinitialisation de tous les composants actifs après les transmissions d'un certain nombre de trames de données, par exemple). Cette intervention de maintenance concerne particulièrement les composants présentant un comportement critique (durée de vie limitée, par exemple).

   La documentation pour cette intervention de maintenance répertorie:

   1) les composants critiques;
   2) l'intervalle de temps ou le nombre d'actions (les trames de données transmises, par exemple) pour remplacer/ajuster chaque composant;
   3) la procédure de remplacement/d'ajustement de chaque composant;
   4) les outils et pièces détachées.

   Si une action corrective s'avère nécessaire, le processus décrit en 8.2.3 s'applique.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Maintenance	Entretien
Scheduled, conditional or corrective	Systématique, conditionnel ou correctif
Scheduled maintenance	Entretien systématique
Conditional maintenance	Entretien conditionnel
Corrective maintenance	Entretien correctif
Time or number of actions	Durée ou nombre d'actions
Performance degradation status	État de dégradation des performances
Failure	Défaillance
Scheduled interventions	Interventions planifiées
Troubleshooting	Dépannage
Corrective action	Action corrective
Verification/validation	Vérification/validation
ACTIONS	ACTIONS

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Anglais	Français
EVENTS	EVENEMENTS
MAINTENANCE CONCEPTS	CONCEPTS D'ENTRETIEN

Figure 46 – Maintenance du réseau de communication

8.2.2 Maintenance conditionnée par l'état

La maintenance conditionnée par l'état est une sorte de maintenance préventive réalisée sur chaque composant en fonction des états connus des composants à entretenir. Un composant fait l'objet d'interventions uniquement si une dégradation est documentée et qu'elle est susceptible de se traduire par une défaillance du réseau. Si les états des composants sont surveillés en ligne, la dégradation peut être détectée en temps réel, et l'intervention peut être réalisée à temps et avant que la dégradation ne dépasse la limite acceptable. Comparée à la maintenance systématique, la maintenance conditionnée par l'état implique en général beaucoup moins de temps et d'argent pour la prise en charge du personnel de maintenance.

La maintenance conditionnée par l'état du réseau permet d'optimiser la valeur de temps moyen entre défaillances. Des investissements en outils de diagnostic en ligne adaptés et en formation du personnel de maintenance permettent de limiter la durée moyenne de panne.

Exemples de dégradation:

a) la résistance à la terre dépasse une valeur définie (par exemple 1 Ω);

b) les règles de codage de base (BER) entre deux composants dépassent une valeur définie (par exemple 1×10^{-9}).

Si une action corrective s'avère nécessaire, le processus décrit en 8.2.3 s'applique.

8.2.3 Maintenance corrective

L'intervention corrective sur un composant après une défaillance a pour objet de restaurer l'état dans lequel le composant peut exécuter la fonction requise.

Lorsqu'une défaillance se produit, le personnel de maintenance:

- identifie et résout la défaillance du réseau (voir 8.3);
- procède aux actions correctives décrites dans la documentation de maintenance.

La documentation pour cette intervention de maintenance répertorie:

a) les procédures de réparation ou de remplacement des composants défaillants, en fonction de la documentation du fournisseur;

b) les pièces détachées;

c) les procédures de correction des pannes du réseau;

d) les procédures de vérification et de validation du réseau après l'intervention corrective, conformément aux exigences sélectionnées de l'Article 6.

Le résultat de l'intervention est en général pris en compte pour la mise à jour de la spécification de maintenance, conformément aux exigences de l'Article 7.

8.3 Dépannage

8.3.1 Présentation générale

Le dépannage commence après une défaillance ou une dégradation des performances du réseau (voir Figure 46).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

L'organisme de dépannage commence par définir la documentation nécessaire et par former le personnel de dépannage.

La documentation pour l'intervention de dépannage répertorie:

a) les lignes directrices pour le dépannage de réseau systématique (avec une liste de contrôle ou un organigramme, par exemple) en fonction de la documentation du fournisseur;

b) les lignes directrices pour le dépannage de composants en fonction de la documentation du fournisseur;

c) les outils d'essai pour le réseau spécifique.

8.3.2 Evaluation du problème

En règle générale, les réponses aux questions suivantes permettent de bien comprendre le problème et de dépanner efficacement le réseau.

- Toute la documentation du réseau est-elle disponible?
- L'infrastructure de réseau a-t-elle fait l'objet de récentes modifications?
- Comment le problème a-t-il été identifié?
- Depuis quand le problème a-t-il été identifié?
- L'application concernée fonctionnait-elle déjà sans défaillance?
- Quels utilisateurs/dispositifs sont affectés par le problème?
- Le problème se produit-il à certaines périodes?
- Est-il possible de reproduire le problème ?
- Des tentatives de correction du problème ont-elles été engagées?

8.3.3 Problèmes classiques

Les problèmes généralement rencontrés par le personnel de maintenance sont décrits au Tableau 22 et au Tableau 23.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 22 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage symétrique

Problème	Cause la plus probable	Action corrective
Echec des communications et/ou taux d'erreur élevés	Terminaison lâche ou mauvais contacts de connecteur (ou de borne)	Rechercher et corriger la connexion intermittente
	Influence de CEM provenant d'autres dispositifs, mauvaise mise à la terre, séparation incorrecte des dispositifs d'émission ou des câbles	Rechercher et corriger la mise à la terre, identifier la séparation incorrecte ou le blindage, utiliser la fibre optique
	Corrosion des contacts de blindage	Rechercher et remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles
	Contrainte mécanique dans les câbles ou les connexions	Installer un support mécanique et un réducteur de tension
Communications intermittentes pendant une courte durée et/ou taux de salves d'erreurs	Influence de CEM d'autres dispositifs	Corréler le problème de communication avec les événements physiques ou environnementaux. Rechercher et exécuter les actions correctives (limitation, etc.)
	Terminaison lâche ou mauvais contacts de connecteur (ou de borne), telle que l'influence des vibrations ou de la température	Rechercher et remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles
	Corrosion des contacts de blindage	Rechercher et remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles
	Contrainte mécanique dans les câbles ou les connexions	Installer un support mécanique et un réducteur de tension
	Liquides de condensation entre les contacts électriques	Nettoyer les connecteurs. Remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles
Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic du câblage symétrique: affaiblissement de réflexion trop important	Utilisation de câbles ou de cordons présentant une impédance incorrecte (différente de 100 Ω pour les systèmes Ethernet, par exemple)	Utiliser les bons composants
Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic du câblage symétrique: câble trop long, affaiblissement ou résistance de boucle trop importante	Utilisation de câbles ou de cordons plus longs ou dont la dimension du fil est plus petite que ne l'autorise l'application. Risque de blessure également	Utiliser les bons composants et longueurs de câble ou remplacer les composants
Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic du câblage symétrique: NEXT, PSNEXT, ACR, PSACR, ELFEXT, PSELFEXT	Utilisation de connecteurs, de câbles ou de cordons dont la qualité n'est pas celle attendue. Risque de blessure également	Utiliser les bons composants et longueurs de câble ou remplacer les composants

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau 23 – Problèmes classiques d'un réseau équipé d'un câblage à fibres optiques

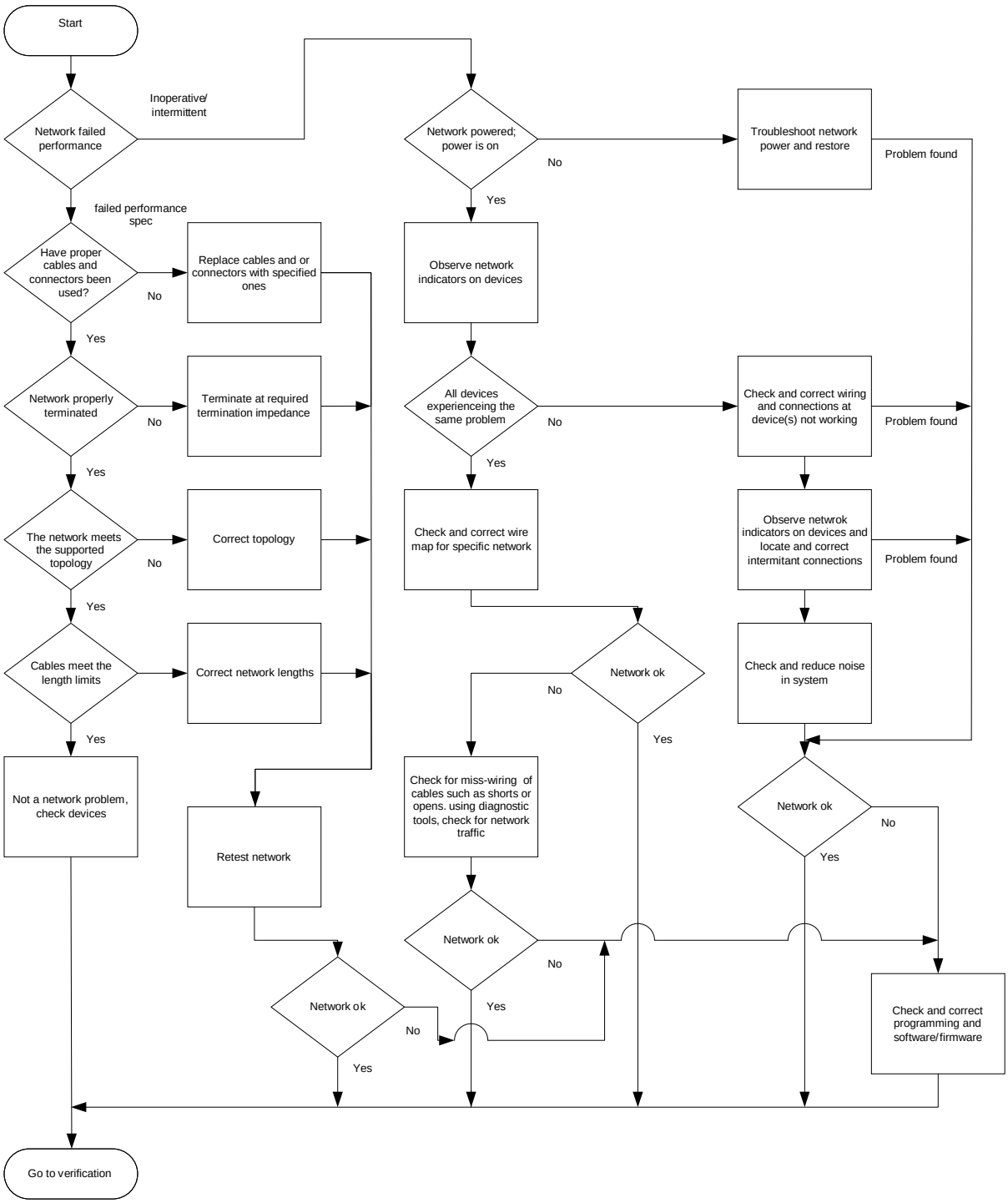
Problème	Cause la plus probable	Action corrective
Echec des communications et/ou taux d'erreur élevés	Terminaison lâche ou mauvais contacts de connecteur (ou d'épissure), tel que l'influence des vibrations ou de la température	Rechercher et corriger la connexion intermittente
	Augmentation de l'affaiblissement de fibres optiques (vieillissement ou poussière)	Nettoyer l'extrémité de la fibre optique conformément aux procédures de nettoyages. Remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles
	Dégradation de la puissance d'émetteur (vieillissement)	Remplacer le module
	Liquides ou liquides de condensation entre les extrémités de fibres optiques	Nettoyer et protéger les extrémités de fibres optiques conformément aux procédures de nettoyage. Remplacer les composants endommagés avec la bonne protection ou les composants compatibles
	Contrainte mécanique dans les câbles ou les connexions	Installer un support mécanique et un réducteur de tension
Aucune puissance mesurée à la source optique	La source optique est défectueuse	Remplacer le module
	Le module n'est pas alimenté en électricité	Mettre le module sous tension
	Un cordon est défectueux	Remplacer le cordon
Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic des fibres optiques: la perte de puissance est supérieure aux prévisions	Les fibres optiques sont connectées aux mauvais ports de l'unité d'essai	Consulter l'étiquetage et la documentation pour connaître le schéma de câblage correct et corriger, si nécessaire
	Les fibres optiques ont été interverties à l'une des extrémités de la liaison	Consulter l'étiquetage et la documentation pour connaître le schéma de câblage correct et corriger, si nécessaire
	Un cordon est cassé	Procéder de nouveau à l'essai avec un autre jeu de cordons
	La liaison connaît une ou plusieurs connexions défectueuses	Nettoyer toutes les extrémités du connecteur à fibres optiques, puis procéder de nouveau à l'essai
	Le testeur SETUP ne contient pas assez de connecteurs, d'adaptateurs ou d'épissures	Corriger conformément à la documentation du réseau
	Le niveau de puissance de référence est incorrect	Redéfinir la référence en utilisant les mêmes câbles de raccordement que ceux utilisés pour l'essai
	La dimension de l'âme d'un segment de cordon ou de fibre optique n'est pas correcte. Par exemple, des cordons de raccordement de 62,5 μm sont connectés à une fibre optique de 50 μm ou des cordons de raccordement ou adaptateurs multimodes sont connectés à une fibre optique monomode	Utiliser les bons composants dans le canal correspondant à la longueur d'onde et la dimension de fibres optiques décrites
Rapport de défaut provenant du matériel de diagnostic des fibres optiques: un câble est trop long ou trop court	L'indice de réfraction n'est pas correctement défini pour la fibre optique soumise à essai	Définir l'indice de réfraction afin de donner la longueur correcte à la fibre optique

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

8.3.4 Procédure de dépannage

La procédure présentée à la Figure 47 est un exemple de procédure de dépannage générique qu'il est possible d'adapter à la plupart des réseaux.

La procédure de dépannage présentée à la Figure 47 s'applique en l'absence de procédure définie.



Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

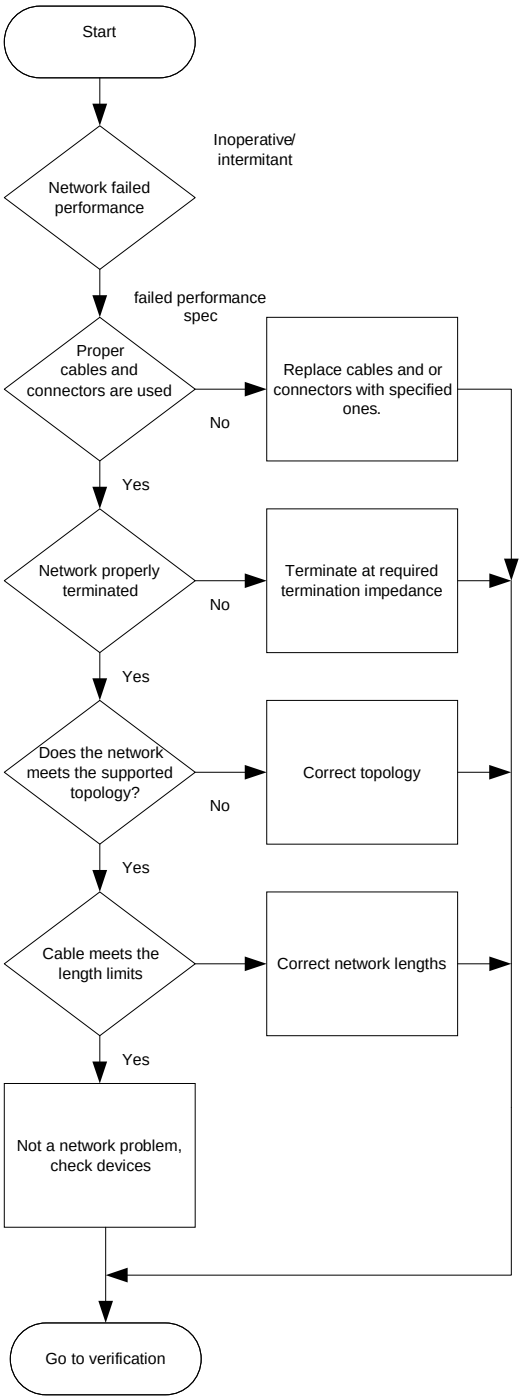
Anglais	Français
Start	Démarrage
Network failed performance	Performances refusées du réseau
Have proper cables and connectors been used ?	Les bons câbles et connecteurs ont-ils été utilisés?
Network properly terminated	Réseau correctement terminé
The network meets the supported topology	Le réseau satisfait à la topologie prise en charge
Cable meet length limits	Le câble satisfait aux limites de longueur
Not a network problem, check device	Il ne s'agit pas d'un problème de réseau, vérifier les dispositifs
Replace cables and or connectors with specified ones	Remplacer les câbles et/ou connecteurs par ceux spécifiés
Terminate at required termination impedance	Terminer à l'impédance de terminaison requise
Correct topology	Topologie correcte
Correct network lengths	Longueurs de réseau correctes
Retest network	Soumettre de nouveau le réseau à essai
Network powered; power is on	Réseau alimenté; l'alimentation est mise sous tension
Observe network indicators on devices	Observer les indicateurs de réseau sur les dispositifs
All devices experiencing the same problem	Tous les dispositifs font face au même problème
Check and correct wire map for specific network	Vérifier et corriger la table de correspondance des fils du réseau particulier
Network ok	Réseau OK
Check for miss-wiring of cables such as shorts or opens. Using diagnostic tools, check for network traffic	Rechercher les mauvais câblages (courts-circuits ou coupures, par exemple). Vérifier le trafic de réseau à l'aide des outils de diagnostic.
Troubleshoot network power and restore	Dépanner l'alimentation du réseau, puis restaurer
Check and correct wiring and connections at device(s) not working	Vérifier et corriger le câblage et les connexions au niveau du/des dispositif(s) qui ne fonctionne(nt) pas
Observe network indicators on devices and locate and correct intermittent connections	Observer les indicateurs de réseau sur les dispositifs, puis rechercher et corriger les connexions intermittentes
Check and reduce noise in system	Vérifier et réduire le bruit dans le système
Check and correct programming and software/firmware	Vérifier et corriger la programmation et les logiciels/microgiciels
Inoperative/intermittent	Inopérant/intermittent
Failed performance spec	Performances refusées spec
No	Non
Yes	Oui
Problem found	Problème trouvé
Go to verification	Passer à la vérification

Figure 47 – Procédure de dépannage

8.3.5 Procédure de dépannage simplifiée

La Figure 48 présente un exemple de procédure de dépannage simplifiée suffisante dans la plupart des cas. Cette procédure n'implique pas l'utilisation d'outils particuliers. Elle s'applique si une procédure spécifique n'est pas établie.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Start	Démarrage
Network failed performance	Performances refusées du réseau
Proper cables and connectors are used	Les bons câbles et connecteurs sont utilisés
Network properly terminated	Réseau correctement terminé
Does the network meet the supported topology ?	Le réseau satisfait-il à la topologie prise en charge ?
Cable meets the length limits	Le câble satisfait aux limites de longueur
Not a network problem, check devices	Il ne s'agit pas d'un problème de réseau, vérifier

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Anglais	Français
	les dispositifs
Replace cables and or connectors with specified ones	Remplacer les câbles et/ou connecteurs par ceux spécifiés
Terminate at required termination impedance	Terminer à l'impédance de terminaison requise
Correct topology	Topologie correcte
Correct network lengths	Longueurs de réseau correctes
Inoperative/intermittent	Inopérant/intermittent
Failed performance spec	Performances refusées spec
No	Non
Yes	Oui
Go to verification	Passer à la vérification

Figure 48 – Détection des défauts sans outil particulier

Si une action corrective s'avère nécessaire à l'issue du dépannage, le processus décrit en 8.2.3 s'applique.

8.4 Exigences particulières de maintenance et de dépannage

Des informations supplémentaires relatives aux exigences de dépannage d'un réseau industriel particulier peuvent être trouvées dans le profil d'installation respectif.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe A
(informative)

Présentation générale du câblage générique des locaux industriels

Dans les locaux industriels, le câblage générique permet d'installer une infrastructure de câblage fixe prenant en charge un large éventail d'applications de technologie de l'information, de contrôle de processus et de surveillance. La conception de ce câblage est spécifiée dans l'ISO/CEI 24702.

La nature générique du câblage est assurée par:

- la spécification d'une structure de câblage souple composée d'une série de sous-systèmes de câblage pouvant être connectés de manière passive à l'aide de cordons ou de manière active à l'aide d'un matériel de transmission;
- un niveau minimal de performances de transmission dans chaque série de sous-systèmes de câblage utilisée pour répartir les applications.

Les points de terminaison du câblage générique répartis dans les locaux, appelés prise de télécommunication, permettent de connecter un ensemble d'applications au câblage. Les applications prises en charge sont détaillées dans l'ISO/CEI 24702 et incluent la téléphonie et les réseaux locaux. Si la prise de télécommunication est installée dans des emplacements associés à des AI, le type d'application détaillé dans la présente norme peut également être pris en charge.

Le câblage générique étant destiné à prendre en charge un large éventail d'applications, la spécification de la prise de télécommunication dans l'ISO/CEI 24702 se limite aux interfaces spécifiques du câblage symétrique et du câblage à fibres optiques. Cette restriction vise à optimiser l'interopérabilité des cordons et des terminaux portatifs qui peuvent être connectés à la prise de télécommunication.

Le câblage conçu pour satisfaire aux exigences d'une famille de profils de communication particulière peut ne pas satisfaire à l'ensemble des exigences de l'ISO/CEI 24702, même s'il peut contenir certaines des exigences relatives aux sous-systèmes de câblage et aux performances de transmission de l'ISO/CEI 24702, auquel cas, la prise de télécommunication est appelée prise d'automatisation et se présente telle que définie pour ladite famille de profils de communication de la présente norme, le câblage n'étant pas considéré comme générique.

NOTE L'ISO/CEI 24702 contient également des informations venant à l'appui des structures de câblage non générique pouvant prendre en charge les mises en œuvre d'une famille de profils de communication particulière.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe B
(informative)

Méthodologie de description MICE

B.1 Généralités

La classification environnementale MICE est spécifiée dans l'ISO/CEI 24702.

Le contexte de développement de la démarche est présenté dans l'ISO/CEI/TR 29106:2007.

Une recommandation d'application élargie de cette approche par le planificateur et l'installateur est donnée à l'Article 4. Les informations fournies avec l'Annexe B font simplement office de premières lignes directrices quant à l'utilisation du système MICE. Dans le cadre de l'application du système MICE, les spécifications fournies dans les dernières versions de la norme et du rapport technique ci-dessus l'emportent.

B.2 Présentation générale de MICE

MICE est un concept dans lequel on peut classer l'environnement d'une installation en termes de niveaux environnementaux et de brouillage électromagnétique. La table MICE (voir Tableau B.5) définit 3 niveaux par composant de la classification MICE: Mechanical (caractéristiques mécaniques), Ingress (indice de protection), Climatic and Electromagnetic (environnement), d'où le nom MICE. Les trois classifications sont représentées graphiquement à la Figure B.1. En général, elles commencent au niveau le plus bas ($M_1I_1C_1E_1$), qui décrit le mieux la plupart des locaux à usage de bureaux, et s'étendent au niveau le plus élevé qui décrit le mieux un espace industriel classique ($M_3I_3C_3E_3$).

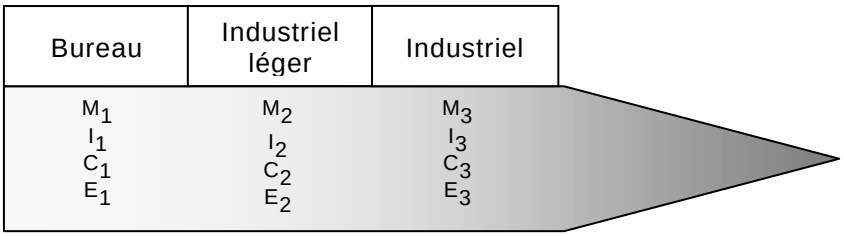
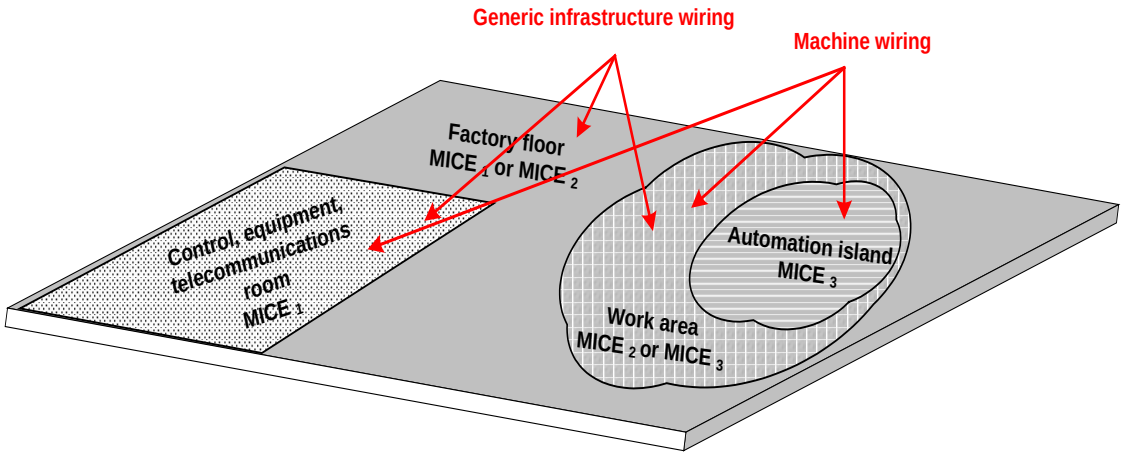


Figure B.1 – Classifications MICE

La Figure B.2 est un exemple de zones industrielles classiques. De plus, l'AI peut inclure tout l'atelier de l'usine. La Figure B.2 indique les classifications MICE typiques des trois principales zones d'une usine. Toutes les zones n'entrent pas exclusivement dans une classification. Par exemple, un AI peut connaître un choc mécanique à plus de >150 ms^{-2} alors qu'il peut être classé M_3. L'environnement peut uniquement comporter de légères poussières en cohérence avec les niveaux I_2. La température d'acheminement/installation des câbles et du matériel peut être de 65 °C avec la classification climatique C_2 définie dans la table MICE. La machinerie de l'AI peut être composée de robots de soudage, dont le brouillage électromagnétique se trouve plus probablement dans la classification E_3. L'environnement MICE peut alors être récapitulé en M_3, I_2, C_2 et E_2.

NOTE Les termes utilisés à la Figure B.2 sont spécifiques à l'Annexe B.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Generic infrastructure wiring	Câblage d'infrastructure générique
Factory floor $MICE_1$ or $MICE_2$	Atelier $MICE_1$ ou $MICE_2$
Control, equipment, telecommunications room $MICE_1$	Salle de commande, local technique, salle de télécommunication $MICE_1$
Machine wiring	Câblage de machine
Automation island $MICE_1$	Îlot d'automatisation $MICE_1$
Work area $MICE_2$ or $MICE_3$	Espace de travail $MICE_2$ ou $MICE_3$

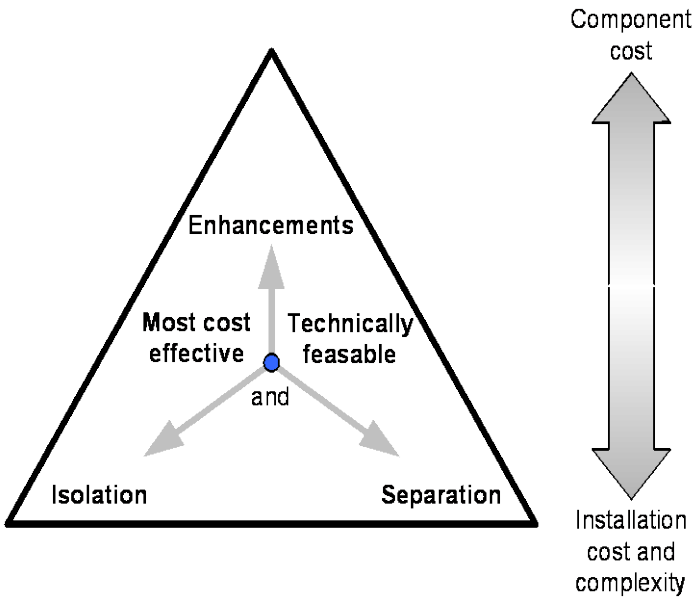
Figure B.2 – Exemple de classifications MICE dans une installation

B.3 Exemples d'utilisation du concept MICE

B.3.1 Description commune

Il convient que le planificateur connaisse l'environnement et les niveaux de brouillage électromagnétique des zones dans lesquelles le câblage et le matériel vont être installés. En s'appuyant sur une classification systématique de la zone de couverture de l'installation, on peut prendre des décisions en matière de sélection des composants et de besoins d'atténuation supplémentaires. Les systèmes de câblage peuvent être conçus à l'aide de tous les composants améliorés dans lesquels aucune atténuation n'est requise et grâce auxquels on peut choisir une combinaison d'améliorations et d'atténuation. Dans certains cas, cela peut avoir une influence sur la souplesse ou peut créer des problèmes de coût et/ou de disponibilité. Ce concept permet au concepteur d'équilibrer les coûts (et la disponibilité) du composant avec les coûts d'atténuation en concevant le système de câblage le plus robuste et le plus rentable (voir Figure B.3). L'atténuation peut être décomposée en deux: la séparation et l'isolation. Les exemples ci-dessous permettent de consolider l'importance de l'atténuation. L'atténuation permet de convertir une zone MICE en une autre zone compatible avec les composants de câblage et matériels à installer.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Enhancements	Améliorations
Most cost effective	Les plus rentables
Technically feasable	Réalisables techniquement
and	et
Isolation	Isolation
Separation	Séparation
Component cost	Coût du composant
Installation cost and complexity	Coût d'installation et complexité

Figure B.3 – Amélioration, isolation et séparation

B.3.2 Exemples d'atténuation

B.3.2.1 Exemple 1

La zone MICE ciblée est spécifiée au Tableau B.1. Le composant décrit a été déterminé pour être compatible avec un environnement MICE (voir la colonne de gauche du Tableau B.1). L'environnement dans lequel il convient d'installer le composant est décrit dans la deuxième colonne du Tableau B.1. L'examen du composant et de l'environnement révèle que les paramètres M et E ne correspondent pas, ce qui implique une atténuation. Les paramètres I et C dépassent les conditions d'environnement, une action étant donc nécessaire.

Tableau B.1 – Exemple 1 de zone MICE ciblée

Composant	Environnement
M_1	M_3
I_3	I_1
C_3	C_2
E_2	E_3

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Étant donné que le composant ne correspond pas directement dans l'environnement, il convient d'atténuer l'environnement. L'environnement agressif M_3 peut être converti en environnement M_1 local pour le composant en montant le matériel dans un boîtier à l'aide d'un dispositif anti-vibration. On peut réduire le brouillage électromagnétique élevé à l'aide d'un boîtier métallique antiparasite électromagnétique avec un dispositif anti-vibration (voir Figure B.4). Les problèmes M_3 et E_3 sont résolus.

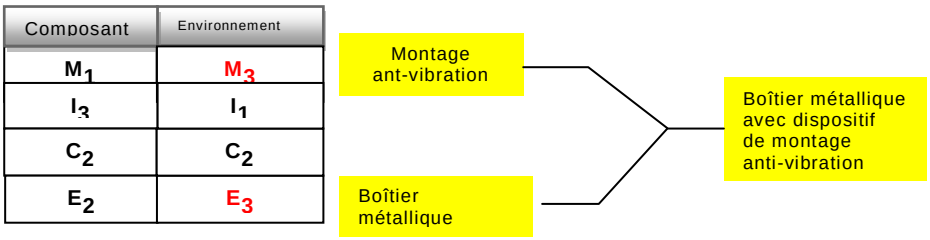


Figure B.4 – Exemple 1 d'atténuation

B.3.2.2 Exemple 2

Il s'agit d'un exemple d'installation de câble dans lequel l'environnement est décrit comme dans le Tableau B.2. Grâce à un examen, on peut voir que les câbles ne correspondent pas aux conditions d'environnement pour le brouillage électromagnétique (E). Par conséquent, une certaine forme d'atténuation est requise.

Tableau B.2 – Exemple 2 de zone MICE ciblée

Composant	Environnement
M_1	M_1
I_3	I_1
C_2	C_2
E_2	E_3

Étant donné que le câble sélectionné ne satisfait pas aux exigences de brouillage électromagnétique, une certaine atténuation est requise. L'atténuation peut être résolue de deux manières: la séparation et/ou l'isolation. Le dessin de la Figure B.5 montre comment cela peut être fait dans un chemin.

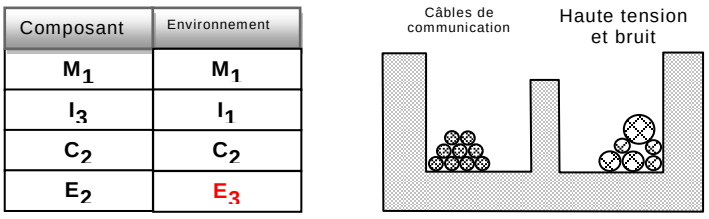


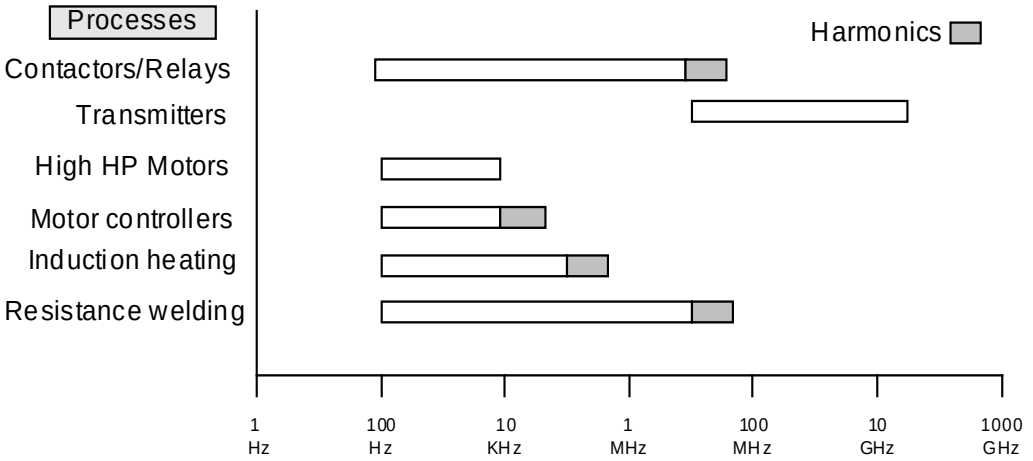
Figure B.5 – Exemple 2 d'atténuation

Le couplage de bruit est réduit par une séparation physique placée entre les conducteurs à brouillage électromagnétique élevé et le câblage de communication. On peut réduire le couplage de bruit dans une plus large mesure en ajoutant une paroi métallique entre les conducteurs afin d'assurer l'isolation. L'une ou l'autre de ces deux méthodes peut être utilisée indépendamment pour réduire le couplage de bruit ou les deux méthodes peuvent être associées.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

B.4 Détermination de la classification E

Dans une usine, les perturbations électromagnétiques présentent une large gamme de fréquences. De plus, il existe un large éventail de mécanismes de couplage de perturbations électromagnétiques. La Figure B.6 permet de déterminer la gamme de fréquences des dispositifs de génération de perturbations électromagnétiques communs d'un AI. Non seulement ces dispositifs génèrent des fréquences fondamentales dangereuses, mais également des harmoniques qui peuvent perturber les réseaux de communication. La partie grisée des barres indique la gamme supplémentaire générée par la troisième harmonique.



Légende

Anglais	Français
Processes	Processus
Contactors/Relays	Contacteurs/Relais
Transmitters	Emetteurs
High HP motors	Moteurs à puissance élevée
Motor controllers	Régulateurs de moteur
Induction heating	Chauffage à induction
Resistance welding	Soudage par résistance
Harmonics	Harmoniques

Figure B.6 – Gamme de fréquences des perturbations électromagnétiques générées par des dispositifs industriels communs

Le Tableau B.3 présente les lignes directrices générales relatives au niveau électromagnétique (E_1, E_2, E_3) des principaux dispositifs générateurs de perturbations électromagnétiques. Le niveau de perturbation électromagnétique dépend de deux facteurs: 1) la distance et 2) l'amplitude du dispositif brouilleur. Le Tableau B.3 est fourni à titre indicatif pour déterminer l'éventuelle classification électromagnétique (E_1, E_2, E_3) en fonction de la séparation.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau B.3 – Relation entre les dispositifs générateurs de perturbations électromagnétiques et la classification "E"

Dispositif générateur de perturbations électromagnétiques	Distance par rapport au câblage	Classification E
Contacteur auxiliaire	< 0,5 m	E_2
	> 0,5 m	E_1
Emetteurs (< 1 W)	< 0,5 m	E_3
	> 0,5 m	E_1 ou E_2
Emetteurs (1 W à 3 W)	< 1,0 m	E_3
	≥ 1,0 m	E_1 ou E_2
Emetteurs (TV, radio, mobile, station de base)	< 1 km	E_3
	≥ 0,3 km	E_1 ou E_2
Moteurs à puissance élevée	< 3 m	E_3
	> 3 m	E_1 ou E_2
Régulateurs de moteur	< 0,5 m	E_3
	0,5 m à 3 m	E_2
	> 3 m	E_1
Chauffage à induction < 8 MW	< 0,5 m	E_3
	0,5 m à 3 m	E_2
	> 3 m	E_1
Chauffage par résistance	< 0,5 m	E_2
	> 0,5 m	E_1
Lumières fluorescentes	< 0,15 m	E_3
	> 0,15 m	E_1 ou E_2
Interrupteurs thermostatiques 110 V à 230 V	< 0,5 m	E_2 ou E_3
	> 0,5 m	E_1

Étant donné que certains exemples de champs magnétiques particulièrement critiques peuvent être rencontrés, il est utile de mentionner les cas suivants.

- Les champs magnétiques, utilisés dans les applications de transformation des aliments, conçus pour procéder au retrait des matériaux magnétiques des aliments. Ces aimants ont la capacité de saturer les noyaux des transformateurs Ethernet et des sources d'alimentation de commutation à l'origine d'interruptions temporaires en matière de performance. Des niveaux à hauteur de $38,5 \times 10^{-3}$ T sont essentiels pour saturer le noyau d'un transformateur d'isolation Ethernet.
- Des champs magnétiques de 4 kHz à 8 kHz utilisés dans des processus de chauffage à induction. Ces machines consomment 4 MW à 12 MW pour le chauffage à induction de matériaux magnétiques. Les machines sont utilisées dans des traitements de forgeage de l'acier.
- Les champs magnétiques générés par des courants continus utilisés dans les traitements de l'aluminium. Les courants sont dans la plage de mille ampères. En raison des courants ondulatoires, il existe un champ magnétique c.a. important qui est imposé sur le champ magnétique fixe. Les deux peuvent provoquer des interruptions au niveau des noyaux de transformateur en cas d'exposition aux champs magnétiques.

Une des solutions face à ces champs magnétiques élevés est l'atténuation appropriée soit par séparation, soit par isolation (blindage magnétique).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

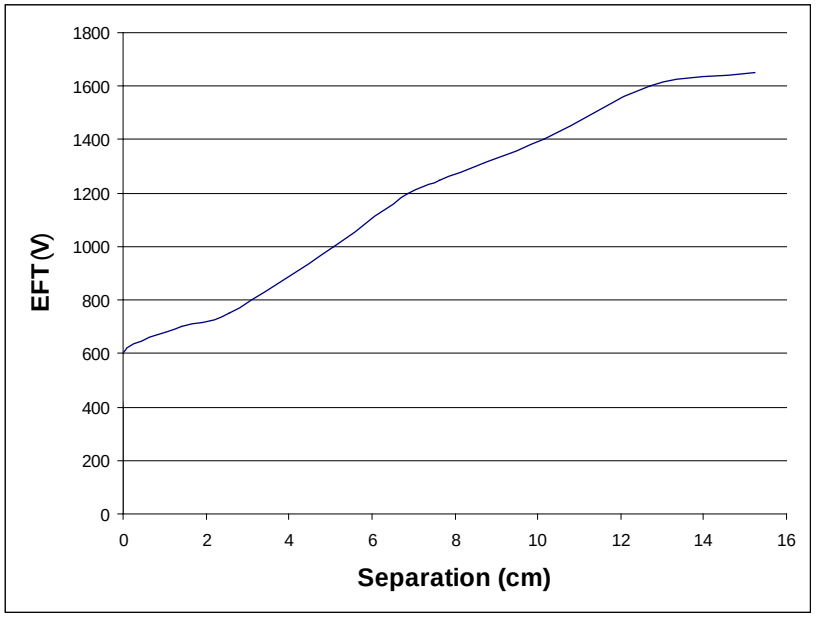
Le Tableau B.4 donne des informations relatives au mécanisme de couplage de certains dispositifs brouilleurs. Le Tableau B.4 va orienter le planificateur, l'installateur et le personnel de dépannage quant à l'atténuation ou la correction du brouillage. Par exemple, dans un environnement dans lequel un contacteur auxiliaire est à l'origine du brouillage, le mécanisme d'entrée de bruit consiste à assurer le couplage par l'intermédiaire de lignes adjacentes (EFT) provoquées par des d*U*/d*t* élevés. Pour corriger cette situation, une séparation supplémentaire peut être prévue afin de réduire l'amplitude du couplage.

Tableau B.4 – Mécanisme de couplage de certains dispositifs brouilleurs

Type	Perturbation électromagnétique	Mécanisme de couplage
Moteurs électriques	Surtension et transitoire électrique rapide	Terre locale, conduit
Contrôleurs d'entraînement	Conduite et surtension	Terre locale, conduit
Relais et contacteurs	Transitoire électrique rapide	Rayonné, conduit
Soudage	Transitoire électrique rapide, induction	Rayonné magnétique
Soudage par induction RF	Radiofréquence	Rayonné, conduit
Matériau de traitement du papier/textile	DES	Rayonné
Echauffements	Transitoire électrique rapide	Terre locale, conduit, rayonné
Chauffage à induction	Transitoire électrique rapide, magnétique	Terre locale, conduit, rayonné
Radiocommunications	Radiofréquence	Rayonné

Le graphique donné à la Figure B.7 compare les valeurs de séparation et de transitoire électrique rapide. Par ailleurs, l'isolation par blindages peut être utilisée pour réduire les effets des transitoires électromagnétiques en offrant une atténuation de blindage supplémentaire.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
EFT	Transitoire électrique rapide
Separation	Séparation

Figure B.7 – Exemple de lignes directrices générales relatives aux valeurs de séparation/transitoire électrique rapide

Le graphique de la Figure B.7 représente la séparation recommandée des câbles de communication de conducteurs portant des transitoires électromagnétiques. La séparation suppose que les câbles satisfassent aux exigences minimales de l'ISO/CEI 11801 en matière de symétrie et de diaphonie.

NOTE L'ISO/CEI 24702 contient également des informations venant à l'appui des structures de câblage non générique pouvant prendre en charge les mises en œuvre d'une famille de profils de communication particulière.

B.5 Tableau MICE

Le Tableau B.5 est issu de l'ISO/CEI/TR 29106:2007. Il est proposé ici pour bien comprendre la description informative fournie dans la présente Annexe B. Bien sûr, dans le cadre de la spécification des classifications MICE de locaux industriels, les valeurs spécifiées dans la dernière version de l'ISO/CEI/TR 29106 s'appliqueront.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau B.5 – Définition MICE

Mécanique	**M_1**	**M_2**	**M_3**
Chocs/secousses (voir [a])			
Valeur crête de l'accélération	40 ms^{-2}	100 ms^{-2}	250 ms^{-2}
Vibration			
Amplitude du déplacement (2 Hz à 9 Hz)	1,5 mm	7,0 mm	15,0 mm
Amplitude de l'accélération (9 Hz à 500 Hz)	5 ms^{-2}	20 ms^{-2}	50 ms^{-2}
Force de tension	Voir [b]	Voir [b]	Voir [b]
Ecrasement	45 N sur 25 mm (linéaire) min	1 100 N sur 150 mm (linéaire) min	2 200 N sur 150 mm (linéaire) min
Impact	1 J	10 J	30 J
Courbure, flexion et torsion	Voir [b]	Voir [b]	Voir [b]
Pénétration	**I_1**	**I_2**	**I_3**
Pénétration de particules (diamètre max.)	12,5 mm	50 µm	50 µm
Immersion	Aucune	Jet de liquide intermittent ≤ 12,5 l/min jet ≥ 6,3 mm distance > 2,5 m	Jet de liquide intermittent ≤ 12,5 l/min jet ≥ 6,3 mm distance > 2,5 m et immersion (≤1 m pendant ≤30 min)
Climatique et chimique	**C_1**	**C_2**	**C_3**
Température ambiante	–10 °C à +60 °C	–25 °C à +70 °C	–40 °C à +70 °C
Rythme de variation de la température	0,1 °C par minute	1,0 °C par minute	3,0 °C par minute
Humidité	5 % à 85 % (sans condensation)	5 % à 95 % (condensation)	5 % à 95 % (condensation)
Rayonnement solaire	700 Wm^{-2}	1 120 Wm^{-2}	1 120 Wm^{-2}
Pollution liquide (voir [c]) Contaminants	Concentration × 10^{-6}	Concentration × 10^{-6}	Concentration × 10^{-6}
Chlorure de sodium (sel/eau de mer)	0	<03	<03
Huile (concentration dans l'air sec) (pour les types d'huile, voir [b])	0	<0,005	<05
Stéarate de sodium (savon)	Aucune	>5 × 10^4 aqueux non gélifiant	>5 × 10^4 aqueux gélifiant
Détergent	Aucune	ffs	ffs
Matériaux conducteurs	Aucune	Provisoire	Présent
Pollution gazeuse (voir [c]) Contaminants	Moyen/Crête (Concentration × 10^{-6})	Moyen/Crête (Concentration × 10^{-6})	Moyen/Crête (Concentration × 10^{-6})
Hydrogène sulfuré	<0,003/<0,01	<0,05/<0,5	<10/<50
Dioxyde de soufre	<0,01/<0,03	<0,1/<0,3	<5/<15
Trioxyde de soufre (ffs)	<0,01/<0,03	<0,1/<0,3	<5/<15
Chlore humide (>50 % d'humidité)	<0,000 5/<0,001	<0,005/<0,03	<0,05/<0,3
Chlore sec (<50 % d'humidité)	<0,002/<0,01	<0,02/<0,1	<0,2/<1,0
Chlorure d'hydrogène	-/<0,06	<0,06/<0,3	<0,6/3,0
Fluorure d'hydrogène	<0,001/<0,005	<0,01/<0,05	<0,1/<1,0

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Ammoniac	<1/<5	<10/<50	<50/<250
Oxydes d'azote	<0,05/<0,1	<0,5/<1	<5/<10
Ozone	<0,002/<0,005	<0,025/<0,05	<0,1/<1
Electromagnétique	**E_1**	**E_2**	**E_3**
Décharge électrostatique – Contact (0,667 μC)	4 kV	4 kV	4 kV
Décharge électrostatique – Air (0,132 μC)	8 kV	8 kV	8 kV
RF rayonnées - AM	3 V/m à (80 MHz à 1 000 MHz) 3 V/m à (1 400 MHz à 2 000 MHz) 1 V/m à (2 000 MHz à 2 700 MHz)	3 V/m à (80 MHz à 1 000 MHz) 3 V/m à (1 400 MHz à 2 000 MHz) 1 V/m à (2 000 MHz à 2 700 MHz)	10 V/m à (80 MHz à 1 000 MHz) 3 V/m à (1 400 MHz à 2 000 MHz) 1 V/m à (2 000 MHz à 2 700 MHz)
RF conduites	3 V à (150 kHz à 80 MHz)	3 V à (150 kHz à 80 MHz)	10 V à (150 kHz à 80 MHz)
Transitoires électriques rapides en salves (comms)	500 V	500 V	1 000 V
Surtensions (différence de potentiel de terre transitoire) - signal, phase-terre	500 V	1 000 V	1 000 V
Champ magnétique (50/60 Hz)	1 Am^{-1}	3 Am^{-1}	30 Am^{-1}
Champ magnétique (60 Hz à 20 000 Hz)	ffs	ffs	ffs

[a] Secousses: la nature répétitive du choc dont le canal fait l'objet doit être prise en compte.

[b] Cet aspect de la classification environnementale est spécifique à l'installation, et il convient d'en tenir compte avec la CEI 61918 et la spécification de composant appropriée.

[c] Une caractéristique à une dimension (c'est-à-dire Concentration × 10^{-6}), a été choisie pour unifier les limites issues de différentes normes.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe C
(informative)

Topologies de réseau

C.1 Description commune

Chaque topologie de réseau offre un ensemble différent de fonctions et d'avantages. Les notes ci-dessous concernent les éléments que les concepteurs de réseau et les planificateurs sont censés prendre en compte.

C.2 Demande totale de câble

La quantité totale de câbles requise pour une installation dépend de l'emplacement géographique sur site des dispositifs et de l'implantation topologique permettant de les connecter. Dans la plupart des cas, les structures en étoile et en anneau ont besoin de plus de câbles que les autres structures.

C.3 Longueur maximale de segment de câble

La longueur maximale de câble d'un segment placé entre deux nœuds est définie par la catégorie du type de bus de terrain pour cette partie du réseau. Il convient donc de vérifier cette contrainte.

C.4 Longueur maximale du réseau

En règle générale, les répéteurs peuvent étendre la longueur de réseau sur de plus grandes distances géographiques car ils régénèrent les signaux de communication. Toutefois, dans certains cas, le processus de régénération peut introduire des délais de transmission inacceptables.

C.5 Tolérance aux anomalies

C.5.1 Généralités

Lors de la prise en compte des conceptions de réseau, il convient d'évaluer les éventuelles anomalies et leur impact sur les performances.

Il convient d'évaluer les défaillances du câblage, des nœuds et des alimentations électriques pour connaître les effets sur les performances du réseau. En principe, dans une topologie passive, ce type d'anomalie donne lieu à une perte de communication avec un nœud. En principe, dans une topologie active, ce type d'anomalie donne lieu à une perte de communication avec plusieurs nœuds.

NOTE Le centre d'une topologie en étoile représente un point unique de défaillances qui peuvent interrompre toutes les communications suite à des anomalies dans un répéteur/commutateur non redondant ou à des problèmes d'environnement dans et autour du centre.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

C.5.2 Utilisation de la redondance

La tolérance du réseau aux anomalies peut être améliorée en combinant les redondances aux points de propagation active et/ou en fournissant des chemins de communication alternatifs/de sauvegarde.

En règle générale, les technologies en anneau offrent des fonctions de détection des anomalies et de reconfiguration automatique afin de résoudre au moins une anomalie.

C.5.3 Analyse des anomalies des réseaux avec redondance

Il convient de tenir compte des effets d'une anomalie sur les réseaux avec redondance en trois étapes, y compris l'évaluation de la durée requise pour exécuter les actions suivantes.

a) Détection initiale de l'anomalie et reconfiguration nécessaire afin de rétablir la communication.

NOTE 1 Après la détection d'une anomalie et la reconfiguration, le réseau fonctionne normalement, mais en mode de sauvegarde utilisant certains éléments redondants, réduisant donc la résilience de panne et pouvant ne pas être en mesure de se rétablir d'une deuxième anomalie.

NOTE 2 Certaines topologies de réseau et approches de conception peuvent prendre en charge la détection et la reconfiguration sans perte de temps ou de communication. Dans les réseaux en anneau, la détection des anomalies et la reconfiguration peuvent prendre de 0,3 s à plusieurs minutes.

b) Réparation/remplacement de la fonction défectueuse.

NOTE 3 Cette phase considère l'impact des activités de réparation sur la communication; par exemple une interruption de réseau peut être nécessaire pour remplacer un commutateur à plusieurs ports par plusieurs ports en bon état de fonctionnement et un port défaillant.

NOTE 4 Pendant et après la réparation, le réseau est capable de fonctionner en mode de sauvegarde.

c) Rétablissement du réseau à son état de fonctionnement d'origine.

Il convient d'évaluer l'impact opérationnel de ce processus de réinstanciation.

NOTE 5 Dans le cadre du processus de reconfiguration et de sauvegarde, le "gestionnaire de réseau" actif et la "source de la synchronisation réseau" active sont susceptibles d'être transférés vers d'autres nœuds du réseau. Toutefois, pour le fonctionnement normal, il peut s'avérer nécessaire de réinstancier ces entités dans leur emplacement de conception d'origine (un nœud protégé dans la salle de commande principale, par exemple).

Le nombre d'éléments d'impact de défaillance varie en fonction des différentes technologies, topologies et cas d'anomalies. Il convient que l'analyse ci-dessus contienne une évaluation de la durée requise et du nombre de messages perdus et retardés pour les différentes anomalies, y compris en cas de défaillance d'une fonction du gestionnaire de réseau actif et de défaillance d'une source de synchronisation réseau active, suivies d'une réparation et d'un rétablissement.

C.6 Accès au réseau pour le diagnostic

Le centre d'une structure en étoile est un emplacement unique prévu pour le diagnostic, la reconfiguration et l'administration du réseau.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

C.7 Maintenabilité et ajouts en ligne

La plupart des technologies de bus de terrain offrent des fonctions permettant d'ajouter et de retirer des dispositifs dans un réseau de bus de terrain opérationnel.

Si le dispositif d'une application nécessite une modification pendant le fonctionnement normal, il convient d'évaluer les procédures recommandées par le fournisseur pour la connexion et la déconnexion en ligne en fonction

- de la durée et de l'impact sur la communication de la connexion/déconnexion physique et logique d'un dispositif;
- de la durée et de l'impact sur la communication de l'inclusion/exclusion d'un dispositif pour l'application en cours de fonctionnement.

En général, lorsque des dispositifs sont connectés à un socle ou une prise sur un bus ou à un port du commutateur, ils peuvent être ajoutés et retirés sans perte de trafic parmi les autres dispositifs.

En général, lorsque des dispositifs font partie intégrante d'une structure en anneau ou d'une structure de jonction linéaire, l'ajout et le retrait des dispositifs impliquent une reconfiguration et une perte du trafic parmi les autres dispositifs.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe D
(informative)

Tables des connecteurs

Les tables des connecteurs proposées à l'Annexe D indiquent les connecteurs utilisés pour le câblage en cuivre dans les profils de communication. Ces tables sont destinées aux installateurs et dépanneurs des réseaux de communication installés sur des sites industriels.

Le Tableau D.1 indique les conventions de couleurs spécifiées dans la CEI 60757. Ces conventions sont utilisées dans les tables des connecteurs. Les combinaisons de codes couleur sont indiquées conformément à l'exemple ci-dessous: code couleur 1/code couleur 2. La couleur dominante est indiquée en premier.

Tableau D.1 – Conventions en matière de code couleur utilisées dans la table des connecteurs

Couleurs	Code
Noir	BK
Bleu	BU
Brun	BN
Vert	GN
Gris	GY
Orange	OG
Rose	PK
Rouge	RD
Turquoise	TQ
Violet	VT
Blanc	WH
Jaune	YE

Les Tableau D.3 à Tableau D.13 indiquent les affectations de code couleur des broches et des fils d'un certain nombre de connecteurs, telles que définies par les consortiums pour leurs profils de communication.

Les conventions supplémentaires sont les suivantes:

a) les broches qui ne sont pas utilisées sont identifiées par le symbole "-";

b) le conducteur de drain ou le blindage est représenté par "Drain".

Dans la plupart des constructions de câbles symétriques, les fils sont organisés en 2 ou 4 paires. Les deux conducteurs de chaque paire sont torsadés ensemble. Les paires sont ensuite torsadées pour former un câble fini. Il est à noter qu'un quarte est construit sans pairage en torsadant les 4 fils dans un ordre particulier. En général, lorsque les paires sont torsadées, elles sont numérotées pour faciliter leur identification. Une combinaison de couleurs est alors attribuée aux numéros de paire. Par exemple, le Tableau D.2 associe le numéro de paire à la combinaison de couleurs.

Concernant les câbles à 2 et 4 paires, deux méthodes de câblage communes sont reconnues. Ces deux méthodes de câblage sont identifiées par T568A et T568B. Ces deux désignations de câblage ont été créées afin de distinguer les deux systèmes de câblage et pour des raisons de compatibilité. La Figure H.1 et la Figure H.2 présentent les relations entre les

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

positions de paire dans un connecteur, pour quatre et deux systèmes de paires, respectivement. Dans la plupart des cas, la transmission de paire et les caractéristiques électriques des paires sont identiques. Par conséquent, le placement des broches n'a pas d'importance. Les deux systèmes de câblage inversent les positions des paires 2 et 3 dans le connecteur. La méthode de câblage d'un cordon particulier est généralement identifiée par T568A ou T568B marqué sur la gaine du câble.

Pour les besoins de la présente norme, ces désignations sont adoptées dans les tableaux ci-après. Ces désignations s'appliquent uniquement aux câbles droits.

Les profils de communication présentés dans les tables des connecteurs sont répertoriés ci-après, accompagnés de leurs noms commerciaux (voir l'Annexe M pour obtenir la liste exhaustive).

- **CPF 1** (FOUNDATION fieldbus): CP 1/1 (FOUNDATION H1) et CP 1/2 (FOUNDATION HSE).
- **CPF 2** (CIP™): CP 2/1 (ControlNet™), CP 2/2 (EtherNet/IP™) et CP 2/3 (DeviceNet™).
- **CPF 3** (PROFIBUS & PROFINET): CP 3/1 et CP 3/2 (PROFIBUS), CP 3/3, CP3/4, CP3/5, et CP3/6 (PROFINET).
- **CPF 4** (P-NET®): CP 4/1 (P-NET avec couche physique conformément à RS 485) et CP 4/3 (P-NET on IP).
- **CPF 6** (INTERBUS®): un profil d'installation commun pour les réseaux CPF 6 Type 8 (CP 6/1 etc.) et CP 6/2 over Ethernet.
- **CPF 8** (CC-Link & CC-Link IE): CP 8/1 et CP 8/2 (CC-Link/V1 et CC-Link/V2), CP 8/3 (CC-Link/LT), CP 8/4 (CC-Link IE Controller Network et CP 8/5 (CC-Link IE Field Network).
- **CPF 10** (Vnet/IP): CP 10/1(Vnet/IP).
- **CPF 11**(TCnet): CP 11/1 (TCnet-star), CP 11/2 (TCnet-loop 100) et CP 11/3 (TCnet-loop 1G).
- **CPF 12** (EtherCAT™): CP 12/1 et CP 12/2 (EtherCAT).
- **CPF 13** (Ethernet POWERLINK): CP 13/1 (Ethernet POWERLINK).
- **CPF 14** (EPA™): CP 14/1 (EPA-NRT), CP 14/2 (EPA-RT) et CP 14/3 (EPA-FRT).
- **CPF 15** (MODBUS®-RTPS): CP 15/1 (MODBUS) et CP 15/2 (RTPS).
- **CPF 16** (SERCOS): CP 16/1 (SERCOS I), CP 16/2 (SERCOS II) et CP 16/3 (SERCOS III).
- **CPF 17** (RAPIEnet): CP 17/1 (RAPIEnet)
- **CPF 18** (SafetyNET p): CP 18/1 (SafetyNET p RTFL) et CP 18/2 (SafetyNET p RTFN).
- **CPF 19** (MECHATROLINK): CP 19/1 (MECHATROLINK-II) et CP 19/2 (MECHATROLINK-III).

Tableau D.2 – Numéros de paire et combinaison de couleurs

Paire	Couleur
1	BU
	BU/WH
2	OR/WH
	OR
3	GN/WH
	GN
4	BR/WH
	BR

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.3 – Connecteur modulaire 8 voies

CP	Broche								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**Boîtier**
CP 1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 1/2	T568A ou T568B								Drain
CP 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	T568A ou T568B								Drain
CP 2/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/3 [a] CP 3/4 [a] CP 3/5 [a] CP 3/6 [a]	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain
CP 4/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 4/3	T568A ou T568B								Drain
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/2	T568B								Drain
CP 8/1 CP 8/2	-								-
CP 8/3	-								-
CP 8/4	-								-
CP 8/5	T568B								Drain
CP 10/1	T568B								Drain
CP 11/1 CP 11/2	T568B								Drain
CP 11/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain
CP 12/2	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain
CP 13/1	T568B								Drain
CP 14/1	T568B								Drain
CP 14/2	T568B								Drain
CP 14/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/1	T568A ou T568B								Drain
CP 15/2	T568A ou T568B								Drain
CP 16/1	-								-
CP 16/2	-								-
CP 16/3	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain
CP 17/1	T568B								Drain
CP 18/1 CP 18/2	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain
CP 19/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	YE	OG	WH	-	-	BU	-	-	Drain

[a] Avec un câblage à 4 paires, utiliser T568A ou T568B.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.4 – Connecteur M12-4 codage A

CP	Broche				
	1	2	1	4	1
CP 1/1	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-
CP 2/3	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	-	-	-
CP 3/2	GN	-	RD	-	Drain
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-
CP 4/1	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-
CP 6/2	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	Drain	WH	YE	BU	-
CP 8/3	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-
CP 14/1	-	-	-	-	-
CP 14/2	-	-	-	-	-
CP 14/3	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.5 – Connecteur M12-4 codage D

CP	Broche				
	1	2	3	4	Boîtier
CP 1/1	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-
CP 2/2	WH/OG	OG	WH/GN	GN	Drain
CP 2/3	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	YE	WH	OG	BU	Drain
CP 4/1	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-
CP 6/2	WH/OG	OG	WH/GN	GN	Drain
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-
CP 12/1 CP 12/2	YE	WH	OG	BU	Drain
CP 13/1	YE	WH	OG	BU	Drain
CP 14/1 CP 14/2	WH/OG	OG	WH/GN	GN	Drain
CP 14/3	-	-	-	-	-
CP 15/1 CP 15/2	WH/OG	OG	WH/GN	GN	Drain
CP 16/1	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-
CP 16/3	YE	WH	OG	BU	Drain
CP 17/1	-	-	-	-	-
CP 18/1 CP 18/2	YE	WH	OG	BU	Drain
CP 19/1	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.6 – Connecteur M12-5 codage A

CP	Broche					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**Boîtier**
CP 1/1	[a]	[b]	Drain	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-	-
CP 2/3	Drain	RD	BK	WH	BU	Drain
CP 3/1	-	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-	-
CP 4/1	-	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-	-
CP 6/2	-	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-	-
CP 14/1	-	-	-	-	-	-
CP 14/2	-	-	-	-	-	-
CP 14/3	-	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-	-

[a] Ce fil représente “+ Data” sans spécification de couleur.

[b] Ce fil représente “- Data” sans spécification de couleur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.7 – Connecteur M12-5 codage B

CP	Broche					
	1	2	3	4	5	Boîtier
CP 1/1	-	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-	-
CP 2/3	-	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	GN	-	RD	-	Drain
CP 3/2	-	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-	-
CP 4/1	-	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	YE	GN	GY	PK	BN	Drain
CP 6/2	-	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-	-
CP 14/1	-	-	-	-	-	-
CP 14/2	-	-	-	-	-	-
CP 14/3	-	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.8 – Connecteur SubD

CP	Broche									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**Boîtier**
CP 1/1	-	-	-	-	-	[a]	[b]	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	RD	-	-	-	-	GN	-	Drain
CP 3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 4/1	WH	-	Drain	-	BN	-	-	-	-	Drain
CP 4/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	YE	GY	BN	-	-	GN	PK	-	-	Drain
CP 6/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 14/1	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	WH/BN	GN	BN	-	Drain
CP 14/2	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	WH/BN	GN	BN	-	Drain
CP 14/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CP 15/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[a] Ce fil représente “+ Data” sans spécification de couleur.

[b] Ce fil représente “- Data” sans spécification de couleur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.9 – Connecteur 7/8-16 UN-2B THD / M18

CP	Broche				
	1	2	3	4	5
CP 1/1	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-
CP 2/3	Drain	RD	BK	WH	BU
CP 3/1	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-
CP 4/1	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-
CP 6/2	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-
CP 14/1	-	-	-	-	-
CP 14/2	-	-	-	-	-
CP 14/3	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.10 – Connecteur de style ouvert

CP	Broche								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Boîtier du dispositif
CP 1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/3	BK	BU	Drain	WH	RD	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 4/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 14/1 [a]	WH/OG	OG	WH/GN	GN	-	-	-	-	Drain
CP 14/2 [a]	WH/OG	OG	WH/GN	GN	-	-	-	-	Drain
CP 14/1 [b]	WH/OG	OG	WH/GN	GN	BU	BN	-	-	Drain
CP 14/2 [b]	WH/OG	OG	WH/GN	GN	BU	BN	-	-	Drain
CP 14/1 [c]	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	GN	WH/BN	BN	Drain
CP 14/2 [c]	WH/OG	OG	WH/GN	BU	WH/BU	GN	WH/BN	BN	Drain
CP 14/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[a] Utilisation de 4 broches de style ouvert.

[b] Utilisation de 6 broches de style ouvert.

[c] Utilisation de 8 broches de style ouvert.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.11 – Connecteur M12-8 codage X

CP	Broche								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**Boîtier**
CP 1/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 2/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 3/3	WH/GN	GN	WH/OG	OG	WH/BN	BN	WH/BU	BU	Drain
CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	ou								
	WH/OG	OG	WH/GN	GN	WH/BN	BN	WH/BU	BU	Drain
CP 4/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 4/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 6/2	WH/GN	GN	WH/OG	OG	WH/BN	BN	WH/BU	BU	Drain
CP 8/1 CP 8/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 8/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 10/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 12/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 13/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 14/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 14/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 14/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 15/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 16/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 17/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 18/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP 19/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.12 – Connecteur BNC

CP	Connexions	
	Centre	Partie extérieure
CP 1/1	-	-
CP 1/2	-	-
CP 2/1	fil	blindage
CP 2/2	-	-
CP 2/3	-	-
CP 3/1	-	-
CP 3/2	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-
CP 4/1	-	-
CP 4/3	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-
CP 6/2	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-
CP 8/3	-	-
CP 8/4	-	-
CP 8/5	-	-
CP 10/1	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-
CP 12/1	-	-
CP 12/2	-	-
CP 13/1	-	-
CP 14/1	-	-
CP 14/2	-	-
CP 14/3	-	-
CP 15/1	-	-
CP 15/2	-	-
CP 16/1	-	-
CP 16/2	-	-
CP 16/3	-	-
CP 17/1	-	-
CP 18/1	-	-
CP 18/2	-	-
CP 19/1	-	-
CP 19/2	-	-

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau D.13 – Connecteur TNC

CP	Connexions	
	Centre	Partie extérieure
CP 1/1		
CP 1/2	-	-
CP 2/1	fil	blindage
CP 2/2	-	-
CP 2/3	-	-
CP 3/1	-	-
CP 3/2	-	-
CP 3/3 CP 3/4 CP 3/5 CP 3/6	-	-
CP 4/1	-	-
CP 4/3	-	-
CP 6/1 CP 6/3	-	-
CP 6/2	-	-
CP 8/1 CP 8/2	-	-
CP 8/3	-	-
CP 8/4	-	-
CP 8/5	-	-
CP 10/1	-	-
CP 11/1 CP 11/2 CP 11/3	-	-
CP 12/1	-	-
CP 12/2	-	-
CP 13/1	-	-
CP 14/1	-	-
CP 14/2	-	-
CP 14/3	-	-
CP 15/1	-	-
CP 15/2	-	-
CP 16/1	-	-
CP 16/2	-	-
CP 16/3	-	-
CP 17/1	-	-
CP 18/1	-	-
CP 18/2	-	-
CP 19/1	-	-
CP 19/2	-	-

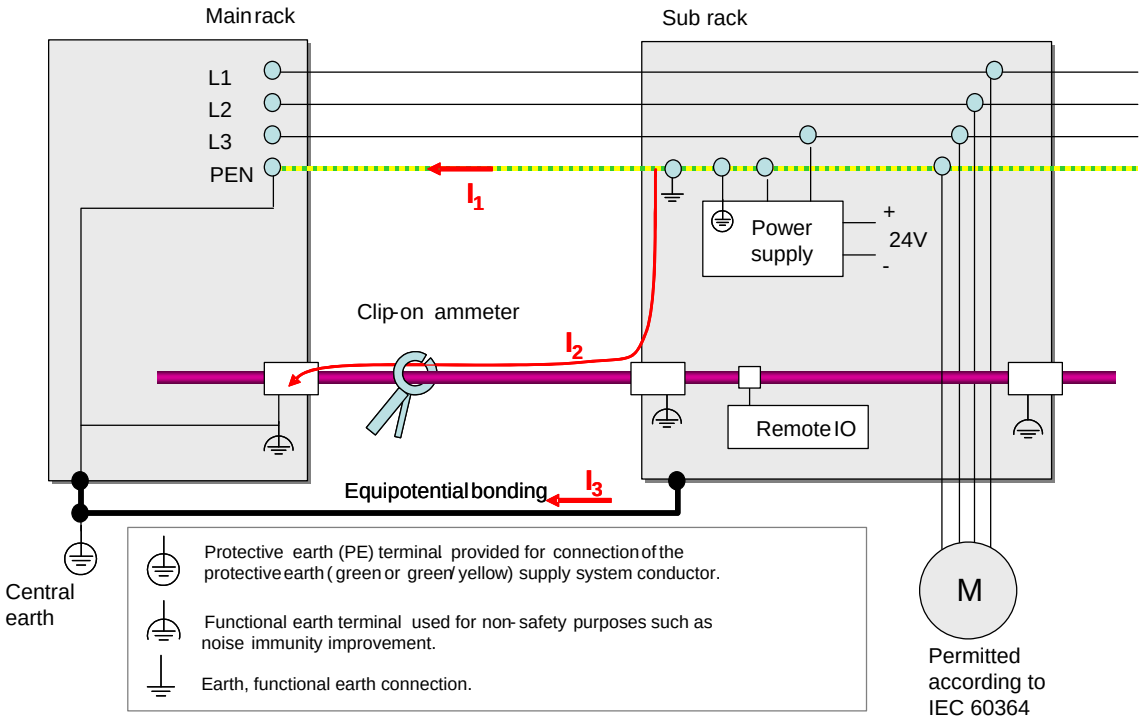
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe E
(informative)

Réseaux d'alimentation électrique eu égard au brouillage électromagnétique – Approches TN-C et TN-S

La principale source de brouillage électromagnétique provient du câblage des lignes électriques entre les systèmes d'automatisation décentralisés communiquant par l'intermédiaire du bus de terrain. Jusqu'à présent, les normes admettaient la pratique courante consistant à relier un fil de terre parallèle (PEC) à un fil neutre (N) entre les baies principales et les casiers. Ce type de câblage est également appelé réseau d'alimentation électrique TN-C. Cette méthode est acceptable si aucun réseau de bus de terrain étendu n'est impliqué et que les courants des lignes électriques L1, L2, L3 sont neutralisés (Figure E.1).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Main rack	Baies principales
Sub rack	Casier
Power supply	Alimentation électrique
Clip-on ammeter	Pince ampèremètre
Remote IO	E-S à distance
Equipotential bonding	Liaison équipotentielle
Central earth	Terre centrale
Protective earth (PE) terminal provided for connection of the protective earth (green or green/yellow) supply system conductor	Borne de terre de protection (PE) permettant de connecter le conducteur du système d'alimentation de la terre de protection (vert ou vert/jaune)
Functional earth terminal used for non-safety purposes such as noise immunity improvement	Borne de terre fonctionnelle utilisée à des fins non liées à la sécurité (amélioration de l'immunité au bruit, par exemple)
Earth, earth functional connection	Terre, mise fonctionnelle à la terre
Permitted according to IEC 60364	Admis conformément à la CEI 60364

Figure E.1 – Réseau d'alimentation électrique à quatre fils (TN-C)

Les bornes de terre fonctionnelle et les mises à la terre fonctionnelle sont liées à la terre de protection à la source de l'alimentation, conformément aux exigences des règlementations électriques nationales/locales.

Les éléments électroniques et alimentations électriques d'entraînement modernes s'appuient sur une technologie de commutation haute fréquence, qui génère des courants (haute fréquence) asymétriques s'écoulant par le PEN combiné du système. Le blindage à faible impédance d'un câble de bus de terrain parallèle au câble PEN prend en charge ces courants à haute fréquence, ce qui perturbe la transmission des messages.

Il est vivement recommandé d'utiliser des câbles PEC et N ("5 câbles") pour éviter les erreurs de communication de bus de terrain et les éventuelles nouvelles tentatives, ce qui

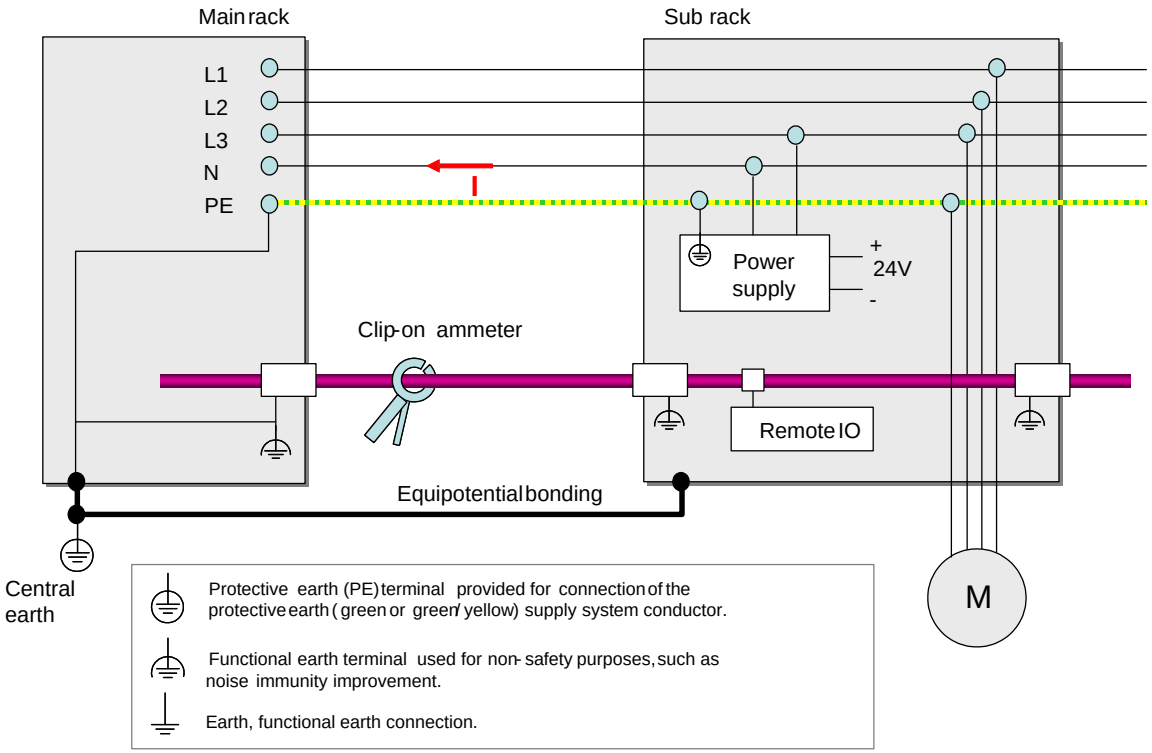
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

compromettrait l'efficacité et sans doute la disponibilité de l'ensemble du système (voir Figure E.2). Les types correspondants de réseaux d'alimentation électrique sont appelés TN-S.

Des informations exhaustives relatives à la conception des réseaux d'alimentation électrique eu égard aux interférences électromagnétiques peuvent être trouvées dans la CEI 60364-4-44.

Des informations exhaustives relatives à la conception des réseaux d'alimentation électrique eu égard à la sécurité peuvent être trouvées en 312.2.1 de la CEI 60364-1:2005, Schémas TN.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Main rack	Baies principales
Sub rack	Casier
Power supply	Alimentation électrique
Clip-on ammeter	Pince ampèremètre
Remote IO	E-S à distance
Equipotential bonding	Liaison équipotentielle
Central earth	Terre centrale
Protective earth (PE) terminal provided for connection of the protective earth (green or green/yellow) supply system conductor	Borne de terre de protection (PE) permettant de connecter le conducteur du système d'alimentation de la terre de protection (vert ou vert/jaune)
Functional earth terminal used for non-safety purposes such as noise immunity improvement	Borne de terre fonctionnelle utilisée à des fins non liées à la sécurité (amélioration de l'immunité au bruit, par exemple)
Earth, earth functional connection	Terre, mise fonctionnelle à la terre

Figure E.2 – Réseau d'alimentation électrique à cinq fils (TN-S)

De même, dans ce cas, les bornes de terre fonctionnelle et les mises à la terre fonctionnelle sont liées comme indiqué ci-dessus.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe F
(informative)

Dimensions des conducteurs dans les câbles électriques

Les dimensions de fabrication des conducteurs des câbles électriques indiquées dans la norme internationale sont définies dans la CEI 60228. La dimension des conducteurs décrits dans la CEI 60228 est exprimée dans le système métrique. En Amérique du Nord (USA et CANADA), les dimensions et caractéristiques des conducteurs sont conformes aux systèmes AWG (American Wire Gauge) et kcmil pour les dimensions plus importantes. Les normes CEI relatives aux câbles ne prescrivent pas l'utilisation de câbles avec des conducteurs AWG/kcmil. Le Tableau F.1 fournit les données de section nominale (mm^2) correspondant à la dimension de conducteur exprimée en AWG et kcmil.

Les dimensions de conducteur figurant dans la CEI 60228 pour les conducteurs solides de câbles unipolaires et multipolaires et les conducteurs câblés des câbles unipolaires et multipolaires présentent les sections nominales suivantes (mm^2):

0,5 – 0,75 – 1 – 1,5 – 2,5 – 4 – 6 – 10 – 16 – 25 – 35 – 50 – 70 – 95 – 120 – 150 – 185 – 240 – 300.

Ces sections sont différentes de celles du système AWG, et il n'existe aucune correspondance directe entre les deux systèmes.

Tableau F.1 – Système AWG (American Wire Gauge) et kcmil

AWG				kcmil			
Dimension du conducteur	**Section nominale** mm^2	**Dimension du conducteur**	**Section nominale** mm^2	**Dimension du conducteur**	**Section nominale** mm^2	**Dimension du conducteur**	**Section nominale** mm^2
30	0,050 9	13	2,62	250	127	750	380
29	0,064 2	12	3,31	300	152	800	405
28	0,081	11	4,17	350	177	900	456
27	0,102	10	5,26	400	203	1 000	507
26	0,129	9	6,63	450	228	1 200	608
25	0,162	8	8,36	500	253	1 250	633
24	0,205	7	10,5	550	279	1 500	760
23	0,258	6	13,3	600	304	1 750	887
22	0,326	5	16,8	650	329	2 000	1 010
21	0,41	4	21,1	700	355		
20	0,518	3	26,7				
19	0,653	2	33,6				
18	0,823	1	42,4				
17	1,04	1/0	53,5				
16	1,31	2/0	67,4				
15	1,65	3/0	85				
14	2,08	4/0	107				

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Pour convertir en AWG une dimension de conducteur exprimée en mm^2, consulter le Tableau F.1 pour connaître la valeur AWG dont la dimension exprimée en mm^2 est immédiatement supérieure à celle spécifiée.

EXEMPLE La valeur AWG d'une dimension de conducteur de 1 mm^2 est AWG 17 car la section nominale correspondante est 1,04 mm^2, qui est la dimension immédiatement supérieure à 1 mm^2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe G
(informative)

Listes de contrôle de vérification du câblage installé

G.1 Généralités

L'Annexe G donne les listes de contrôle de vérification du câblage installé.

Il convient que la personne chargée de la vérification confirme que tous les éléments figurant dans les listes de contrôle sont conformes à la documentation de planification du câblage, avec les écarts et ajouts enregistrés et le profil d'installation approprié de la série CEI 61784-5.

G.2 Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre

Le Tableau G.1 donne la liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre

Tableau G.1 – Liste de contrôle de vérification du câblage en cuivre

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Système	Nom de segment
	Vitesse de transmission
Assemblage accepté par	
Commentaires	

Examen visuel et vérification du câblage en cuivre installé				
OK	**Pas OK**	**A.I. N°**	**Elément d'action**	**Notes**
Vérifications générales pour tous les profils de communication				
		1	Utilisation de(s) câble(s) et connecteur(s) correct(s); aucune gaine de câble endommagée	
		2	Placement des composants de câblage	
		3	Chemins	
		4	Acheminement du câblage pour les besoins de compatibilité électromagnétique	
		5	Séparation des autres circuits. L'espacement minimal entre le câblage a été satisfait ou des parties métalliques ont été insérées	
		6	Traversées par câble en angle droit	
		7	Protection contre les dommages. Protections contre les dommages mécaniques présentes aux endroits dangereux	
		8	Des arêtes ont été couvertes ou retirées	
		9	Absence de pliure dans le câble	
		10	Spécification respectée en matière de rayons de courbure	
		11	Longueur max. de segment/branchement non dépassée	
		12	Nombre max. de connexions dans un canal non dépassé	
		13	Electrode de câble correct dans les enceintes et/ou bâtiments	
		14	Presse-étoupes en place et correctement installés; fixations de réducteur de tension attachées	
		15	Table de correspondance des fils	
		16	Erreur de câblage, pairage et brochage corrects et absence de court-circuit ou d'ouverture	
		17	Capuchons de protection pour les connecteurs	
		18	Mise à la terre	
		19	Mise à la terre du blindage du câble	
		20	Chemins de câble mis à la terre	
		21	Tous les points de liaison équipotentielle sont disponibles	
		22	Le blindage à l'entrée de l'enceinte est connecté à la liaison équipotentielle	
		23	Le blindage est appliqué aux dispositifs et connecté à la liaison équipotentielle	
		24	Les canaux non requis sont commutés conformément à la description du fabricant	

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

		25	Topologie physique	
		26	Etiquetage et marquage	
		27	Au moins une fiche/une prise est réservée à la connexion du dispositif de programmation/maintenance	
		28	Sous-ensembles utilisés conformément au plan de structure (sous-ensembles 24 V/230 V non inversés)	

Le Tableau G.2 donne la liste de contrôle des mesures de mise à la terre et de mise au même potentiel.

Tableau G.2 – Liste de contrôle des mesures de mise à la terre et de mise au même potentiel

Mesures de mise à la terre et de mise au même potentiel							Valeurs max. admises	
OK	**Pas OK**	**N°**	**Mesure**	**Valeur mesurée**				
		1	Résistance de mise à la terre[a]		mΩ		0,005	Ω
		2	Décalage de résistance[b]		Ω		0,6	Ω
		3	Décalage de tension[c]		V		1	V

a Mesurée entre les connexions et les surfaces liées à la terre et aux points de mise à la terre dédiés.

b Mesuré entre une connexion de mise à la terre et de mise au même potentiel venant d'être installée et un point de mise à la terre et de mise au même potentiel existant.

c Mesuré entre une connexion de mise à la terre et de mise au même potentiel venant d'être installée et un point de mise à la terre et de mise au même potentiel existant. Il convient de répéter cette mesure lorsque le système est totalement opérationnel.

Le Tableau G.3 prévoit une place pour la signature de l'installateur et du personnel de mise en service.

Tableau G.3 – Signatures pour les listes de contrôle du Tableau G.1 et du Tableau G.2

Date	Signature de l'installateur	Signature du personnel de mise en service

Le Tableau G.4 donne la liste de contrôle des vérifications particulières des profils de communication non Ethernet.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau G.4 – Liste de contrôle des vérifications particulières des profils de communication non Ethernet

Vérifications particulières pour les profils de communication non Ethernet				
OK	**Pas OK**	**A.I. N°**	**Elément d'action**	**Notes**
		1	Adresse de dispositif dépendant de la vitesse de transmission et du bus de terrain	
		2	Nombre correct de terminaisons en présence, avec les valeurs correctes dans les bonnes positions	
		3	Puissance d'alimentation garantie pour terminer les résistances (même en cas d'arrêt d'urgence)	
		4	Extrémités des câbles non finis	
Vérifications supplémentaires en cas de segments IS (Environnement Ex-i)				
		IS 1	Les répéteurs d'isolation de bus de terrain permettent d'isoler Ex i Trunk de NON Ex i Trunk	
		IS 2	Vitesse de transmission limitée assurée	
		IS 3	Seuls les connecteurs conformes à la spécification RS 485-IS sont utilisés (pas de bobine d'induction discrète, résistance de terminaison particulière, par exemple)	
		IS 4	Tous les dispositifs utilisés sont certifiés Ex i	
		IS 5	Les valeurs de sécurité maximales de tous les participants du bus (dispositifs de terrain, répéteurs d'isolation de bus de terrain, etc.) entrent dans le cadre de la spécification	
		IS 6	Vérifier si l'interconnexion de tous les participants du bus (dispositifs de terrain, répéteurs d'isolation de bus de terrain, etc.) est intrinsèquement sûre	
		IS 7	Vérifier si les règles nationales d'installation dans les zones dangereuses sont respectées (la CEI 60079-14, par exemple)	

Le Tableau G.5 prévoit une place pour la signature de l'installateur et du personnel de mise en service.

Tableau G.5 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.4

Date	Signature de l'installateur	Signature du personnel de mise en service

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

G.3 Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques

Le Tableau G.6 donne la liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques.

Tableau G.6 – Liste de contrôle de vérification du câblage à fibres optiques

Système			**Nom de segment**	
			Vitesse de transmission	
Assemblage accepté par				
Commentaires				
Examen visuel et vérification du câblage à fibres optiques				
OK	**Pas OK**	**A.I. N°**	**Elément d'action**	**Notes**
		1	Utilisation de(s) câble(s) et connecteur(s) correct(s); aucune gaine de câble endommagée	
		2	Placement des composants de câblage	
		3	Chemins	
		4	Séparation des autres circuits. Câbles à fibres optiques en haut d'un coffre	
		5	Protection contre les dommages. Protections contre les dommages mécaniques présentes aux endroits dangereux	
		6	Des arêtes ont été couvertes ou retirées	
		7	Absence de pliure dans le câble	
		8	Spécification respectée en matière de rayons de courbure	
		9	Longueur min./max. de segment/branchement non dépassée	
		10	Electrode de câble correct dans les enceintes et/ou bâtiments	
		11	Résistance à la traction non dépassée	
		12	Presse-étoupes en place et correctement installés. Fixations de réducteur de tension attachées	
		13	Table de correspondance des fils	
		14	Polarité correcte de la fibre optique	
		15	Capuchons de protection pour les connecteurs	
		16	Connecteurs protégés contre la contamination	
		17	Plage de températures de fonctionnement et de stockage	
		18	Topologie physique	
		19	Etiquetage et marquage	

Le Tableau G.7 prévoit une place pour la signature de l'installateur et du personnel de mise en service.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau G.7 – Signatures de la liste de contrôle du Tableau G.6

Date	Signature de l'installateur	Signature du personnel de mise en service

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe H
(normative)

Jeux de cordons

H.1 Généralités

Pour les besoins de la présente norme, le terme cordon s'entend des cordons composés de deux fiches ou d'une fiche et d'une prise connectée par câble. L'Annexe H concerne les jeux de cordons blindés et non blindés des réseaux Ethernet. Elle contient des tableaux avec des brochages de connecteur afin de faciliter la construction et la vérification des jeux de cordons, lesquels peuvent être assemblés en usine ou sur site. Les jeux de cordons doivent être conformes à la réduction de canal en fonction du type de câble et des conditions environnementales. Les jeux de cordons doivent être dotés d'une fiche à chaque extrémité du câble. Les jeux de cordons d'extension peuvent être dotés d'une fiche et d'une prise afin de limiter le nombre de connexions dans le canal. Compte tenu de la fonction de câble inverseur et des câblages T568A et T568B facultatifs, les paires et couleurs peuvent être interverties à une ou plusieurs extrémités du jeu de cordons. Pour les câblages T568A et T568B et les associations entre les numéros et couleurs de paire, voir l'Annexe D.

H.2 Construction de jeux de cordons

H.2.1 Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D

Les jeux de cordons droits M12-4 codage D peuvent être fournis en usine ou construits sur site. S'ils sont construits en usine, plusieurs méthodes permettent d'assembler les connecteurs. Le connecteur de type IDC (Insulation Displacement Connection - connexion auto-dénudante) et la méthode d'assemblage de câble sans l'aide d'outils comptent parmi les solutions les plus populaires ne nécessitant aucun outillage particulier. D'autres méthodes peuvent prévoir des brides de serrage de cage, des bornes à vis ou des bornes en coupelle pour la fixation du câble. Si l'assemblage a lieu sur site, le connecteur doit être sélectionné de manière à satisfaire au code de protection internationale (IP) pertinent en matière d'environnement. Tout assemblage incorrect peut engendrer une perte d'indice IP du connecteur. Il convient de suivre les instructions d'assemblage du fabricant. Le câble utilisé doit être conforme aux exigences particulières définies dans le profil d'installation correspondant. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.1. Voir la Figure H.1 pour connaître le brochage de connecteur.

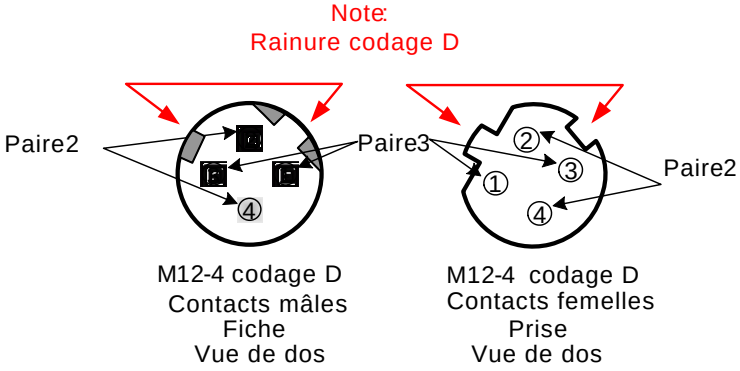


Figure H.1 – Jeux de cordons droits avec connecteurs M12-4 codage D

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau H.1 – Attribution paire de fils/broche de connecteur M12-4 codage D

Broche	Paire	Couleur des fils	Nom	Signal
1	2	Voir Tableau D.5	Transmission de données +	TXD+
3			Transmission de données -	TXD-
2	3		Réception de données +	RXD+
4			Réception de données -	RXD-
Boîtier			Blindage	Blindage

H.2.2 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs M12-4 codage D

Les jeux de cordons de recouvrement M12-4 codage D peuvent être fournis en usine ou construits sur site. Si l'assemblage a lieu sur site, le connecteur doit être sélectionné de manière à satisfaire au code de protection internationale (IP) pertinent en matière d'environnement. Tout assemblage incorrect peut engendrer une perte d'indice IP du connecteur. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.2. Voir la Figure H.1 pour connaître le brochage de connecteur.

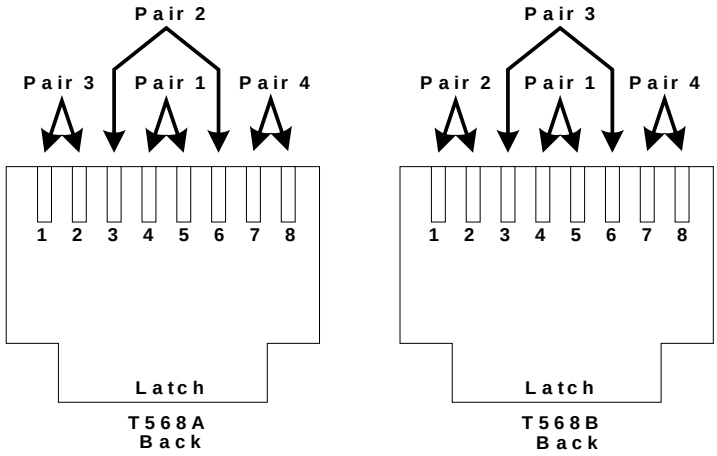
Tableau H.2 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement M12-4 codage D à M12-4 codage D

Broche M12-4	Broche M12-4	Couleur des fils	Nom	Signal
2	1	Voir Tableau D.5	Transmission de données +	TXD+
1	2		Réception de données +	RXD+
4	3		Transmission de données -	TXD-
3	4		Réception de données -	RXD-
Boîtier	Boîtier		Blindage	Blindage

H.2.3 Jeux de cordons droits à connecteurs modulaires 8 voies

Les jeux de cordons de recouvrement modulaires 8 voies peuvent être fournis en usine ou construits sur site. Si l'assemblage a lieu sur site, le connecteur doit être sélectionné de manière à satisfaire au code de protection internationale (IP) pertinent en matière d'environnement. Tout assemblage incorrect peut engendrer une perte d'indice IP du connecteur. Il convient de suivre les instructions d'assemblage du fabricant. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.3. Voir la Figure H.2 ou la Figure H.3 pour connaître le brochage de connecteur.

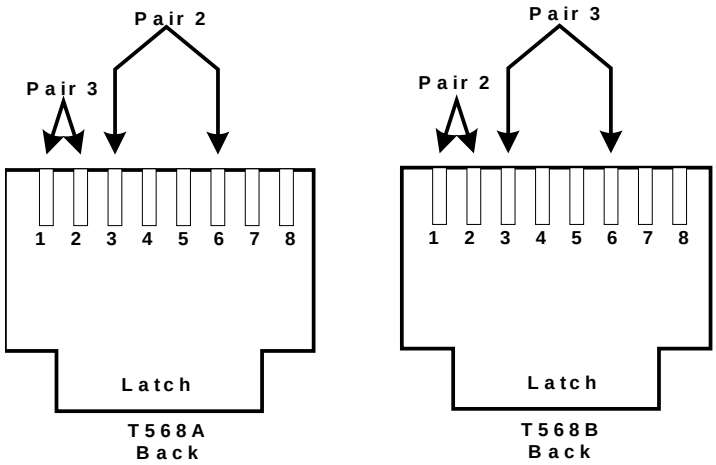
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Légende

Anglais	Français
Pair 1	Paire 1
Pair 2	Paire 2
Pair 3	Paire 3
Pair 4	Paire 4
Latch T568A back	Arrière de la fermeture T568A

Figure H.2 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies, 8 broches



Légende

Anglais	Français
Pair 2	Paire 2
Pair 3	Paire 3
Latch T568A back	Arrière de la fermeture T568A

Figure H.3 – Jeux de cordons droits avec connecteurs modulaires 8 voies, 4 broches

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau H.3 – Attribution paire de fils/broche de connecteur modulaire 8 voies

Broche	Désignation du signal	T568A		T568B		Couleur du fil CP
		Couleur des fils	Attribution de la paire	Couleur des fils	Attribution de la paire	
1	TXD+	Voir Tableau D.2	Paire 3	Voir Tableau D.2	Paire 2	Voir Tableau D.3
2	TXD-					
3	RXD+		Paire 2		Paire 3	
4	-		Paire 1		Paire 1	
5	-					
6	RXD-		Paire 2		Paire 3	
7	-		Paire 4		Paire 4	
8	-					
SH [a]	Blindage		-		-	
NOTE 1 Les paires 1 et 4 ne sont pas utilisées pour 10Base-TX et 100Base-TX. NOTE 2 Les profils de communication qui n'utilisent pas de quarte en étoile n'attribuent pas de paires.						
[a] SH est un blindage autour du connecteur, de la structure métallique ou du boîtier de protection.						

H.2.4 Jeux de cordons de recouvrement avec connecteurs modulaires 8 voies

Les jeux de cordons de recouvrement modulaires 8 voies peuvent être fournis en usine ou construits sur site. Si l'assemblage a lieu sur site, le connecteur doit être sélectionné de manière à satisfaire au code de protection internationale (IP) pertinent en matière d'environnement. Tout assemblage incorrect peut engendrer une perte d'indice IP du connecteur. Il convient de suivre les instructions d'assemblage du fabricant. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.4. Voir la Figure H.2 ou la Figure H.3 pour connaître le brochage de connecteur.

Tableau H.4 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement modulaire 8 voies

Broche	Désignation du signal	Couleur du fil CP	Attribution de la paire	Chemin vers la broche
1	TXD+	Voir Tableau D.3	Paire 3	3
2	TXD-			6
3	RXD+		Paire 2	1
4	-		Paire 1	7
5	-			8
6	RXD-		Paire 2	2
7	-		Paire 4	4
8	-			5
SH [a]	Blindage		Blindage	SH [a]
NOTE 1 Les paires 1 et 4 ne sont pas utilisées pour 10Base-TX et 100Base-TX. NOTE 2 Les profils de communication qui n'utilisent pas de quarte en étoile n'attribuent pas de paires.				
[a] SH est un blindage autour du connecteur, de la structure métallique ou du boîtier de protection.				

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

H.2.5 Conversion directe d'une famille de connecteurs à une autre

Voici les informations de brochage d'un jeu de cordons (fiche à fiche) assurant la connectivité entre un connecteur modulaire 8 voies et un connecteur M12 codage D à 4 broches. Il convient de suivre les instructions d'assemblage du fabricant. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.5. Voir la Figure H.1 et la Figure H.2 ou la Figure H.3 pour connaître le brochage de connecteur.

Tableau H.5 – Attribution de broche de connectivité

Broche modulaire 8 voies	Broche M12-4	Couleur des fils	Nom	Signal
1	1	Voir Tableau D.5	Transmission de données +	TXD+
3	2		Réception de données +	RXD+
2	3		Transmission de données -	TXD-
6	4		Réception de données -	RXD-
SH [a]	Boîtier		Blindage	Blindage
[a] SH est un blindage autour du connecteur, de la structure métallique ou du boîtier de protection.				

H.2.6 Conversion de recouvrement d'une famille de connecteurs à une autre

Voici le schéma de câblage d'un câble de conversion de recouvrement utilisant un connecteur M12-4 codage D à un connecteur modulaire 8 voies. Il convient de suivre les instructions d'assemblage du fabricant. Le jeu de cordons doit être câblé comme indiqué au Tableau H.6. Voir la Figure H.1 et la Figure H.2 ou la Figure H.3 pour connaître le brochage de connecteur.

Tableau H.6 – Attribution paire de fils/broche de connecteur de recouvrement modulaire M12 à 8 voies

Connecteur modulaire 8 voies	Broche M12-4	Couleur du fil CP	Nom	Signal
3	1	Voir Tableau D.5	Transmission de données +	TXD+
1	2		Réception de données +	RXD+
6	3		Transmission de données -	TXD-
2	4		Réception de données -	RXD-
SH [a]	Boîtier		Blindage	Blindage
[a] SH est un blindage autour du connecteur, de la structure métallique ou du boîtier de protection.				

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe I
(informative)

Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble

I.1 Généralités

À titre d'exemple de bonne pratique en matière de terminaison des extrémités de câble, les lignes directrices ci-dessous sont données en plus des règles fournies en 5.3.

Les outils suivants sont nécessaires pour terminer les extrémités de câble:

- outil de découpe et de préparation des câbles;
- dénudeur de câble;
- outil de sertissage.

I.2 Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée blindé pour fiches modulaires 8 voies

Plusieurs sortes de câbles à paire torsadée blindés sont disponibles, chacun offrant différents niveaux de blindage. En général, ils se terminent tous de la même manière. La description ci-dessous les appelle "câbles STP".

Selon le type de blindage utilisé sur le câble, le processus de préparation et de terminaison peut varier en fonction du câble et du connecteur. Voir les recommandations du fabricant du câble et/ou du connecteur pour connaître les différentes méthodes de terminaison.

La procédure de base à suivre pour terminer les extrémités de câble à paire torsadée blindé est la suivante.

a) Mesurer le câble et le raccourcir à la bonne longueur à l'aide du coupe-câble. Couper le câble environ 75 mm plus long que sa longueur finale.

b) Se référer à la Figure I.1 et dénuder environ 25 mm de gaine à l'aide de l'outil de dénudage.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

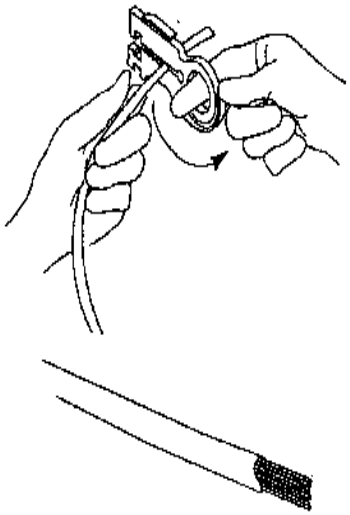


Figure I.1 – Dénudage du câble

c) Préparer le blindage afin de fournir une couverture à 360° des conducteurs. Il convient de veiller à ne pas couper le blindage, le drain ou l'isolation des fils. Si le blindage, le drain ou l'isolation est endommagé, couper l'extrémité du câble et recommencer.

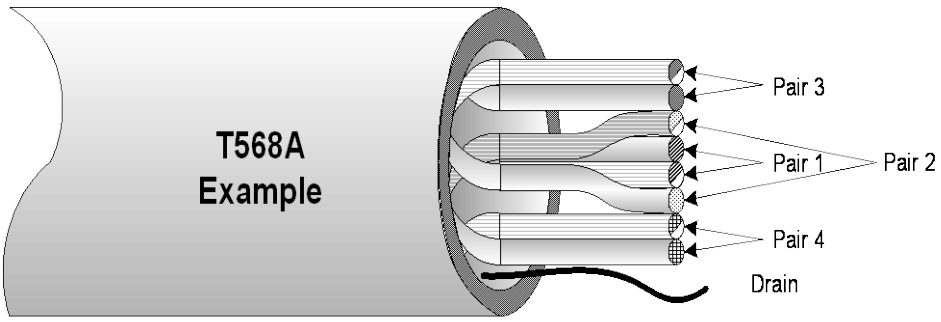
d) Séparer les paires de fils individuelles. Détorsader chaque paire de conducteurs à l'extérieur de la découpe de la gaine uniquement (voir Figure I.2).

e) Plier le conducteur de drain et/ou les blindages dans la ligne du câble.

f) Aligner les fils par groupes de couleurs (voir Figure I.2). Les codes couleur des fils de plusieurs profils de communication sont donnés au Tableau D.3 (pour CP 2/2 par exemple).

– Si le câblage concerne T568A, la paire blanc/orange et orange est divisée en bleu et blanc/bleu.

– Si le câblage concerne T568B, la paire vert/blanc et vert est divisée en bleu et blanc/bleu.



Légende

Anglais	Français
Pair 1	Paire 1
Pair 2	Paire 2
Pair 3	Paire 3
Pair 4	Paire 4
Drain	Drain
Example	Exemple

Figure I.2 – Exemple de préparation de fil pour les câbles de type A

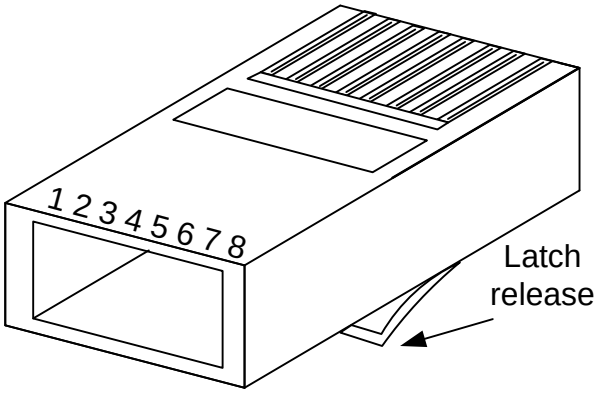
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

g) Vérifier que:
   - les torsades de la paire s'étendent aussi loin que possible;
   - la paire 2 (T568A) est divisée de manière uniforme;
   - les extrémités des conducteurs sont raccourcies de manière uniforme;
   - le conducteur a été raccourci conformément aux instructions du fabricant.

h) Maintenir les conducteurs dans la bonne orientation et retirer le surplus de longueur à l'aide d'une paire de coupe-câbles affûtée. Il convient que la longueur finie qui dépasse de la gaine soit inférieure à 12 mm.

i) Confirmer l'orientation correcte des conducteurs. Appliquer la convention de câblage spécifique au profil de communication (fournie dans le profil d'installation correspondant) et le brochage de connecteur à la Figure I.3. Insérer les conducteurs dans le corps du connecteur (voir Figure I.4).

NOTE Chaque fil dispose de son propre emplacement.



Légende

Anglais	Français
Latch release	Loquet de blocage

Figure I.3 – Fiche modulaire 8 voies

j) Pousser le câble dans le corps du connecteur blindé tant que tous les fils ne touchent pas l'extrémité du corps du connecteur. Il convient d'insérer la gaine suffisamment loin dans le corps du connecteur afin que le collier de câble engage et maintienne la gaine.

k) Insérer le connecteur dans l'outil de sertissage (Figure I.5) puis sertir le connecteur. Confirmer que le connecteur est intégralement inséré dans les matrices de sertissage.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Figure I.4 – Insertion du câble dans le corps du connecteur

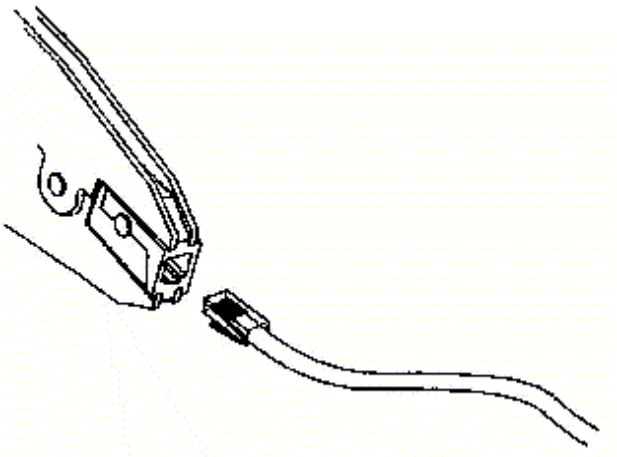


Figure I.5 – Sertissage du connecteur

l) Presser l'outil à main pour procéder au sertissage. L'outil ne se libère pas tant que les mâchoires ne sont pas totalement fermées et serties.

m) Vérifier le sertissage en tirant doucement sur le connecteur. Si la gaine ou les conducteurs glissent vers l'extérieur, couper le connecteur et recommencer.

n) Soumettre la connexion à un essai électrique à l'aide d'un outil d'essai approprié (les outils d'essai Ethernet disponibles dans le commerce, par exemple).

I.3 Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble à paire torsadée non blindé pour fiches modulaires 8 voies

Terminer les extrémités de câble non blindé pour fiches modulaires 8 voies comme suit.

a) Mesurer le câble et le raccourcir à la bonne longueur à l'aide du coupe-câble. Couper le câble environ 75 mm plus long que sa longueur finale.

b) A l'aide d'un outil à dénuder analogue à celui de la Figure I.1, dénuder 25 mm de gaine. Veiller à ne pas couper l'isolation du fil. Si l'isolation du fil est endommagée, couper l'extrémité du câble et recommencer.

c) Aligner les fils par groupes de couleurs (voir Figure I.6)

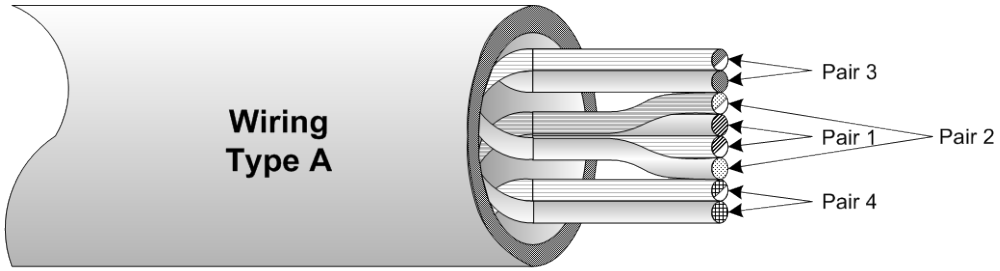
Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

d) Séparer les paires de fils individuelles. Les codes couleur des fils de plusieurs profils de communication sont donnés au Tableau D.3. Par exemple, pour CP 2/2.

   – Si le câblage concerne T568A, la paire blanc/orange et orange est divisée en bleu et blanc/bleu.

   – Si le câblage concerne T568B, la paire vert/blanc et vert est divisée en bleu et blanc/bleu.

e) Détorsader les conducteurs jusqu'à la découpe de la gaine uniquement (voir Figure I.6).



Légende

Anglais	Français
Pair 1	Paire 1
Pair 2	Paire 2
Pair 3	Paire 3
Pair 4	Paire 4
Wiring Type A	Câblage Type A

Figure I.6 – Exemple de préparation de câble pour un câblage de type A

f) Vérifier que:

   – les torsades de la paire s'étendent aussi loin que possible;

   – la paire 2 (T568A) est divisée de manière uniforme;

   – les extrémités des conducteurs sont raccourcies de manière uniforme;

   – le conducteur a été raccourci conformément aux instructions du fabricant.

g) Maintenir les conducteurs dans la bonne orientation et retirer le surplus de longueur à l'aide d'une paire de coupe-câbles affûtée. Il convient que la longueur finie qui dépasse de la gaine soit inférieure à 12 mm. Voir les instructions du fabricant du connecteur.

h) Confirmer la bonne orientation des conducteurs et les insérer dans le corps du connecteur (Figure I.4).

NOTE Chaque fil dispose de son propre emplacement dans le corps de connecteur.

i) Pousser le câble dans le corps du connecteur tant que tous les fils ne touchent pas l'extrémité du corps du connecteur. Il convient d'insérer la gaine suffisamment loin dans le corps du connecteur afin que le collier de câble engage et maintienne la gaine.

j) Insérer le connecteur dans l'outil de sertissage (Figure I.5) puis sertir le connecteur. Confirmer que le connecteur est intégralement inséré dans les matrices de sertissage.

k) Presser l'outil à main pour procéder au sertissage. L'outil ne se libère pas tant que les mâchoires ne sont pas totalement fermées et serties.

l) Vérifier le sertissage en tirant doucement sur le connecteur. Si la gaine ou les conducteurs glissent vers l'extérieur, couper le connecteur et recommencer.

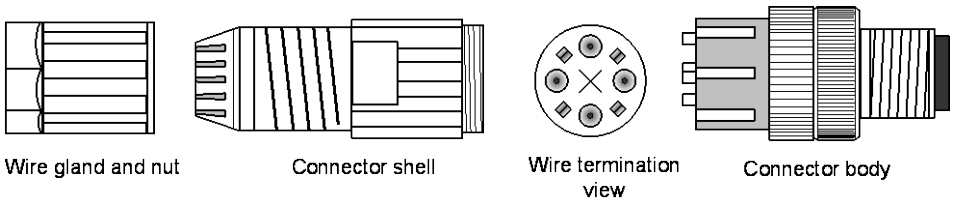
m) Soumettre la connexion à un essai électrique à l'aide d'un outil d'essai approprié (les outils d'essai Ethernet disponibles dans le commerce, par exemple).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

I.4 Lignes directrices pour l'installation du connecteur M12-4 codage D

Voici des exemples de procédures d'installation d'un connecteur M12-4 codage D sur un câble UTP ou STP à 2 paires. Cette procédure peut être utilisée pour les boîtiers de connecteur en métal et en plastique. Si un câble STP est utilisé, des étapes supplémentaires sont nécessaires pour préparer le blindage.

a) Identifier et séparer les composants de connecteur (voir Figure I.7).



Légende

Anglais	Français
Wire gland and nut	Presse-étoupe et écrou
Connector shell	Boîtier de connecteur
Wire termination view	Vue raccord de fil
Connector body	Corps du connecteur

Figure I.7 – Composants de connecteur

b) Retirer environ 50 mm de câble et mettre la découpe au rebut (voir Figure I.8).

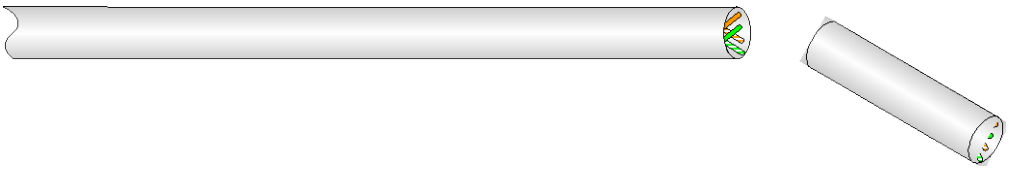


Figure I.8 – Préparation du câble

c) Faire glisser le presse-étoupe, l'écrou et le boîtier du connecteur sur le câble (voir Figure I.9).

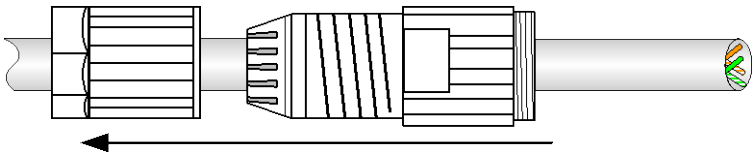


Figure I.9 – Presse-étoupe, écrou et boîtier du connecteur sur le câble

d) Entailler et dénuder environ 2 cm de gaine de câble. Veiller à ne pas entailler ni couper les conducteurs ou le blindage, le cas échéant. Si l'isolation du conducteur ou le blindage est entaillé ou coupé, reprendre à l'étape 2 (voir Figure I.10).

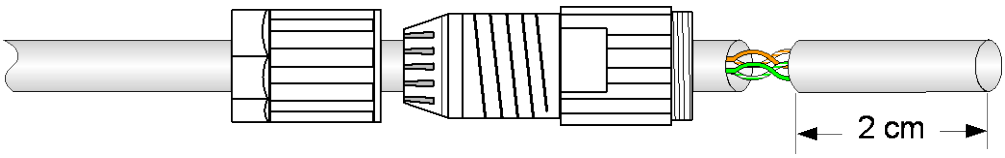


Figure I.10 – Préparation des conducteurs

e) Retirer la gaine et la mettre au rebut (voir Figure I.11).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

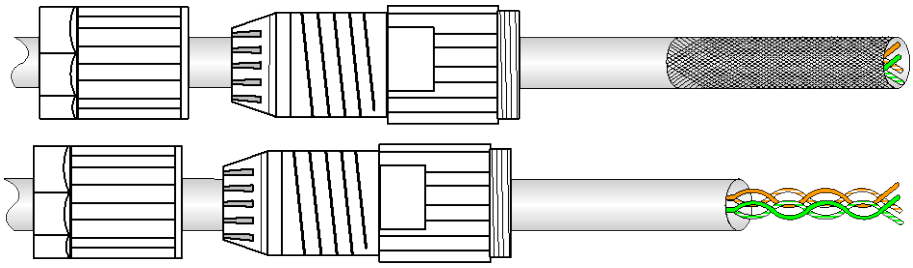


Figure I.11 – Retrait de la gaine

f) Si le câble est blindé, replier le blindage sur la gaine et raccourcir conformément à la documentation du connecteur. Sinon, ignorer cette étape (voir Figure I.12).

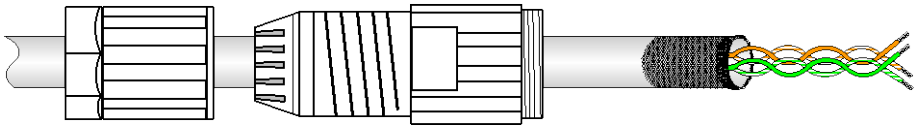


Figure I.12 – Préparation du blindage

g) Raccourcir les conducteurs à la longueur nécessaire. Il est important de conserver la longueur détorsadée et la longueur exposée aussi courtes que possible. Dénuder 0,5 cm d'isolation du conducteur (voir Figure I.13).

NOTE Certains conducteurs utilisent des contacts IDC à la place de bornes à vis ou de brides de serrage de cage. Il n'est pas nécessaire de dénuder l'isolation des contacts IDC.

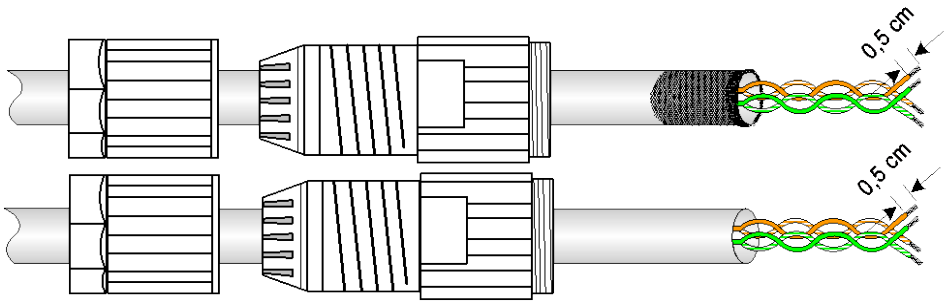


Figure I.13 – Préparation des conducteurs

h) Préparer les conducteurs conformément à la table de correspondance des fils spécifiée dans la documentation de planification du câblage.

i) Insérer les fils à l'arrière du corps du connecteur (voir Figure I.14). Selon le connecteur, les fils peuvent être sécurisés par des bornes à vis, des brides de serrage de cage ou des contacts IDC.

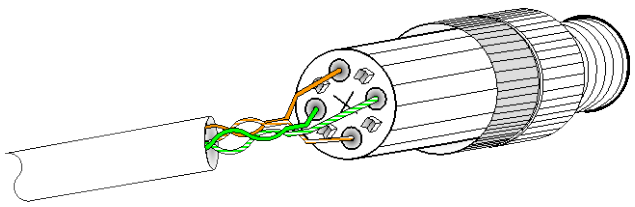


Figure I.14 – Installation des conducteurs dans le connecteur

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

j) Vérifier que les connecteurs sont solidement fixés aux contacts en tirant doucement les fils.

k) Faire glisser le boîtier du connecteur sur le dos du connecteur et fileter conformément à la documentation du connecteur (voir Figure I.15).

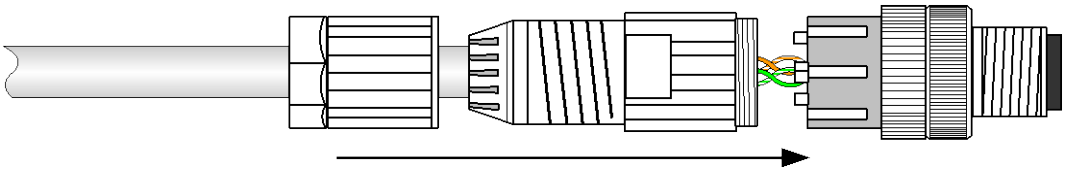


Figure I.15 – Assemblage du corps du connecteur

l) Faire glisser le presse-étoupe sur le boîtier du connecteur, puis serrer à l'aide des outils à main (voir Figure I.16). Il convient de veiller à ne pas trop serrer le presse-étoupe pour ne pas endommager le connecteur.

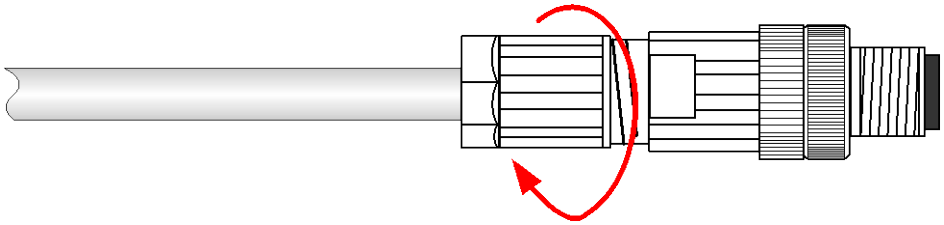


Figure I.16 – Assemblage final

m) Soumettre le câble à essai à l'issue de l'assemblage.

I.5 Lignes directrices pour la terminaison des extrémités de câble à fibres optiques

Il existe un certain nombre de connecteurs à fibres optiques pour plusieurs câbles de ce type. Les connecteurs qui doivent être utilisés, parmi ceux figurant au Tableau 9, sont répertoriés dans les profils d'installation CP.

Les fibres optiques sont composées de fins filaments en verre ou en plastique permettant de transmettre les informations par l'intermédiaire de signaux lumineux. Pour les fibres optiques, à l'inverse des fils en cuivre, une connexion mécanique n'est pas suffisante. Il convient que la lumière sorte de la fibre avec une perte de signal minimale, et il convient de bien aligner la fibre optique au récepteur optique auquel le câble à fibres optiques est connecté.

Plusieurs méthodes permettent de terminer les extrémités de câble à fibres optiques des connecteurs fixés avec ou sans époxyde. La description détaillée de chaque méthode dépend des caractéristiques particulières de chaque connecteur et de la méthode de connexion proposée par le fabricant des connecteurs.

Pour connaître la méthode spécifique à utiliser pour chaque type de connecteur, consulter la documentation correspondante fournie par le fabricant.

Il convient d'accorder une attention particulière au polissage final du connecteur et à l'élimination des débris.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Ensuite, il est indispensable de soumettre le connecteur à essai afin de garantir les performances de connexion requises. L'outil utilisé est un microscope à fibres optiques permettant de détecter toutes les fissures et imperfections. Peu importe que le revêtement présente des fissures ou des imperfections, puisqu'il n'achemine pas de signal. En revanche, il convient de remédier à la présence de fissures et d'imperfections dans l'âme en coupant le connecteur et en terminant de nouveau le câble, à moins qu'un repolissage de la fibre ne résolve pas le problème.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe J
(informative)

Recommandations relatives aux performances des connexions à cloison et aux performances d'un canal comportant plus de 4 connexions

J.1 Généralités

Il convient de tenir compte des recommandations suivantes lors de l'utilisation de connexions de cloison avec des connecteurs dos à dos et lorsque plus de 4 connexions sont nécessaires.

J.2 Recommandations

Le nombre de connexions à compter pour une connexion de cloison dépend des performances électriques des connecteurs dos à dos et de la distance entre les deux connecteurs. Si la distance entre les deux connecteurs est inférieure à 10 cm, il convient de compter une connexion. Si la distance entre les deux connecteurs est >10 cm, deux connexions sont comptées.

Les études en cours montrent ce qui suit:

a) une connexion directe comprenant une connexion de cloison peut être considérée comme une seule connexion couplée de catégorie 5 (voir ISO/CEI 11801), à condition que chaque interface fiche/prise dépasse la valeur d'affaiblissement de réflexion donnée par la formule (J.1) dans les deux directions et satisfasse aux performances minimales PSNEXT et PSFEXT de catégorie 6.

$$RL\ (f) > 66 - 20\ \log(f) \qquad \text{(J.1)}$$

où

RL est l'affaiblissement de réflexion (dB);

f est la fréquence (MHz), avec $f \leq 250$.

b) Une topologie de canal peut comprendre 4 connexions couplées au maximum, chacune d'elles satisfaisant les performances minimales de catégorie 5 (ISO/CEI 11801).

c) Une topologie de canal de classe D peut comprendre 6 connexions couplées au maximum, chacune d'elles satisfaisant les performances minimales de catégorie 6.

d) La distance maximale entre la prise et la prise de la connexion de cloison est de 10 cm. Si la distance est supérieure, chaque interface fiche/prise est considérée comme une connexion couplée distincte.

Il convient que les canaux dotés de plus de 4 connexions utilisent des connexions présentant des performances plus élevées, afin de satisfaire aux exigences de la catégorie souhaitée. Pour maintenir les performances de catégorie 5 dans le canal, des connexions de catégorie 6 sont utilisées. Voir le Tableau J.1 pour connaître les exigences en matière d'affaiblissement de réflexion et de transmission NEXT pour la construction de canaux de catégories supérieures.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau J.1 – Exigences de transmission pour plus de 4 connexions dans un canal

Classe de canal souhaitée	Nombre de connexions	Affaiblissement de réflexion minimal requis du matériel de connexion dB	NEXT minimal requis du matériel de connexion dB	Catégorie du câble
D	5 ou 6	66(TBD) - 20 log (*f*)	94(TBD) - 20 log (*f*)	CAT 5
E	5 ou 6	70(TBD) - 20 log (*f*)	100(TBD) - 20 log (*f*)	CAT 6
NOTE Le canal de classe E demandant cinq ou six connexions est susceptible d'être limité par l'affaiblissement de réflexion et les performances NEXT du connecteur.				

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe K
(informative)

Essais de transfert de données de bus de terrain

K.1 Contexte

Les systèmes de commande d'automatisation industrielle impliquent la présence de canaux de communication permettant d'assurer un transfert "déterministe" et "répétable" des données. Ces exigences établissent implicitement des contraintes sur des erreurs admissibles, en raison du câblage et du brouillage.

La disponibilité totale ou le temps de montée du réseau et l'incidence des salves d'erreurs sont également des éléments critiques pour la plupart des applications de commande.

K.2 Taux d'erreurs admissibles des systèmes de commande

K.2.1 Erreurs de bit

Des erreurs de bit résultent de la perte ou du rejet de la trame de message contenant l'erreur. Dans la plupart des cas, cette perte est suivie d'une activité de reprise visant à renvoyer ultérieurement la trame de message.

Les effets sur le trafic de communication sont les suivants.

- Les informations de commande du message concerné sont intégralement perdues ou ne sont pas fournies à temps au récepteur cible.
- Le temps de réponse du canal est étendu lorsque les ressources sont écoulées pour les événements de reprise.
- La capacité totale de transfert du canal est réduite.

Ces conséquences ne sont pas acceptables pour la plupart des applications de commande, qui requièrent des temps de réponse prévisibles de commande et des temps de reprise dans les cas les moins favorables déterministes pour les événements d'alarme et de commande critiques.

Pour assurer les performances acceptables de canal de communication d'une application de bus de terrain, il convient que le rapport maximal admissible des bits de données erronés par rapport au total soit de

- 1 sur 10^6 pour un bus de terrain utilisant une vitesse nominale de transmission de données de 100 kbit/s;
- 1 sur 10^{12} pour un bus de terrain utilisant une vitesse nominale de transmission de données de 100 Mbit/s.

K.2.2 Salves d'erreurs

Il existe toujours un petit nombre d'erreurs de communication aléatoires dans un canal de communication réel. Par conséquent, les systèmes de commande sont en principe conçus pour tolérer quelques événements si un échantillon de données est perdu au cours de la communication ou n'arrive pas à temps.

Les pertes ou délais de communication affectant une séquence d'au moins deux échantillons de mesure d'une boucle de commande ne sont en général pas acceptables, puisqu'ils peuvent déséquilibrer la boucle.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

En règle générale, il convient que la salve d'erreurs la plus longue affectant la communication de plusieurs échantillons soit plus courte que l'intervalle d'échantillon de la boucle de commande la plus rapide.

Les valeurs classiques des intervalles d'échantillonnage de boucle de commande rapide sont les suivantes:

- 100 ms est un intervalle d'échantillonnage rapide pour une boucle de commande;
- 10 ms est un intervalle d'échantillonnage rapide pour l'automatisation des usines;
- 1 ms et des valeurs inférieures sont des intervalles d'échantillonnage utilisés par certaines applications de commande vitesse des robots et des moteurs.

En fonction de ces valeurs, pour une application d'usine, une salve d'erreurs qui dure 1 ms pourrait provoquer la perte de 100 messages successifs représentant un échantillon de chacune des 100 boucles de commande. En principe, il ne s'agit pas d'une situation dangereuse, puisqu'il convient que chaque boucle tolère la perte d'un échantillon.

Toutefois, une salve d'erreurs qui dure 20 ms provoquerait la perte de deux échantillons successifs pour chaque boucle s'exécutant à un intervalle d'échantillonnage de 10 ms. Dans l'exemple ci-dessus, les 100 boucles seraient déséquilibrées par un potentiel élevé de situation de commande dangereuse.

Pour une application de système de commande particulière, la salve d'erreurs acceptable la plus longue peut être calculée à partir de l'intervalle d'échantillonnage le plus court utilisé par le système de commande.

K.3 Essai des performances du canal

Il convient de soumettre à essai les canaux de communication installés afin de vérifier les performances requises du canal. Les méthodes d'essai à utiliser et les limites de performance du canal dépendent du type de câble et des besoins des applications prises en charge par le système de câblage.

L'essai des performances du canal peut être considéré à deux niveaux, présentés ci-dessous:

- au niveau du système de câblage;
- au niveau de l'application.

K.4 Essai des paramètres du câble

K.4.1 Généralités

Les essais des paramètres de câble permettent de mesurer la connectivité, la résistance, la largeur de bande, les réflexions, la diaphonie, etc. sur une gamme de fréquences applicable à la catégorie/classe de câble.

Les mesures des paramètres de performances du câble soulignent les caractéristiques installées du câblage, ainsi que le matériel de connexion, y compris les câbles de raccordement, le câblage d'interconnexion, etc. Elles portent uniquement sur les éléments passifs qui composent la couche physique du système de communication. En principe, elles ne soulignent pas la présence de brouillage électrique ou électromagnétique et ne permettent pas de mesurer les statistiques liées aux erreurs de transfert de données.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

NOTE 1 La validation visant à satisfaire à un ensemble de paramètres de câble démontre uniquement la capacité de largeur de bande brute d'un canal. Elle ne mesure pas la présence de facteurs de brouillage ni ne prévoit leur impact sur les performances réelles du transfert de données. La conformité à une classe de transmission particulière ne garantit en aucun cas la vitesse ni les valeurs de transfert de données utiles du canal, pour des taux d'erreurs sur les bits ou des salves d'erreurs prévus résultant du brouillage lorsque le canal validé est utilisé avec une technologie de communication particulière.

NOTE 2 Si l'essai des paramètres de câble est réalisé en présence de brouillage significatif, le matériel d'essai peut le signaler dans les résultats de l'essai, ou la personne qui réalise l'essai peut déduire la présence de brouillage lorsque les essais durent anormalement longtemps.

K.4.2 Essai de câble générique

Si le câblage générique est installé dans des locaux industriels, il convient de le soumettre à essai conformément aux méthodes spécifiées dans l'ISO/CEI 14763-2 en fonction des exigences de la classe de performances de transmission pertinente de l'ISO/CEI 24702.

NOTE La gamme de fréquences de Cat 5e/Classe D est comprise entre 1 MHz et 100 MHz, celle de la Cat 6/Classe E étant comprise entre 1 MHz et 250 MHz.

K.4.3 Essai de câble de bus de terrain

Il convient de soumettre à essai le câblage de bus de terrain conformément aux méthodes spécifiées dans les profils d'installation CP correspondants. Si le système de bus de terrain utilise des parties d'un autre câblage ou câblage générique pour contrôler les applications, il convient d'inclure ces parties dans l'essai de l'application de bus de terrain.

NOTE Un large éventail de gammes de fréquences s'applique à différents types et profils de bus de terrain.

K.5 Essai des performances de vitesse de transmission de données du bus de terrain

K.5.1 Généralités

Les essais de vitesse de transmission des données du bus de terrain permettent d'obtenir des rapports statistiques concernant les erreurs de transfert de données d'un profil de technologie de bus de terrain installé, en s'appuyant sur ses méthodes spécifiques de modulation et de codage du signal.

Ces essais font en général partie intégrante du système de commande installé. La plupart des systèmes de mesure et de commande de bus de terrain comprennent des entités de gestion permettant de dénombrer et de signaler les événements de communication incorrects. Il convient de consigner ces informations et de les utiliser pour rechercher les anomalies et procéder au suivi des tendances liées aux performances de câblage.

Des outils supplémentaires peuvent être disponibles afin d'envoyer des messages d'essai et d'analyser les erreurs détectées afin de rapporter l'incidence des erreurs de bit.

K.5.2 Essai de bus de terrain

Les utilisateurs du bus de terrain sont intéressés par les rapports issus des essais réalisés sur une période raisonnable (h/jours) pour un environnement utilisateur et un type de bus de terrain particuliers, afin d'obtenir des règles de codage de base statistique ou un taux d'erreur acceptable pour l'application.

Les éléments classiques pris en compte dans les rapports d'essai de bus de terrain sont les suivants:

- taux d'erreur de message d'un niveau particulier de trafic de bus de terrain;
- une analyse des statistiques de messages perdus, y compris les salves d'erreurs et les détails des événements perdus s'étendant sur plusieurs messages consécutifs.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Ces rapports permettent aux utilisateurs de décider si leur application de commande peut tolérer les configurations d'erreurs prévues.

K.5.3 Planification de l'essai de vitesse de transmission de données du bus de terrain

La plupart des installations disposent de modèles de brouillage relatifs au temps et au climat. Par conséquent, lorsque les ressources le permettent, il convient de mesurer la vitesse de transmission des données et les statistiques d'erreur sur une période adaptée, comprenant les niveaux de cas les moins favorables prévus de perturbations de communication.

Les éléments à prendre en compte lors de la planification des essais de performances du bus de terrain sont les suivants:

- les caractéristiques de conception du profil de communication installé;
- l'étendue ou l'emplacement des parties du réseau à soumettre à essai;
- l'heure et la durée des essais;
- la taille du message et le/les modèle(s) de message à utiliser.

En l'absence de paramètres d'essai spécifiques, les valeurs par défaut suivantes sont recommandées:

- l'essai de l'ensemble du réseau couvrant tous les canaux installés;
- la durée de l'essai est de 24 h;
- l'essai est répété sur 2 jours consécutifs;
- essai à débit complet du système;
- taille maximale du message d'essai pour le bus de terrain;
- débit maximal du message d'essai pour le bus de terrain.

K.5.4 Modèle de génération de rapport d'essai de vitesse de transmission des données du bus de terrain

Les recommandations du rapport d'essai incluent:

- les détails du plan d'essai spécifique;
- un graphique périodique illustrant le débit obtenu en tant que fraction du débit possible pendant la période d'essai;
- un graphique périodique illustrant les événements de perte de message détectés et le nombre de messages perdus;
- un rapport graphique montrant le nombre d'événements de perte de plusieurs messages (salves d'erreurs) tracé en fonction de la durée de chaque événement, en unités de temps appropriées.

K.5.5 Valeurs de performances acceptables du bus de terrain

Il convient de calculer les valeurs de performances acceptables en fonction des besoins de l'application.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe L
(informative)

Responsabilité relative aux travaux d'installation du réseau de communication

L.1 Généralités

La présente norme spécifie les exigences relatives aux différentes étapes de l'installation d'un réseau de communication (la planification, la mise en œuvre de l'installation, la vérification, la validation, par exemple). Pour chaque étape, un organisme particulier (une personne ou une organisation) est identifié comme étant chargé de satisfaire à ces exigences.

L.2 Responsabilité relative aux travaux d'installation

Il convient qu'un organisme (une personne ou une organisation) soit responsable de chaque étape de l'installation, conformément à la présente Norme internationale.

Si une partie du travail correspondant à une étape définie est déléguée ou sous-traitée, il convient que l'organisme chargé de la réalisation de cette étape reste responsable de la conformité des éléments délégués ou sous-traités. Par exemple, si une partie du travail attribué à l'installateur pouvait être réalisée par d'autres personnes, il convient que l'installateur soit amené à évaluer la conformité du travail réalisé par ces autres personnes conformément à l'Article 5.

De même, il convient d'identifier un organisme responsable pour tous les éléments conditionnant la bonne installation du réseau (la mise à la terre du bâtiment et de l'usine, par exemple). Si ces tâches ne font pas partie intégrante des travaux d'installation du réseau, il est toujours nécessaire d'identifier un organisme responsable qui va fournir les informations et toute la documentation indispensables à la bonne réalisation de ces travaux.

L.3 Tableau des responsabilités relatives aux travaux d'installation

Pour les travaux d'installation complexes, il est recommandé de créer un tableau visant à clairement établir les responsabilités quant à la satisfaction des exigences définies dans chaque paragraphe (ou groupe de paragraphes) de la présente norme.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe M
(informative)

Appellations commerciales des profils de communication

L'Annexe D répertorie les noms CPF susceptibles de faire office d'appellations commerciales. Les appellations commerciales de tous les profils de communication définis dans la CEI 61784-1 et la CEI 61784-2 figurent dans le Tableau M.1.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Tableau M.1 – Appellations commerciales des familles de profils de communication et des profils de communication

Numéros de famille de profil de communication	Nom de la technologie
1	FOUNDATION™ fieldbus[14]
2	CIP™[15]
CP 2/1	ControlNet™[6]
CP 2/2	EtherNet/IP™[6]
CP 2/3	DeviceNet™[6]
3	PROFIBUS & PROFINET[16]
4	P-NET®[17]
5	WorldFIP®[18]
6	INTERBUS®[19]
8	CC-Link & CC-Link IE[20]
9	HART[21]
10	Vnet/IP[22]

---

14 FOUNDATION™ fieldbus désigne l'appellation commerciale du consortium sans but lucratif Fieldbus Foundation. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

15 CIP™, ControlNet™, EtherNet/IP™ et DeviceNet™ désignent les appellations commerciales d'ODVA, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

16 PROFIBUS et PROFINET désignent les appellations commerciales de l'organisation à but non lucratif de PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

17 P-NET désigne l'appellation commerciale d'International P-NET User Organisation ApS (IPUO). Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

18 WorldFIP désigne l'appellation commerciale de l'organisation WorldFIP. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

19 INTERBUS désigne l'appellation commerciale de Phoenix Contact GmbH & Co. KG., le contrôle de l'utilisation de la marque est donné à l'organisation à but non lucratif INTERBUS Club. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

20 CC-Link, CC-Link/LT et CC-Link IE sont des marques déposées de Mitsubishi Electric Co., le contrôle de l'utilisation de la marque est donné à CC-Link Partner Association. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

21 HART désigne l'appellation commerciale de HART Communications Foundation. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

22 Vnet/IP désigne l'appellation commerciale de Yokogawa Electric Corporation. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Numéros de famille de profil de communication	Nom de la technologie
11	TCnet[23]
12	EtherCAT™[24]
13	Ethernet POWERLINK[25]
14	EPA[26]
15	MODBUS®-RTPS[27]
16	SERCOS[28]
17	RAPIEnet[29]
18	SafetyNET p[30]
19	MECHATROLINK [31]

23 Au Japon, TCnet désigne l'appellation commerciale de TOSHIBA Corporation. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

24 EtherCAT™et EtherCAT-ove-Safety™ désignent les appellations commerciales de Beckhoff, Verl. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

25 Ethernet POWERLINK désigne l'appellation commerciale de Bernecker&Rainer Industrieelektronik Ges.m.b.H., le contrôle de l'utilisation de la marque est donné à l'organisation à but non lucratif EPSG. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

26 EPA™ désigne l'appellation commerciale de SUPCON Group Co. Ltd. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

27 Modbus est une marque de Schneider Automation Inc. aux Etats-Unis et dans d'autres pays. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

28 SERCOS est une marque de SERCOS International e.V. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque. L'utilisation de l'appellation commerciale implique l'autorisation de son détenteur.

29 RAPIEnet est une marque de LSIS. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil ne nécessite pas l'utilisation de l'appellation commerciale RAPIEnet. L'utilisation de l'appellation commerciale RAPIEnet implique l'autorisation de son détenteur.

30 SafetyNET p est une marque de Pilz GmbH & Co. KG. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque SafetyNET p. L'utilisation de l'appellation commerciale SafetyNET p implique l'autorisation de son détenteur.

31 MECHATROLINK est une marque de YASKAWA ELECTRIC CORPORATION. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de la marque ou l'un quelconque de ses produits. La conformité n'implique pas l'utilisation de la marque MECHATROLINK. L'utilisation de l'appellation commerciale MECHATROLINK implique l'autorisation de son détenteur.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe N
(informative)

Mesures de validation

N.1 Généralités

L'Annexe N décrit en détail certaines mesures de validation.

N.2 Mesures de la résistance en courant continu

N.2.1 But de l'essai

La procédure ci-dessous s'applique aux mesures de la résistance en courant continu du câblage installé afin de valider les éléments suivants:

- la résistance de boucle;
- la résistance en courant continu du flux de données;
- la résistance en courant continu du blindage;
- l'absence de courts-circuits entre les fils;
- l'absence de courts-circuits entre le fil et le blindage.

Cette procédure peut être utilisée pour tous les conducteurs de câble.

Si cette procédure n'est réalisée qu'en partie, une conclusion erronée peut être obtenue.

N.2.2 Hypothèses

La longueur du câble installé est connue.

La méthode proposée dépend de l'exactitude et de la précision de la mesure.

La température du câble à mesurer est identique à celle indiquée dans la fiche technique.

N.2.3 Mesures

Les mesures sont réalisées en cinq étapes.

- Etape 1:
  - Ouvrir l'extrémité, procéder à une mesure entre toutes les combinaisons de conducteurs pour vérifier que la résistance en courant continu est supérieure à 1 MΩ. Si l'une des mesures est inférieure à 1 MΩ, cela indique un problème de potentiel. Avant de continuer, il convient de résoudre le problème.
  - Court-circuiter le fil 1 et le fil 2 à l'extrémité (voir Figure N.1).
  - Mesurer la résistance de boucle entre le fil 1 et le fil 2.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

Anglais	Français
Resistance meter	Ohmmètre
Shield	Blindage
wire 1	Fil 1
wire 2	Fil 2
Connection between wire 1 and wire 2	Connexion entre le fil 1 et le fil 2

Figure N.1 – Mesure de la résistance de boucle fil à fil

- Etape 2:
  - Court-circuiter le fil 1 et le blindage à l'extrémité (voir Figure N.2).
  - Mesurer la résistance de boucle du fil 1 et du blindage à l'extrémité locale.

Légende

Anglais	Français
Resistance meter	Ohmmètre
Shield	Blindage
wire 1	Fil 1
Connection between wire 1 and shield	Connexion entre le fil 1 et le blindage

Figure N.2 – Mesure de la résistance de boucle fil 1/blindage

- Etape 3:
  - Court-circuiter le fil 2 et le blindage à l'extrémité (voir Figure N.3).
  - Mesurer la résistance de boucle du fil 2 et du blindage à l'extrémité locale.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

Anglais	Français
Resistance meter	Ohmmètre
Shield	Blindage
wire 2	Fil 2
Connection between wire 2 and shield	Connexion entre le fil 2 et le blindage

Figure N.3 – Mesure de la résistance de boucle fil 2/blindage

- Etape 4 (mesurer le court-circuit entre le fil 1 et le fil 2)
  - Court-circuiter le fil 2 et le blindage à l'extrémité (voir Figure N.4).
  - Mesurer la résistance de boucle du fil 1 et du blindage à l'extrémité locale.

Légende

Anglais	Français
Resistance meter	Ohmmètre
Shield	Blindage
wire 1	Fil 1
wire 2	Fil 2
Connection between wire 2 and shield	Connexion entre le fil 2 et le blindage

Figure N.4 – Mesure de la résistance pour la détection des courts-circuits de fil

- Etape 5:
  - Aucune connexion entre le fil 1 et le fil 2 à l'extrémité (voir Figure N.5).
  - Mesurer la résistance entre le fil 1 et le fil 2 à l'extrémité locale.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

Anglais	Français
Resistance meter	Ohmmètre
Shield	Blindage
wire 1	Fil 1
wire 2	Fil 2
Multiple network terminators	Plusieurs terminaisons de réseau

Figure N.5 – Mesure de la résistance entre le fil 1 et le fil 2

N.2.4 Calculs

N.2.4.1 Valeurs de la résistance en courant continu calculées des fils et du blindage

Prendre la résistance en courant continu classique d'un câble indiquée dans la fiche technique fournie par le fabricant du câble.

La valeur DCR-calc de chaque câble installé peut être calculée en multipliant cette valeur classique par unité de longueur par la longueur du câble.

$$\text{DCR-calc}_{(\text{fil})} = \text{DCR}_{(\text{fil de la fiche technique})} \times L$$

$$\text{DCR-calc}_{(\text{blindage})} = \text{DCR}_{(\text{blindage de la fiche technique})} \times L$$

où

L est la longueur connue du câble installé.

NOTE Ce calcul peut s'avérer inutile si le fabricant du câble fournit d'autres informations équivalentes (un tableau reprenant les valeurs de résistance en courant continu en fonction de la longueur du câble, par exemple).

N.2.4.2 Valeurs de la résistance en courant continu dérivées des fils et du blindage

Les valeurs de résistance en courant continu du fil et du blindage, ainsi que la différence de deux valeurs de ce type entre deux fils, peuvent être déduites des mesures réalisées entre l'étape 1 à 3, comme suit.

a) $\text{DCR}_{(\text{fil})} = 0{,}5 \times \text{DCR}_{(\text{étape 1})}$

   1) $\text{DCR}_{(\text{blindage_1})} = \text{DCR}_{(\text{étape 2})} - \text{DCR}_{(\text{fil})}$

   2) $\text{DCR}_{(\text{blindage_2})} = \text{DCR}_{(\text{étape 3})} - \text{DCR}_{(\text{fil})}$

   3) $\text{DCR}_{(\text{blindage})} = 0{,}5 \times (\text{DCR}_{(\text{blindage_1})} + \text{DCR}_{(\text{blindage_2})})$

b) $\text{DC}_{\text{unbal}} = |\text{DCR}_{(\text{étape 2})} - \text{DCR}_{(\text{étape 3})}|$

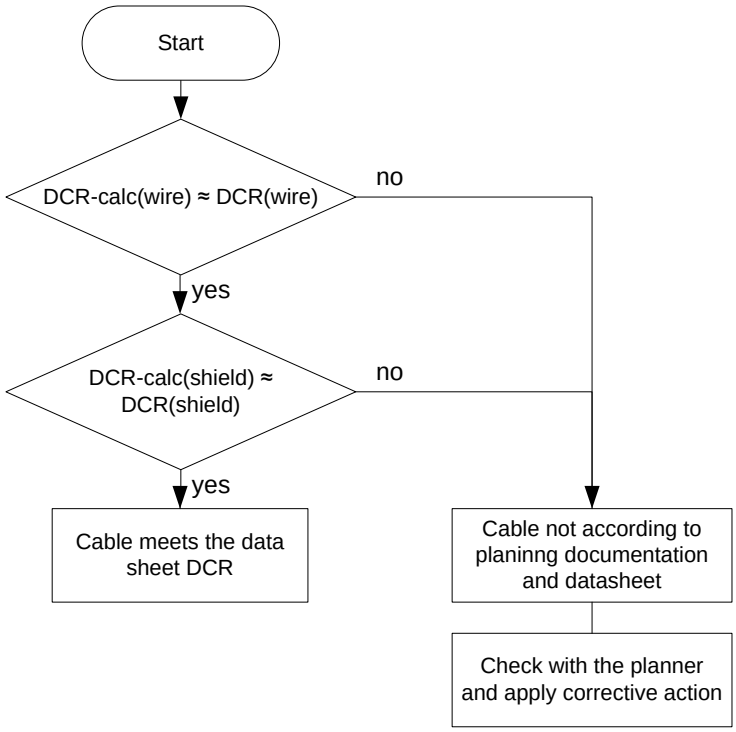
NOTE Cette méthode donne une exactitude d'environ 10 %. La validation du câble soumis à essai est satisfaite lorsque les valeurs mesurées et calculées se situent dans la limite des 10 %.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

N.2.5 Résultats de mesure

N.2.5.1 Validation de la résistance en courant continu du câble

La Figure N.6 illustre les conclusions pour la validation de la résistance en courant continu du câble installé par rapport à la fiche technique et au profil d'installation CP correspondant.



Légende

Anglais	Français
Start	Démarrage
DCR-calc(wire)=DCR(wire)	DCR-calc(fil)=DCR(fil)
DCR-calc(shield)=DCR(shield)	DCR-calc(blindage)=DCR(blindage)
yes	oui
no	non
Cable meets the datasheet DCR	Le câble satisfait à la résistance en courant continu indiquée dans la fiche technique
Cable not according to planning documentation and datasheet	Câble non conforme à la documentation de planification ni à la fiche technique
Check with the planner and apply corrective action	Consulter le planificateur et appliquer l'action corrective

Figure N.6 – Validation de la résistance en courant continu du câble

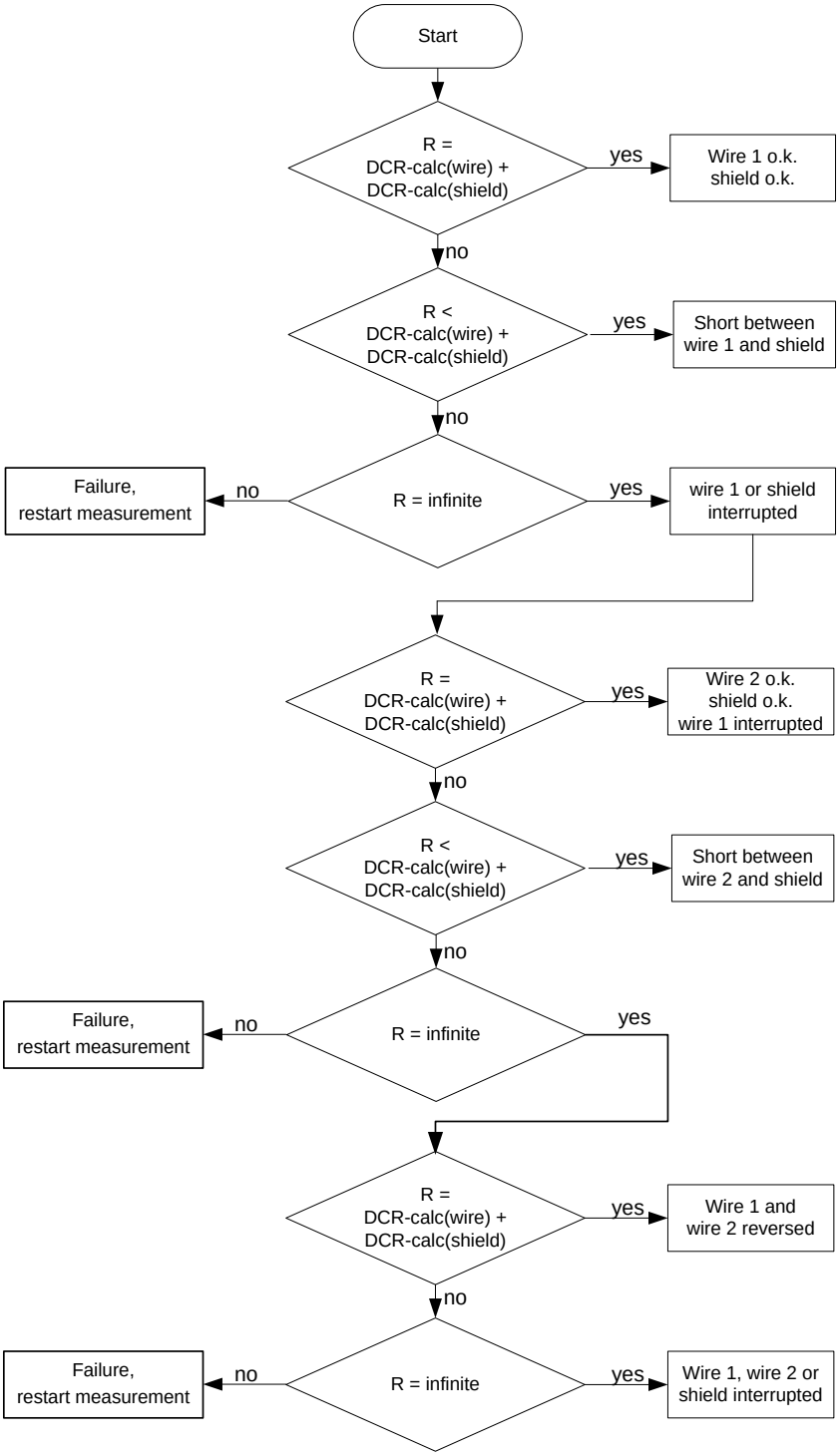
N.2.5.2 Conclusions pour les ouvertures ou courts-circuits de câble

La comparaison de la valeur $DCR\text{-}calc_{(fil)}$ avec la valeur $DCR_{(fil)}$ déduite des mesures réalisées aux étapes 1, 2 et 3, permet d'établir un bilan qualité des câbles installés.

Il convient que les valeurs $DCR_{(blindage)}$ calculées conformément à N.2.4.2 a)1) et N.2.4.2 a)2) soient identiques, à la précision de la mesure près.

La Figure N.7 illustre les conclusions pour les ouvertures ou courts-circuits de câble.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe



Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

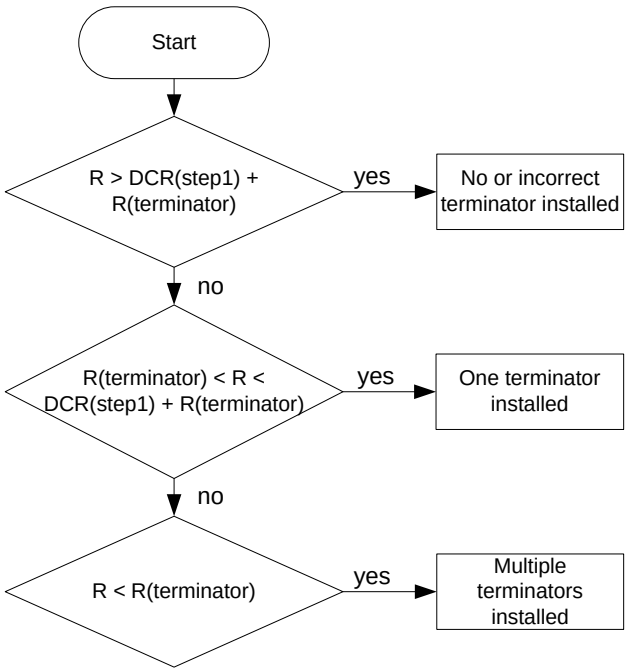
Anglais	Français
Start	Démarrage
R = DCR-calc(wire) + DCR-calc(shield)	R = DCR-calc(fil) + DCR-calc(blindage)
yes	oui
R < DCR-calc(wire) + DCR-calc(shield)	R < DCR-calc(fil) + DCR-calc(blindage)
Short between wire 1 and shield	Court-circuit entre le fil 1 et le blindage
no	non
Wire 1 o.k. shield o.k.	Fil 1 ok blindage ok
Failure, restart measurement	Anomalie, recommencer la mesure
R = infinite	R = infini
wire 1 or shield interrupted	fil 1 ou blindage interrompu
Wire 2 o.k. shield o.k. wire 1 interrupted	Fil 1 ok blindage ok fil 1 interrompu
Short between wire 2 and shield	Court-circuit entre le fil 2 et le blindage
Wire 1 and wire 2 reversed	Fil 1 et fil 2 inversés
Wire 1, wire 2 or shield interrupted	Fil 1, fil 2 ou blindage interrompu

Figure N.7 – Conclusions pour les ouvertures ou courts-circuits de câble

N.2.5.3 Détermination de la valeur de terminaison de câble correcte

La Figure N.8 présente les conclusions relatives à l'installation de la valeur et du nombre corrects de terminaisons conformément au profil d'installation CP correspondant.

Si la résistance de boucle du câble est significative par rapport à la valeur de terminaison, d'autres calculs peuvent s'avérer nécessaires pour déterminer si la terminaison est correcte.



Légende

R = valeur mesurée

R(terminaison) = terminaison conforme au profil d'installation correspondant

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Légende

Anglais	Français
Start	Début
R > DCR(Step 1) + R(terminator)	R > DCR(Etape 1) + R(terminaison)
yes	oui
No or incorrect terminator installed	Aucune terminaison ou terminaison incorrecte installée
no	non
R(terminator) < R < DCR(step 1) + R(terminator)	R(terminaison) < R < DCR(étape 1) + R(terminaison)
One terminator installed	Une terminaison installée
R < R(terminator)	R < R(terminaison)
Multiple terminators installed	Plusieurs terminaisons installées

Figure N.8 – Détermination de la valeur de terminaison de câble correcte

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Annexe O
(informative)

Liaison bout à bout

O.1 Généralités

La liaison bout à bout est un concept/une approche important(e) pour la conception, l'installation et l'essai des réseaux de communication, non seulement dans les sites industriels, mais aussi dans d'autres sites (tels que l'automatisation des bâtiments). Si une liaison bout à bout correcte n'est pas mise en place, il peut en résulter une perte de production dans l'usine/unité de fabrication.

La conception de ce câblage est généralement basée sur les modèles spécifiés dans l'ISO/CEI 11801 et l'ISO/CEI 24702. Dans ces normes, le câblage entre les deux dispositifs actifs (EQP) est appelé un canal et comprend différents types de câbles et un maximum de quatre connexions dans le canal, selon la mise en œuvre de référence. Les fiches aux deux extrémités qui sont reliées à la prise du matériel ne font pas partie du modèle de canal (voir Figure O.1). Les appareils de mesure classiques que l'on trouve dans le commerce effectuent une qualification du canal selon l'ISO/CEI 11801 sans tenir compte des fiches aux deux extrémités du canal.

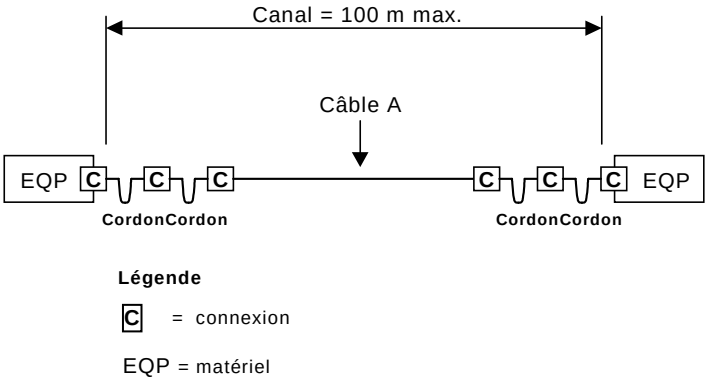


Figure O.1 – Canal conformément à l'ISO/CEI 11801

Dans les installations industrielles, l'utilisation de câbles pré-assemblés est souvent un inconvénient et n'est pas une pratique. En règle générale, les fiches aux deux extrémités sont assemblées sur site. Les câbles pré-assemblés sont généralement soumis à un procédé de fabrication basé sur la qualité. À titre d'exemple de câble assemblé sur site, on peut citer un câble contigu s'étendant sur une distance supérieure à 20 m, constitué d'un câble et de deux fiches. Inversement, la qualité des câbles assemblés sur site dépend des compétences de l'installateur. Du fait que la terminaison sur site peut ne pas satisfaire aux performances requises (NEXT, par exemple), il est indispensable de soumettre ces fiches associées au canal à un essai de qualification.

O.2 Liaison bout à bout

"Liaison bout à bout" (liaison E2E) désigne la combinaison du canal et de la fiche à chaque extrémité du canal. Dans ce cas, le niveau de référence de la mesure inclut les fiches (voir Figure O.2).

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

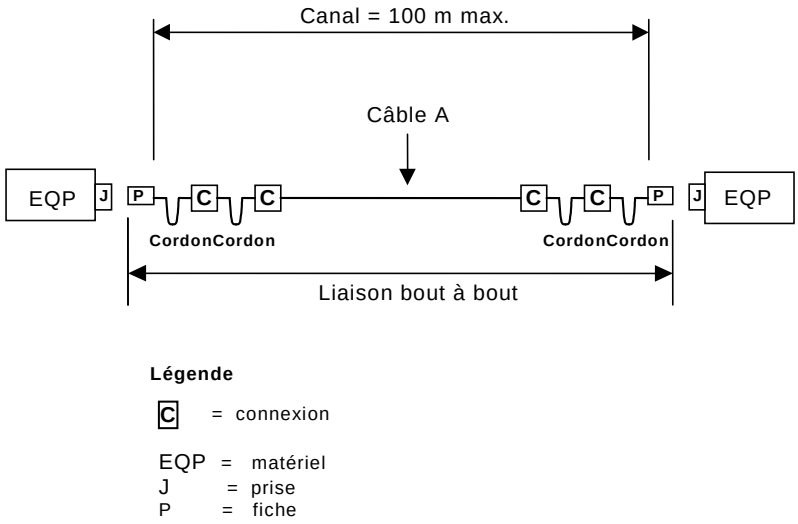


Figure O.2 – Liaison bout à bout

Dans de nombreuses installations, la conception d'une liaison E2E peut présenter des divergences par rapport à un canal tel que défini dans la mise en œuvre de référence.

Une liaison E2E peut comprendre les éléments suivants:

1) Une liaison E2E est globalement similaire à la liaison représentée à la Figure O.2 (liaison E2E composée d'un canal comportant 4 connexions au maximum, y compris la fiche à chaque extrémité du canal).

   NOTE 1 Les connexions C sont équivalentes à une connexion indépendamment du matériau utilisé pour la mise en œuvre de la connexion.

   NOTE 2 L'ensemble des éléments de câble peuvent être composés soit d'un matériau solide, soit d'un matériau torsadé (de 22 AWG à 26 AWG).

2) Un ou plusieurs cordons peuvent être placés dans une position quelconque à l'intérieur de la E2E, pas seulement aux extrémités.

3) Les cordons utilisés dans une liaison E2E peuvent avoir une spécification de perte d'insertion différente. La liaison E2E peut n'avoir aucune connexion (C) dans le canal.

4) La liaison E2E, ou certaines de ses parties, peuvent être installées dans un environnement dont la température peut passer de – 40 °C à + 70 °C (voir Introduction à la classification environnementale MICE dans l'ISO/CEI/TR 29106:2007, et au Tableau B.5).

O.3 Eléments à fournir

Pour la description normative, la conception et la validation d'une liaison E2E à l'aide d'un équipement de mesure, la description théorique et mathématique est nécessaire.

La liaison bout à bout nécessite:

– la création de programmes et de méthodes d'essai, et
– la définition des limites relatives aux paramètres d'intégrité de signal de la liaison E2E de la Classe D à la Classe E_A.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

O.4 Programmes et méthodes d'essai pour les liaisons bout à bout

O.4.1 Méthode d'essai 1 d'une liaison bout à bout

La méthode d'essai 1 d'une liaison E2E garantit que la liaison E2E est totalement fonctionnelle, uniquement pour la configuration de liaison E2E spécifiée ci-après.

Si la liaison E2E inclut des cordons aux deux extrémités, ou une liaison E2E à deux connexions, la fonctionnalité de la liaison E2E peut être confirmée par la réalisation des deux essais successifs suivants:

a) un essai de canal suivant l'ISO/CEI 11801 incluant le ou les cordons utilisés dans la liaison E2E,

b) et des essais de cordon sur le ou les cordons utilisés dans la liaison E2E aux limites de cordon appropriées suivant la CEI 61935-2.

Ces essais sont déjà spécifiés et peuvent être réalisés à l'aide du matériel d'essai sur site actuel.

O.4.2 Méthode d'essai 2 d'une liaison bout à bout

La méthode d'essai 2 d'une liaison E2E garantit que la liaison E2E est totalement fonctionnelle pour l'ensemble des configurations des liaisons E2E.

Cette méthode d'essai unique utilise:

– une méthodologie d'essai conforme aux exigences relatives aux essais de cordons,

– et les limites requises pour les performances du canal.

La seule différence entre la liaison E2E en essai et la liaison E2E en fonctionnement correspond à la différence entre une prise de référence du matériel d'essai et la prise utilisée dans le matériel actif. Cela implique que si l'essai est réalisé avec succès, mais que l'application échoue, cela est dû au matériel actif.

La méthode d'essai 2 de la liaison bout à bout fera l'objet d'une étude ultérieure.

Lorsque la méthode d'essai 2 sera disponible, elle sera utilisée pour qualifier toutes les configurations de liaisons E2E.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Bibliographie

[1] CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible sur <http://www.electropedia.org/)

[2] CEI 60060-1, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

[3] CEI 60079-11:2011, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque "i"*

[4] CEI 60079-14, *Atmosphères explosives – Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques*

[5] CEI 60228, *Âmes des câbles isolés*

[6] CEI 60332-1 (toutes les sous-parties), *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu*

[7] CEI 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

[8] CEI 60512-4 (toutes les sous-parties), *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 4: Essais de contrainte diélectrique*

[9] CEI 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

[10] CEI 60670-1:2002, *Boîtes et enveloppes pour appareillage électrique pour installations électriques fixes pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*

[11] CEI 60950-21, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 21: Téléalimentation*

[12] CEI 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

[13] CEI/TR 61000-5-2:1997, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation – Section 2: Mise à la terre et câblage*

[14] CEI 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

[15] CEI 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

[16] CEI 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

[17] CEI 61131-2:2007, *Automates programmables – Partie 2: Spécifications et essais des équipements*

[18] CEI 61158-1, *Réseauxde communication industriels – spécifications des bus de terrain Présentation et lignes directrices pour les séries CEI 61158 et CEI 61784*[32]

---

32 A publier.

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

[19] CEI 61508-4, *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité – Partie 4: Définitions et abréviations*

[20] CEI 61984:2008, *Connecteurs – Prescriptions de sécurité et essais*

[21] Guide CEI 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications* (disponible en anglais seulement)

[22] ISO/CEI 9314-3, *Systèmes de traitement de l'information – Interface de données distribuées sur fibre (FDDI) – Partie 3: Spécifications pour la couche physique déterminée par le milieu* (disponible en anglais seulement)

[23] ISO/CEI 9314-4, *Information technology – Fibre distributed data interface (FDDI) – Part 4: Single-mode fibre physical layer medium dependent (SMF-PMD)* (disponible en anglais seulement)

[24] ISO/CEI 15018, *Technologies de l'information – Câblage générique pour habitations*

[25] ISO/CEI/TR 29106:2007, *Information technology – Generic cabling – Introduction to the MICE environmental classification* (disponible en anglais seulement)

[26] EN 50174-1, *Technologies de l'information – Installation de câblage – Partie 1: Spécification de l'installation et assurance de la qualité*

[27] EIA/TIA 568, *Commercial building telecommunications cabling standard* (disponible en anglais seulement)

_____

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when print

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when print

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printe