

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) –
Part 7: CompoNet**

**Appareillage à basse tension – Interfaces appareil de commande-appareil (CDI) –
Partie 7: CompoNet**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

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.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62026-7

Edition 1.0 2010-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) –
Part 7: CompoNet**

**Appareillage à basse tension – Interfaces appareil de commande-appareil (CDI) –
Partie 7: CompoNet**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XJ

ICS 29.130.20; 33.200

ISBN 978-2-88912-284-4

CONTENTS

FOREWORD.....	13
INTRODUCTION.....	15
1 Scope	17
2 Normative references	17
3 Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	18
3.1 Terms and definitions	18
3.2 Symbols and abbreviated terms	21
4 Classification.....	22
4.1 General.....	22
4.2 Network specifications	24
4.3 Components	24
4.4 CompoNet communication model	25
4.5 CompoNet and CIP.....	25
5 Characteristics	26
5.1 Communication cycle.....	26
5.1.1 General	26
5.1.2 Time domains	26
5.1.3 A typical communication cycle.....	27
5.2 Messaging protocol.....	27
5.2.1 Message frame format	27
5.2.2 Message frame types	29
5.2.3 Explicit messaging	52
5.2.4 Explicit messaging client/server timing requirement	62
5.3 CompoNet communication object classes.....	64
5.3.1 General	64
5.3.2 Identity object class definition (class ID code: 01 _{Hex})	64
5.3.3 Message router object class definition (class ID code: 02 _{Hex}).....	64
5.3.4 Connection object class definition (class ID code: 05 _{Hex})	64
5.3.5 CompoNet Link object class definition (class ID code: F7 _{Hex}).....	74
5.3.6 CompoNet Repeater object (class ID code: F8 _{Hex}).....	80
5.4 Network access state machine	82
5.4.1 General	82
5.4.2 Network access events	82
5.4.3 State transition diagram	84
5.4.4 Data rate auto-detection.....	85
5.4.5 Duplicate MAC ID detection.....	86
5.4.6 Repeater behaviour.....	87
5.5 I/O connection	88
5.6 TDMA.....	88
5.6.1 General	88
5.6.2 Data link timing features.....	89
5.6.3 Calculation of Time Domain.....	92
5.7 Physical layer.....	98
5.7.1 General	98
5.7.2 Physical signalling	98
5.7.3 Master port requirements	98

5.7.4	Slave port requirements	101
5.7.5	Receiving signal requirements for master and slave ports	104
5.7.6	Requirements for digital processing	105
5.7.7	Recommended circuits and component parameters	108
5.7.8	Isolation	113
5.7.9	Transmission medium	114
5.7.10	Topology	115
5.7.11	Link power	121
5.7.12	Repeater implementation	124
6	Product information	125
7	Normal service, mounting and transport conditions	125
7.1	Normal service conditions	125
7.1.1	General	125
7.1.2	Ambient air temperature	126
7.1.3	Altitude	126
7.1.4	Climatic conditions	126
7.2	Conditions during transport and storage	126
7.3	Mounting	126
8	Constructional and performance requirements	126
8.1	Indicators and configuration switches	126
8.1.1	Status indicators	126
8.1.2	Switches	128
8.1.3	CompoNet marking	129
8.2	CompoNet cable	130
8.2.1	Overview	130
8.2.2	Cable profile template	131
8.2.3	Round cable I profile	132
8.2.4	Round cable II profile	134
8.2.5	Flat cable I profile	136
8.2.6	Flat cable II profile	139
8.3	Terminator	141
8.3.1	General	141
8.3.2	Terminating resistor	141
8.3.3	Terminating capacitor	141
8.4	Connectors	141
8.4.1	General	141
8.4.2	Template	141
8.4.3	Engaging specification for connector profiles: open, flat I, flat II	143
8.4.4	Specifications of hooks for connector profiles: open, flat I, flat II	145
8.4.5	Open connector profile	146
8.4.6	Profile of flat connector I	150
8.4.7	Profile of flat connector II	155
8.4.8	Profile of sealed M12 connector	158
8.5	Node power supply implementation	159
8.5.1	General	159
8.5.2	Requirement for node power supply connection	159
8.5.3	The requirements for nodes powered by network power supplies:	160
8.6	Miswiring protection	161
8.7	Electromagnetic compatibility (EMC)	161

8.7.1	General	161
8.7.2	Immunity.....	161
8.7.3	Emissions	162
9	Tests.....	162
9.1	General.....	162
9.2	Electrical testing.....	163
9.2.1	Slave port operation voltage test	163
9.2.2	Reverse connected power supply line.....	163
9.2.3	Momentary power interruption	164
9.2.4	Isolation.....	164
9.2.5	Input impedance	165
9.2.6	Output waveform.....	166
9.2.7	Minimum input waveform.....	166
9.2.8	Electromagnetic compatibility testing	167
9.3	Mechanical test	168
9.4	Logical test.....	168
9.4.1	General	168
9.4.2	Test of slaves and repeaters	168
9.4.3	Test of master.....	171
Annex A	(normative) CompoNet common services.....	174
Annex B	(normative) CompoNet error codes.....	175
Annex C	(normative) Connection path attribute definition	176
Annex D	(normative) Data type specification and encoding	177
Annex E	(normative) Communication objects library	181
Annex F	(normative) Value ranges	182
Annex G	(normative) CN default time domain	183
Bibliography	.....	187
Figure 1	– Segment layer	23
Figure 2	– CompoNet components	25
Figure 3	– Time domains.....	26
Figure 4	– A typical communication cycle	27
Figure 5	– A general frame.....	27
Figure 6	– Preamble of frames	28
Figure 7	– Transmission direction.....	28
Figure 8	– Transmission direction.....	29
Figure 9	– OUT frame format	30
Figure 10	– OUT command code.....	30
Figure 11	– TRG frame format.....	32
Figure 12	– TRG command code.....	32
Figure 13	– CN frame format.....	32
Figure 14	– CN command code	33
Figure 15	– IN frame format	34
Figure 16	– IN command code.....	35
Figure 17	– A_EVENT frame format	35

Figure 18 – A_EVENT command code.....	36
Figure 19 – B_EVENT frame format	37
Figure 20 – B_EVENT command code meanings	38
Figure 21 – B_EVENT message format	39
Figure 22 – E_CMD block	39
Figure 23 – Group block.....	40
Figure 24 – Item block	40
Figure 25 – Status Read (STR Response) event data	43
Figure 26 – Configuration event data (STW Request)	45
Figure 27 – Poll data.....	46
Figure 28 – B_EVENT general decoding phase	47
Figure 29 – Flow chart for processing a matched STW request	49
Figure 30 – BEACON frame format.....	50
Figure 31 – BEACON command code	50
Figure 32 – Object diagram of A_Event message flow	52
Figure 33 – A_EVENT message format	52
Figure 34 – Compact message type request format (non-fragmented frame/first fragment frame)	53
Figure 35 – Expanded message type request format (non-fragmented frame/first fragment frame)	54
Figure 36 – Compact/Expanded message successful response format (unfragmented frame/first fragment frame).....	54
Figure 37 – Compact/Expanded message unsuccessful response format (unfragmented frame/first fragment frame).....	55
Figure 38 – Compact/Expanded message request format for fragments	55
Figure 39 – Compact/Expanded message response format for fragments	55
Figure 40 – Service data format	56
Figure 41 – Predefined master/slave I/O connection state transition diagram	70
Figure 42 – Predefined master/slave I/O connection state transition diagram	72
Figure 43 – Connection flow.....	73
Figure 44 – Allocate request service data.....	78
Figure 45 – Allocate response service data	79
Figure 46 – Release request service data.....	79
Figure 47 – Reset service parameter.....	82
Figure 48 – State transition diagram.....	84
Figure 49 – Sub-state of non-participated state	85
Figure 50 – Sub-state of participated state	85
Figure 51 – Data rate detection diagram.....	86
Figure 52 – BEACON changed by repeaters	88
Figure 53 – Multicast I/O connections.....	88
Figure 54 – Master MAC and Phy. circuit diagram	89
Figure 55 – Slave MAC and Phy. circuit diagram	90
Figure 56 – Repeater MAC and Phy. circuit diagram	91
Figure 57 – Transmission process.....	92

Figure 58 – Transmission cycle model.....	93
Figure 59 – CnDefaultTimeDomain cycle model.....	95
Figure 60 – Master event communication model	96
Figure 61 – Slave event communication model	97
Figure 62 – Manchester encoding (inverted)	98
Figure 63 – Master port transmit mask	100
Figure 64 – Output waveform test circuit for master or slave port	101
Figure 65 – Slave port transmit mask	103
Figure 66 – Receive mask 1	104
Figure 67 – Receive mask 2	105
Figure 68 – Receive mask 3	105
Figure 69 – PHY/MAC interface diagram	106
Figure 70 – Digital receive mask 1	106
Figure 71 – Digital receive mask 2	107
Figure 72 – Digital receive mask 3	107
Figure 73 – Logical transmit mask	108
Figure 74 – Recommended circuit for a master port	109
Figure 75 – Recommended circuit for a slave port	110
Figure 76 – Transformer symbol.....	110
Figure 77 – Driver voltage measurement circuit	112
Figure 78 – Propagation delay test circuit.....	112
Figure 79 – An isolation example of a master port	113
Figure 80 – An isolation example of an I/O module with connectivity to other power sources	114
Figure 81 – An isolation example of a simple slave that requires connection to devices with ungrounded signal wiring	114
Figure 82 – An isolation example of a non-network powered slave	114
Figure 83 – Media topology	116
Figure 84 – Position of a terminator.....	117
Figure 85 – Number of devices per segment.....	117
Figure 86 – Cable length limitation Illustration	118
Figure 87 – Branch restriction	118
Figure 88 – Wiring selection.....	119
Figure 89 – General wiring method.....	120
Figure 90 – Flexible wiring method	121
Figure 91 – Power dispatching method	123
Figure 92 – Network segment powered by the master	123
Figure 93 – Connection with power supply	123
Figure 94 – Network segments powered by repeaters	124
Figure 95 – A simplified diagram for a repeater	125
Figure 96 – Outline of round cable II	136
Figure 97 – Outline of flat cable I	138
Figure 98 – Dimension of flat cable I	139
Figure 99 – Outline of flat cable II	140

Figure 100 – Dimension of flat cable II	141
Figure 101 – Engaging dimensions of plug connector	143
Figure 102 – Contact space for plug connector.....	144
Figure 103 – Engaging dimensions of jack connector.....	145
Figure 104 – Connector hook	146
Figure 105 – Open connector plug (informative)	148
Figure 106 – Open connector jack (informative).....	149
Figure 107 – Method to measure contact resistance (open connectors).....	150
Figure 108 – De-rating current for connectors.....	150
Figure 109 – Flat connector I plug	153
Figure 110 – Flat connector I jack <u>(informative)</u>	154
Figure 111 – Method to measure contact resistance (flat I, II connectors).....	155
Figure 112 – Flat connector II plug <u>(informative)</u>	157
Figure 113 – Flat connector II jack <u>(informative)</u>	157
Figure 114 – Marking connector for trunk lines	158
Figure 115 – M12 connector pinout	159
Figure 116 – Link power circuits.....	160
Figure 117 – Power-drop along a cable	160
Figure 118 – Power design for a node (informative)	161
Figure 119 – Operating voltage test circuit	163
Figure 120 – Reverse connected power supply line	164
Figure 121 – Isolation	165
Figure 122 – Input impedance	165
Figure 123 – Output slave test circuit for slave port	166
Figure 124 – Minimum input waveform test circuit.....	167
Figure 125 – Minimum input waveform test system	167
Figure 126 – Data link test for slave and repeater DUT	169
Figure 127 – Test configuration for minimum traffic of master DUT	172
Figure 128 – Test configuration for proxy of master DUT	173
Figure D.1 – An example to generate CRC	180
Table 1 – Network specifications	24
Table 2 – OSI reference model and CompoNet.....	26
Table 3 – Command codes.....	28
Table 4 – Command restrictions for slave MAC	29
Table 5 – Block name description.....	30
Table 6 – CN target	30
Table 7 – I/O refresh.....	31
Table 8 – Block name description.....	32
Table 9 – Block name description.....	33
Table 10 – Duplication checking function status.....	33
Table 11 – A_EVENT sending request.....	33
Table 12 – Status of CN frames	34

Table 13 – Warning bit of CN frames.....	34
Table 14 – Alarm bit of CN frames.....	34
Table 15 – Block name description.....	34
Table 16 – Encoded length	35
Table 17 – Block name description.....	36
Table 18 – Acknowledgement bit of A_EVENT.....	36
Table 19 – Command type of A_EVENT	36
Table 20 – Block name description.....	37
Table 21 – Acknowledgement bit of B_EVENT.....	38
Table 22 – Command type of B_EVENT	38
Table 23 – E_CMD block meanings.....	39
Table 24 – Group block meanings	40
Table 25 – Item block meanings.....	40
Table 26 – Processing rules for a STR request.....	48
Table 27 – Processing rules for an A_EVENT poll request.....	48
Table 28 – Processing rules for a STW request.....	48
Table 29 – STW request commands.....	50
Table 30 – Block name description.....	50
Table 31 – Control code of BEACON frames	51
Table 32 – Speed Code of BEACON frames	51
Table 33 – Control code format	56
Table 34 – A Data encoding example	58
Table 35 – Fragment type values	59
Table 36 – Fragmented transmission.....	60
Table 37 – Fragmented reception.....	61
Table 38 – Explicit message timeout values	63
Table 39 – Maximum value of expected packet rate.....	65
Table 40 – CompoNet connection object attribute access rules.....	65
Table 41 – CompoNet Link object specific additional error codes	68
Table 42 – Connection instance ID for predefined master/slave connections	69
Table 43 – Default multicast poll connection object attribute values	69
Table 44 – Predefined master/slave I/O connection state event matrix	70
Table 45 – CompoNet Link class attributes.....	74
Table 46 – CompoNet Link class services	74
Table 47 – CompoNet Link instance attributes.....	74
Table 48 – MAC ID range.....	75
Table 49 – Data rate	76
Table 50 – Allocation choice	76
Table 51 – Data rate switch value	76
Table 52 – Bit definitions for node state octet.....	77
Table 53 – Bit definitions for node network state.....	77
Table 54 – CompoNet Link object common services	77
Table 55 – CompoNet Link Object class specific services	78

Table 56 – Allocation choice octet contents	78
Table 57 – EPR value	79
Table 58 – Explicit message timer	79
Table 59 – Release master/slave connection set request parameters	79
Table 60 – Release choice octet contents	80
Table 61 – Repeater class attribute	80
Table 62 – Repeater class services	80
Table 63 – Instance attributes of repeater class	81
Table 64 – Repeater common service	82
Table 65 – Reset attributes	82
Table 66 – Data rate and network watchdog time periods	83
Table 67 – Description of the state machine	84
Table 68 – Duplicate MAC ID detection mechanism	87
Table 69 – Repeating directions of frames	87
Table 70 – Master timing features	89
Table 71 – Slave timing features	90
Table 72 – Repeater timing features	91
Table 73 – Cable propagation delay	91
Table 74 – Maximum cable length	92
Table 75 – Parameters in TimeDomain calculation	92
Table 76 – Frame marks	93
Table 77 – TimeDomain settings for nodes at first segment layer	94
Table 78 – TimeDomain settings for nodes at 2 nd and 3 rd segment layers	94
Table 79 – Repeater delay for CnDefaultTimeDomain calculation	95
Table 80 – Parameters for CnDefaultTimeDomain calculation	95
Table 81 – First segment layer settings	96
Table 82 – Settings for 2 nd and 3 rd segment layers	96
Table 83 – Parameters for Event Time Domain calculations	97
Table 84 – CompoNet Manchester encoding	98
Table 85 – Allowable connectors for the master port	98
Table 86 – Master port impedance during receive	99
Table 87 – Master port impedance during transmit	99
Table 88 – Master port transmit specifications for data rate of 4 Mbit/s; 3 Mbit/s and 1,5 Mbit/s	100
Table 89 – Master port transmit specifications for data rate of 93,75 kbit/s	100
Table 90 – Allowable connectors for permanently attached cables	101
Table 91 – Allowable connectors for the slave port	101
Table 92 – Slave port impedance during receive	102
Table 93 – Slave port impedance during transmit	102
Table 94 – Slave port transmit specifications for data rate of 4 Mbit/s; 3 Mbit/s and 1,5 Mbit/s	103
Table 95 – Slave port transmit specifications for data rate of 93,75 kbit/s	103
Table 96 – Specifications for digital receive mask 1	106
Table 97 – Specifications for digital receive mask 2	107

Table 98 – Specifications for digital receive mask 3	107
Table 99 – Specifications for logical transmit	108
Table 100 – Specification for pulse transformer	111
Table 101 – Specifications for transformer core	111
Table 102 – Specifications for transceiver	112
Table 103 – Sending	113
Table 104 – Receiving	113
Table 105 – Cable types	115
Table 106 – Cable conductor colours	115
Table 107 – CompoNet round cable I: network limitations	117
Table 108 – CompoNet 4-conductor cables: network limitations	118
Table 109 – Resistance characteristics	121
Table 110 – Network power supply specifications	121
Table 111 – Local power supply specifications	122
Table 112 – Node external power supply specifications	122
Table 113 – Module status indicator	127
Table 114 – CDI status indicator	127
Table 115 – Data rate switch encoding	128
Table 116 – Addresses switches	128
Table 117 – Indicator marking	129
Table 118 – Node address switch and device type marking	129
Table 119 – Connector marking	130
Table 120 – Cable profile: data pair specification	131
Table 121 – Cable profile: d.c. power pair specification	131
Table 122 – Cable profile: general specification	132
Table 123 – Round cable I: data pair specification	133
Table 124 – Round cable I: d.c. power pair specification	133
Table 125 – Round cable I: general specification	134
Table 126 – Round cable II: data pair specification	135
Table 127 – Round cable II: d.c. power pair specification	135
Table 128 – Round cable II: general specification	136
Table 129 – Flat cable I: data pair specification	137
Table 130 – Flat cable I: d.c. power pair specification	137
Table 131 – Flat cable I: general specification	138
Table 132 – Flat cable II: data pair specification	139
Table 133 – Flat cable II: d.c. power pair specification	140
Table 134 – Flat cable II: general specification	140
Table 135 – Connector profile template	142
Table 136 – Specification of open connector	147
Table 137 – Specification of flat connector I	151
Table 138 – Specification of flat connector II	155
Table 139 – Specification of sealed M12 connector	158
Table 140 – Input impedance for master	166

Table 141 – Input impedance for slave	166
Table B.1 – Newly defined CompoNet error codes	175
Table F.1 – MAC ID and node address ranges.....	182
Table G.1 – CN default time domain table for 4 Mbit/s data rate.....	183
Table G.2 – CN default time domain table for 3 Mbit/s data rate.....	184
Table G.3 – CN default time domain table for 1,5 Mbit/s data rate.....	185
Table G.4 – CN default time domain table for 93,75 kbit/s data rate	186

NOTE This page was inserted to preserve the even/odd alignment of the following pages.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –
CONTROLLER-DEVICE INTERFACES (CDIs) –****Part 7: CompoNet**

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.

International Standard IEC 62026-7 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This standard cancels and replaces IEC/PAS 62026-7 published in 2009. This first edition constitutes a general technical revision with clarifications only and with no significant change in the technology.

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

FDIS	Report on voting
17B/1712/FDIS	17B/1722/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.

A list of all parts of the IEC 62026 series can be found, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs)*, on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

INTRODUCTION

CompoNet™ is intended for use in, but is not limited to, industrial automation applications. These applications may include devices such as limit switches, proximity sensors, electro-pneumatic valves, relays, motor starters, operator interface panels, analogue inputs, analogue outputs and controllers.

Patent declaration

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of the following patents owned by OMRON Corporation:

JP Patent Number 4023342	DUPLICATE MAC. ADDRESS DETECTING METHOD, SLAVE AND MASTER IN FIELD BUS SYSTEM, AND FIELD BUS
JP Patent Number 4107110	FIELD BUS SYSTEM, CONNECTION CONFIRMING METHOD AND MASTER
JP Patent Number 3293089	REMOTE I/O SYSTEM FOR PLC AND EXECUTION METHOD THEREOF
JP Patent Number 3925660 and its counterpart patents in other countries	STARTING CONTROL METHOD OF COMMUNICATION MASTER
JP Patent Number 4006605 and its counterpart patents in other countries	COMMUNICATION SYSTEM REDUCED IN INFLUENCE OF REPEATER DELAY
JP Application Number 2004-059864	COMMUNICATION DEVICE AND NETWORK SYSTEM
JP Application Number 2004-022243	CONNECTOR FOR CONNECTION CABLE
JP Application Number 2007-167281	COMMUNICATION SYSTEM REDUCED IN INFLUENCE OF REPEATER DELAY
JP Application Number 2005-252414	NETWORK REPEATING WITH FILTERING FUNCTION
JP Application Number 2005-252758	A EVENT COMMUNICATION METHOD FOR PROGRAMABLE CONTROLLER SYSTEMS
JP Application Number 2005-203496	GETTING NETWORK CONFIGURATION INFORMATION IN PLC SYSTEMS
JP Application Number 2002-334265	A I/O MAPPING METHOD FOR NETWORK SYSTEMS AND CONTROLLERS
JP Application Number 2005-252682	A SCHEDULING METHOD FOR EVENT COMMUNICATIONS
JP Application Number 2005-105543 and its counterpart patents in other countries	RECEIVED DATA COMPENSATION DEVICE

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of these patent rights.

The holder of this patent right has assured the IEC that he/she is willing to negotiate licences under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the

world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from:

ODVA, Inc.
2370 E. Stadium Boulevard #1000
Ann Arbor, Michigan U.S.A. 48104

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO (www.iso.org/patents) and IEC (http://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) maintain on-line data bases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult the data bases for the most up to date information concerning patents.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR – CONTROLLER-DEVICE INTERFACES (CDIs) –

Part 7: CompoNet

1 Scope

This part of IEC 62026 specifies an interface system providing bit-level and word-level communication between a controller and control circuit devices such as sensors, actuators, and switching elements. The interface system uses cabling with round or flat profiles containing a two conductor signalling pair and optionally a two conductor power supply pair. This part establishes requirements for the interchangeability of components with such interfaces.

This part of IEC 62026 specifies the following particular requirements for CompoNet™¹⁾:

- requirements for interfaces between a controller and control circuit devices;
- normal service conditions for devices;
- constructional and performance requirements;
- tests to verify conformance to requirements.

These particular requirements apply in addition to the general requirements of IEC 62026-1.

2 Normative references

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

IEC 60512-1, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1: General*

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

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

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

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

¹⁾ CompoNet™ is a trade name of Open DeviceNet Vendor Association, Inc. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this standard does not require use of the trade name CompoNet™. Use of the trade name CompoNet™ requires permission of Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

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

IEC 61131-2, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61158-5-2:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-2: Application layer service definition – Type 2 elements*

IEC 61158-6-2:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-2: Application layer protocol specification – Type 2 elements*

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

IEC 62026-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 1: General rules*

CISPR 11:2009, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

ISO/IEC 7498-1, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1.1

BEACON

frame generated by the master to notify slaves and repeaters of the present transmission speed and network connection information

3.1.2

bit slave

I/O device working with data lengths not more than 4 bits

3.1.3

branch

a piece of cable making a T connection to a trunk or sub-trunk

3.1.4

CDI status indicator

visual indication reporting the status of the communication link at a CompoNet device

3.1.5

circuit speed

baud rate

communication rate in signalling symbols or marks/s on the transmission medium

NOTE Each CompoNet bit is Manchester encoded using two marks so a circuit speed of 6 Mmarks/s gives a transmission speed or data rate of 3 Mbits/s.

3.1.6**explicit message**

command requesting the performance of a particular task and return of the results of the task performance to the requesting entity

[IEC 62026-3, 3.1.22, modified]

3.1.7**IN slave**

addressable I/O device with only an input function, able to produce data for input to the master without consuming data

3.1.8**mark**

signal symbol used in Manchester encoding technology and transmitted on the bus

NOTE Each data bit is encoded using 2 marks such that data 1 encodes to “01”, and data 0 encodes to “10”.

3.1.9**master**

device that controls communication

NOTE There is only one master in a CompoNet network.

3.1.10**master port**

port on a master or a repeater with built-in terminators

NOTE There is only one master port in a trunk or sub-trunk.

3.1.11**MIX slave**

addressable I/O device with both an input and an output function, able to consume output data from the master and produce data for input to the master

NOTE The produced and consumed data sizes may be different.

3.1.12**MS LED indicator****module status indicator**

visual indication reporting the power and operational state of a CompoNet device

3.1.13**node**

device with a unique MAC ID

3.1.14**OUT slave**

addressable I/O device with only an output function, able to consume output data from the master without producing data for input to the master

3.1.15**repeater**

addressable device used for network expansion and communication signal modification

NOTE Repeaters can communicate with a master and execute functions such as message filtering to improve network communication efficiency, they are not passive devices.

**3.1.16
segment**

a collection of nodes and connecting physical media on a trunk or sub-trunk bounded by a master port and a terminator

**3.1.17
slave**

addressable device with actual I/O data

NOTE The maximum number of slaves in a CompoNet network is 384.

**3.1.18
slave port**

ports on a slave device or a repeater with no built-in terminators

3.1.19

STRNP

STR command targeted at a non-participated node

3.1.20

STRP

STR command targeted at a participated node

3.1.21

STWNP

STW command targeted at a non-participated node

3.1.22

STWNP_Reset

STWNP command with the parameter "ResetRequest = 1"

3.1.23

STWNP_Run

STWNP command with the parameter "Running=1"

3.1.24

STWP

STW command targeted at a participated node

3.1.25

STWP_Reset

STWP command with the parameter "ResetRequest = 1"

3.1.26

STWP_Standby_Lock

STWP command with the parameter "Running=0, UnRegistrant=1"

3.1.27

STWP_Standby_Offline

STWP command with the parameter "Running=0, UnRegistrant=0"

3.1.28

sub-branch

branch off another branch

3.1.29**sub-trunk**

shortest communication line from the master port of a repeater to a terminator without going through another master port

NOTE 1 Sub-trunk refers to cabling connected to the master port of a repeater, it is a trunk line that is downstream of a repeater.

NOTE 2 A trunk or sub-trunk may be extended by daisy-chaining of connectors at a device

3.1.30**T-branch**

a portion of cable connected to a trunk or sub-trunk by a T-connector

NOTE A T-branch may be extended by daisy-chaining of connectors at a device.

3.1.31**terminating capacitor**

capacitor in a terminator

3.1.32**terminating resistor**

resistor in a terminator

3.1.33**terminator**

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

NOTE 1 In some instances, the terminator may be embedded in an end device or in a connector.

[IEC 61918, 3.1.65]

NOTE 2 For the purpose of this standard, a terminator consists of a terminating resistor and a terminating capacitor.

3.1.34**transmission speed****data rate**

communication rate in data bits/s on the transmission medium

NOTE Each CompoNet data bit is Manchester encoded using two marks, so the transmission speed in bits/s is half the circuit speed in marks/s.

3.1.35**trunk**

shortest communication line from a master to a terminator on the same segment

NOTE A trunk or sub-trunk may be extended by daisy-chaining of connectors at a device.

3.1.36**word slave**

I/O device working with data in 16 bit word(s)

3.2 Symbols and abbreviated terms

A_EVENT	Application <u>EVENT</u> communication
B_EVENT	Base memory <u>EVENT</u> communication
BEACON	notification frame generated by the master
CDI	controller device interface
CRC	cyclic redundancy check

CN	<u>C</u> on <u>N</u> ection status
EPR	expected package rate
EUT	equipment under test
IN	input data
LED	light emitting diode
LSB	least significant bit
MAC	media access controller
OUT	<u>O</u> U <u>T</u> put data
PHY	physical layer
PWB	printed wiring board
RMS	root mean square
SID	security identifier
SEM	state event matrix
STR	status read of B_Event frame
STW	status write of B_Event frame
TRG	<u>T</u> R <u>I</u> g <u>g</u> er
UCMM	unconnected message manager

4 Classification

4.1 General

CompoNet is a low-level network that provides high-speed communication between higher-level devices such as controllers and simple industrial devices such as sensors and actuators.

CompoNet connects controllers with sensors and actuators. The controller acts as the master while the sensors and actuators act as the slaves. Two types of slaves are provided. One is a Bit slave with up to 4-point data, and the other is a Word slave with 16-point data. Repeaters extend the communication length.

CompoNet usually consists of several segments each separated by a repeater. Each segment is connected on the network, but is classified from the viewpoint of the physical layer. As shown in Figure 1, the segment that has the master is called the first segment layer. Second and third segment layers can be added using repeaters, but no more than 2 such extra segments can be added. Thus master to slave separation is never more than 2-repeaters or 3-segments. A total of 64 repeaters can be used in one network. All segments shall operate at the same transmission speed.

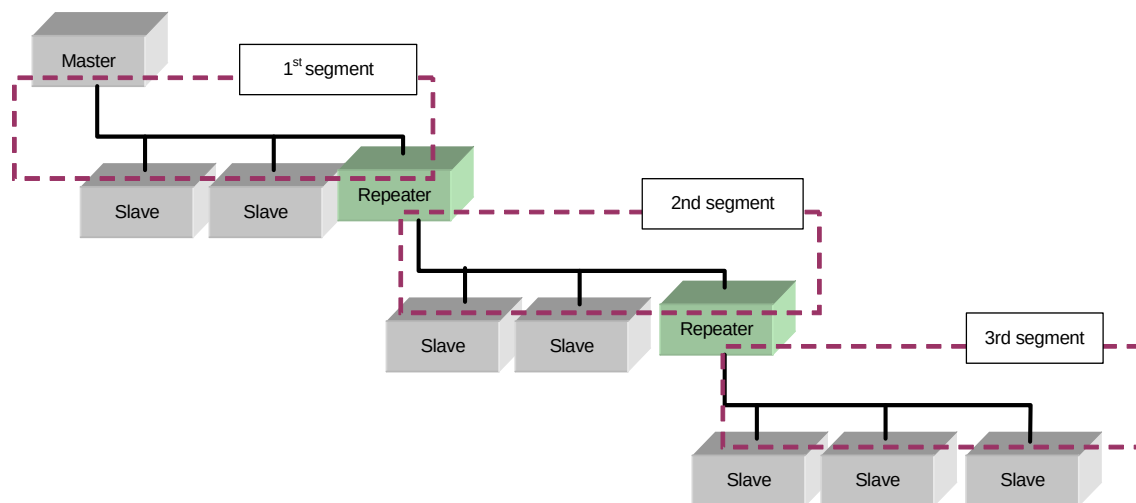


Figure 1 – Segment layer

The master or repeaters shall be connected at the end of segments.

A total of 384 slaves are connectable, i.e. 256 Bit slaves and 128 Word slaves. Within the restrictions set by the physical layer, however, a segment can have up to 32 slave or repeater nodes in total.

Four types of network cables are supported:

- round cable I, a 2-conductor unshielded round cable;
- round cable II, a 4-conductor unshielded round cable;
- flat cable I, a 4 conductor flat cable;
- flat cable II, a 4 conductor flat cable with additional covering.

While 2-conductor cables transmit only communication signals, 4-conductor cables transmit both communication signals and power.

Transmission speed is selectable among 4 Mbit/s; 3 Mbit/s; 1,5 Mbit/s and 93,75 kbit/s. The speed decides the maximum length of a trunk line. It is 30 m at 4 Mbit/s and 3 Mbit/s, 100 m at 1,5 Mbit/s, and 500 m at 93,75 kbit/s. Branching is supported in all speeds except for 4 Mbit/s.

CompoNet uses Manchester encoding technology to achieve higher reliability. For insulation, the physical layer circuits use pulse transformers and differential communication transceivers. The physical layer has master ports and slave ports. A master port has a built-in terminator, and is used by a master and a repeater. Slave ports have no terminators, and are used by slaves and repeaters.

CompoNet supports I/O data communication as well as explicit message communication. The master controls all communication in accordance with configuration settings. The master divides the communication cycle into multiple time domains, and allocates some to I/O communication and others to explicit message communication. Thus efficient communication is realized. For I/O communication, a time domain is allocated in every cycle interval, so that punctuality and time synchronisation is ensured. For explicit message communication, the time domain allocation varies with network load. Therefore, punctuality is not ensured.

4.2 Network specifications

Network specifications are shown in Table 1.

Table 1 – Network specifications

Item	Specification
Topology	Multi-drop and T-branch methods using passive cable components
Transmission speed	4 Mbit/s, 3 Mbit/s, 1,5 Mbit/s, 93,75 kbit/s
Transmission distance	Shall be described separately
Communication cycle	Shall be described separately
Communication media	CompoNet round cables CompoNet flat cables
Connectable master	CompoNet Master. Only one master is allowed in a CompoNet network
Connectable repeater	CompoNet Repeater
Connectable slave	CompoNet Word slaves CompoNet Bit slaves
Maximum number of repeaters in a network	64
Maximum number of nodes in a segment	A maximum of 32 nodes connected to the segment master port
Maximum number of I/O nodes in networks with repeaters	Maximum of 64 IN and 64 OUT word slaves, total 128 Maximum of 128 IN and 128 OUT bit slaves, total 256 Additional rules apply to networks using MIX slaves
Maximum number of I/O nodes in networks without repeaters	32
Available node address	
Word	IN 0 to 63
Word	OUT 0 to 63
Bit	IN 0 to 127
Bit	OUT 0 to 127
Repeater	0 to 63
Number of occupied points per I/O node address	16 points per word-slave address 2 points per bit-slave address
Repeater availability	Maximum 64 repeaters in a network
Maximum segment layers	3
Automatic data rate function	Supported by the MAC

4.3 Components

CompoNet network consists of the following components used to form a network as shown in Figure 2:

- **CompoNet master:** a device that controls communication. There is only one master in a CompoNet network;
- **CompoNet slave:** a device that produces and consumes actual I/O data. There are two types of slaves, Word slaves and Bit slaves. Word slaves deal with 8 bit data words. Bit slaves deal with 2 or 4 bit data units to improve communication efficiency of simple devices;

- **CompoNet repeater:** a device that provides network expansion and communication signal modification. Each repeater has a node address. It can communicate with a master and execute some intelligence functions to improve network communication efficiency. They are not passive devices;
- **CompoNet power supply:** a device providing 24 V d.c.. On 4-conductor segments, power shall be supplied at the master port. On 2-conductor segments, an individual power supply shall be used at each slave;
- **CompoNet terminator:** a passive device to improve communication performance. A terminator shall be mounted on the farthest end of the trunk line from the master port of a master or a repeater. All terminators include a resistance connected between the signal lines and a 4 cable terminator also includes a capacitor connected between the power lines.

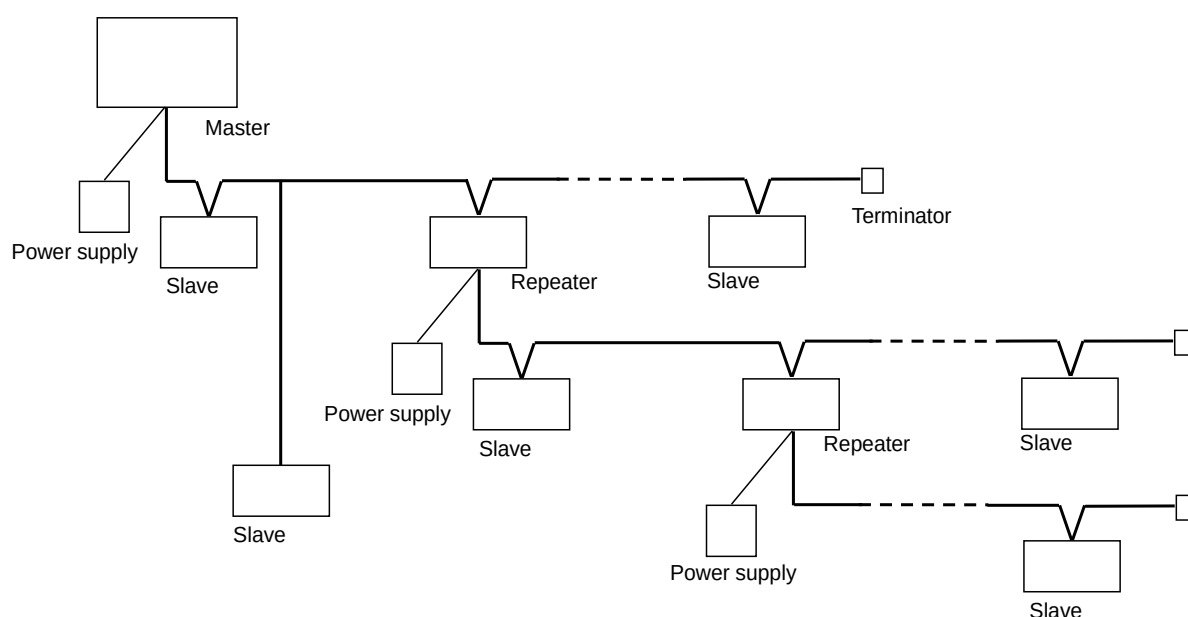


Figure 2 – CompoNet components

4.4 CompoNet communication model

The abstract object-oriented communication model of a node includes the following:

- **Unconnected message manager (UCMM):** processes unconnected explicit messages;
- **Identity object:** identifies and provides general information about the device;
- **Connection class:** allocates and manages internal resources associated with both I/O and explicit messaging connections;
- **Connection object:** manages the communication specific aspects associated with a particular application-to-application relationship;
- **CompoNet link object:** provides the configuration and status of a physical CompoNet CDI;
- **Message router:** forwards explicit request messages to the appropriate object;
- **Application objects:** implement the intended purpose of the product.

4.5 CompoNet and CIP

CompoNet upper layers use a subset of the Common Industrial Protocol (CIP™) and services specified in IEC 61158-5-2 and IEC 61158-6-2.

The relationships between CompoNet, CIP and the OSI reference model (ISO/IEC 7498-1) are shown in Table 2.

Table 2 – OSI reference model and CompoNet

ISO OSI	CompoNet
7	CIP
6	null
5	null
4	null
3	null
2	CompoNet time domain
1	CompoNet physical layer
0	cable and connector

5 Characteristics

5.1 Communication cycle

5.1.1 General

In a CompoNet network, the master controls bus communications according to its configuration. A master divides a communication cycle into several time domains or time slots.

5.1.2 Time domains

CompoNet conducts arbitration under strict time supervision managed by the master. The communication cycle is partitioned into time domains as shown in Figure 3. Each node obtains the right to send data to the network within a specified time period after the completion of the OUT time domain.

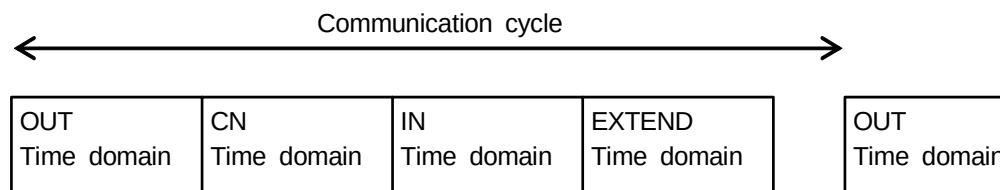


Figure 3 – Time domains

The first domain of each communication cycle is the OUT time domain. Subsequent domains are CN time domain, IN time domain, and EXTEND time domain.

- **OUT Time Domain:** the master sends an OUT frame or a TRG frame in this period.
- **CN Time Domain:** CN frames are sent in this period. The number of CN frames is set by the master.
- **IN Time Domain:** IN frames are sent in this period consecutively by all input type devices.
- **EXTEND Time Domain:** the master executes message communications in this period. Event frames, i.e. A_EVENT frames and B_EVENT frames, can be sent in this period. BEACON frames shall be sent periodically. The master can send a BEACON before every OUT time domain starts, or in an idle EXTEND time domain.

5.1.3 A typical communication cycle

The master sends an OUT frame first. Completion of the OUT frame triggers slaves and repeaters to start their timers. The slaves or repeaters addressed by the "CN Request MAC ID Mask" field in the OUT frame transmit their CN frames consecutively. This is followed by the IN frames from any IN devices in the Participated state, except for EventOnly substate, at a pre-defined time sequence (see Figure 4). Then, an event command frame and a possible immediate acknowledge frame may be transmitted on the bus, depending on the master scheduling. The master, slaves and repeaters can send an event command frame, and the node designated in the event command frame Destination MAC ID field sends an event acknowledge frame, if it is required.

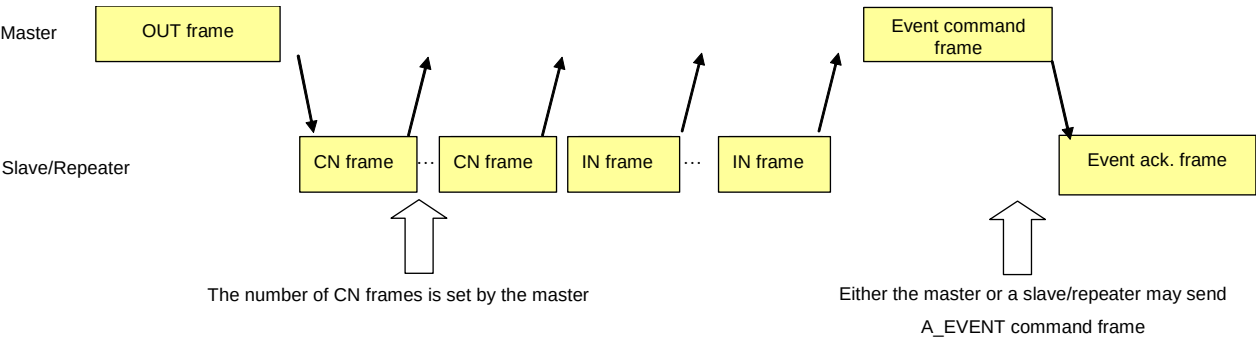


Figure 4 – A typical communication cycle

5.2 Messaging protocol

5.2.1 Message frame format

5.2.1.1 General

A typical message frame is composed of Preamble, Command Code, Command-Code-dependent block(s), and CRC, as shown in Figure 5.

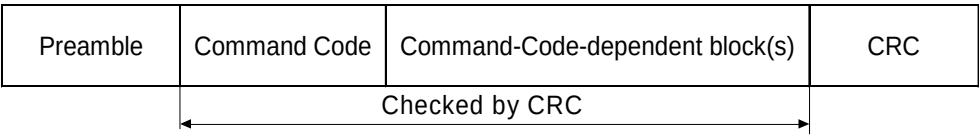


Figure 5 – A general frame

There are seven types of frames:

- OUT stands for OUTput data.
- TRG stands for TRiGger.
- CN stands for ConNection status.
- IN stands for Input data.
- A_EVENT stands for Application EVENT communication.
- B_EVENT stands for Base memory EVENT communication.
- BEACON notification frame generated by the master.

Command Code definitions are presented in Table 3.

Table 3 – Command codes

Command code							Meaning
B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
0	0	0	1	x	x	x	OUT
0	0	1	1	x	x	x	TRG
0	1	x	x				CN
1	0						IN
1	1	1	x	x	x		A_EVENT
1	1	0	x	x	x		B_EVENT
0	0	0	0	1			BEACON

All frames use the same Preamble.

Two types of CRC generator polynomials, CRC8 (8-bit) and CRC16 (16-bit), are used.

5.2.1.2 Preamble

The preamble part of a frame consists of 10 marks: 0011 1001 10. See Figure 6.

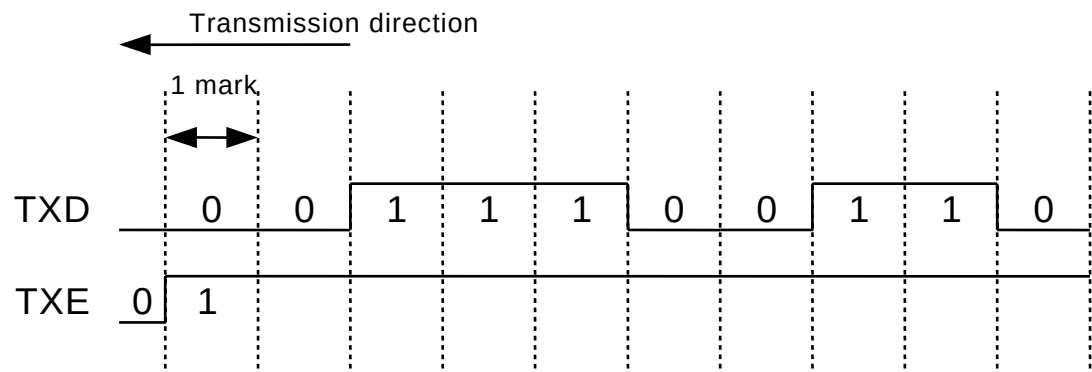


Figure 6 – Preamble of frames

5.2.1.3 CRC generator polynomials

2 types of CRC generator polynomials are used. See Figure 7 and Figure 8.

CRC8 employs the generator polynomial of $X^8 + X^7 + X^4 + X^3 + X + 1$

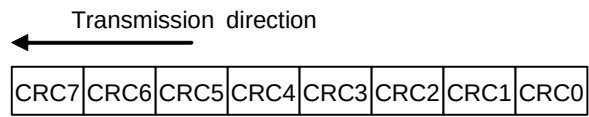


Figure 7 – Transmission direction

CRC16 uses CRC-CCITT, the generator polynomial is $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$.

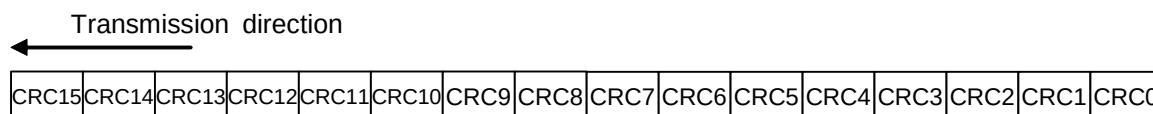


Figure 8 – Transmission direction

5.2.1.4 Transmission directions of command code and command-dependent block

The transmission directions are LSB first as described below:

- the transmission direction for the Command Code is LSB first, i.e. starts from B0;
- the transmission direction for MAC ID is LSB first;
- the transmission direction for the Length is LSB first;
- the transmission direction for the output data is LSB first. In other words, it starts from Word0_bit0 to Word0_bit15 and then the same for the following words;
- the transmission direction for A_EVENT data is LSB first. In other words, it starts from Word0_bit0 to Word0_bit15 and then the same for the following words;
- the transmission direction for B_EVENT data is LSB first. In other words, it starts from Word0_bit0 to Word0_bit15 and then the same for the following words.

5.2.1.5 Command restrictions for slave MAC

The following Table 4 provides a summary of network events and states in which the events are processed.

Table 4 – Command restrictions for slave MAC

MAC Function	Event	State				
		INIT	Offline or locked	Online	CommFault	EventOnly
Receive	OUT/TRG	No	Yes	Yes	Yes	Yes
	CN	No	No	No	No	No
	A_EVENT	No	No	Yes	No	Yes
	B_EVENT	No	Yes	Yes	No	Yes
	Poll (B_EVENT)	No	No	Yes	No	Yes
	IN	No	No	No	No	No
	BEACON	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	CRC_OK_frame	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Send	CN_frame	No	Yes	Yes	Yes	Yes
	IN_frame	No	No	Yes	No	No
	A_EVENT	No	No	Yes	No	Yes

The CRC_OK_frame event indicates that a frame with correct CRC has been received. The event is defined for use during Data Rate detection.

5.2.2 Message frame types

5.2.2.1 OUT frame

5.2.2.1.1 General

An OUT frame is a multicast message generated only by the master and sent to all slaves and repeaters on the network. OUT frames are used for the following purposes:

- OUT data is delivered from the master to all OUT slaves in one broadcast message;
- the addresses of nodes requested to send CN frames in the subsequent CN time domain are designated by this frame;
- after detecting the completion of an OUT frame, IN slaves latch their input data;
- slaves and repeaters start their internal timers when the completion of an OUT frame is detected. These internal timers are used to correctly participate in subsequent time domains in the communication cycle;
- upon detection of an OUT frame, each OUT slave consumes its output data from a preset position within the frame.

Figure 9 and Table 5 present the format and block description of OUT frame.

Preamble	Command code	CN Request MAC ID Mask	Length	OUT data	CRC16
5 bits	7 bits	9 bits	7 bits	0 bits to 1 280 bits	16 bits

Figure 9 – OUT frame format

Table 5 – Block name description

Block name	Bit count (bits)	Feature description
Command Code	7	Identifies this frame as an OUT frame.
CN Request MAC ID Mask	9	Used by slaves or repeaters to determine the MAC ID of the nodes requested to respond with a CN frame during the CN time domain.
Length	7	OUT data length (in words), Indicates 0 words to 80 words.
OUT data (OUT block N°0 to 79)	0 to 1 280	Indicates OUT data from the master to slaves. Indicates 0 points to 1 280 points (in 16 points).

5.2.2.1.2 Command code

Figure 10 presents the command code definition.

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
0	0	0	1	I/O Refresh	CN Target	

Figure 10 – OUT command code

CN Target: The master uses these parameters as shown in Table 6 to select which nodes are to reply with a CN frame.

Table 6 – CN target

CN Target		
B5	B6	Description
1	0	Nodes in the participated state
0	1	Nodes in the non-participated state
1	1	Nodes in the Communication Fault state
0	0	Prohibits from sending CN_frame

I/O Refresh: If the I/O refresh bit (see Table 7) is clear (0), no IN frames are sent to the master from slaves. The output data in the OUT frame are not to be consumed by slaves.

Table 7 – I/O refresh

I/O Refresh	
B4	Description
0	Disable I/O refreshing
1	Enable I/O refreshing

5.2.2.1.3 CN request MAC ID mask

Nodes with the same upper bits of the CN Request MAC ID Mask send CN frames in ascending order of their lower bits.

For example, if the CnFrameAddressMask value in the STW is 4 (16 CN frames per CN time domain) and this value is 48, nodes whose MAC ID range 48 to 63 respond with CN frames.

5.2.2.1.4 Length

This is the output data length ranged from 0 to 80 in words.

5.2.2.1.5 Output data

Output data is sent for consuming slaves. It is always sent in multiples of words.

For word slaves, the “OutBlockPointer[6:0]” set by STW from the master decides where the output data is located in the frame. For example, value 3 of “OutBlockPointer[6:0]” means the slave output data is from word position 3 of “Output Data” in OUT frames. The number of words of output data that the slave consumes is reported in the “OutIoModeStatus” parameter of the STR.

For bit slaves, a combination of the “OutBlockPointer[6:0]” set by STW from the master and its address determines the location of device’s data in the output data. One word of output data corresponds to a group of eight, bit-slave node addresses (2 bits for each address). The lower 3 bits of the node address correspond to the output data position in the word. For example, if the address of three LSB is “001”, bit 2 in the word pointed by “OutBlockPointer[6:0]” is the starting address of the device’s data.

The application can only apply output data received from OUT frames after the slave has been allocated by the master.

5.2.2.2 TRG frame

5.2.2.2.1 General

A TRG frame functions in a similar manner as an OUT frame except that it does not deliver any output data. It can be generated only by the master. It has following purpose and meaning:

- it designates the addresses of the nodes that are to send CN frames;
- after the completion of a TRG frame is detected, IN slaves latch their input data;
- after the completion of a TRG frame is detected, the indicated slaves and repeaters start their internal timers. The expected CN frames and IN frames are sent successively.

Figure 11 and Table 8 present the format and block description of TRG frame.

Preamble	Command code	CN request MAC ID mask	CRC8
5 bits	7 bits	9 bits	8 bits

Figure 11 – TRG frame format

Table 8 – Block name description

Block name	Bit count (bits)	Feature
Command	7	Identifies this frame as a TRG frame.
CN Request MAC ID Mask	9	Used by slaves or repeaters to determine the MAC ID of the nodes requested to respond with a CN frame during the CN time domain.

5.2.2.2.2 Command code

Figure 12 presents the command code definition.

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
0	0	1	1	I/O Refresh	CN Target	

Figure 12 – TRG command code

CN Target: See 5.2.2.1.2

I/O Refresh: See 5.2.2.1.2

5.2.2.2.3 CN request MAC ID mask

See 5.2.2.1.3

5.2.2.3 CN frame

5.2.2.3.1 General

A CN frame is used by slaves and repeaters to notify the master of their status. The “CN Request MAC ID Mask” in an OUT frame or TRG frame designates a group of nodes that are to report their status. The number of CN frames sent is specified by the master during configuration.

Additionally, slaves can use a CN frame to notify the master of a request to send an event. CN frames can be transmitted only by slaves and repeaters.

Figure 13 and Table 9 present the format and block description of CN frame.

Preamble	Command code	Source MAC ID	Status	CRC8
5 bits	4 bits	9 bits	4 bits	8 bits

Figure 13 – CN frame format

Table 9 – Block name description

Block name	Bit Count (bits)	Feature
Command Code	4	Identifies this frame as a CN frame
Source MAC ID	9	Indicates CN frame source MAC ID
Status	4	Indicates application status

5.2.2.3.2 Command code

Figure 14 presents the command code definition.

B0	B1	B2	B3
0	1	Duplicate check function status	A_EVENT sending request

Figure 14 – CN command code**Duplicate check function status:**

A slave or repeater reports its duplicate MAC ID check function by this bit.

If the bit is reset for a non-participated node, the duplicate MAC ID check is active. In this state, the CN counter in the node increases after each CN frame sent by the node without having received an STW. If the counter reaches 16 without transitioning to the Participated state the node goes to the Communication Fault state.

This bit is ignored when sent from nodes in the Participated state.

The CN counter can be stopped by a “**STW_Standby Locked**” operation (see 5.4.3). A locked node reports this bit with “1”. See Table 10.

Table 10 – Duplication checking function status

B2	Description
0	Duplicate MAC ID check active
1	Duplicate MAC ID check inactive

A_EVENT sending request:

A slave or repeater uses this bit to inform the master if it needs to send an A_EVENT frame. See Table 11.

Table 11 – A_EVENT sending request

B3	Description
1	Need to send an A_EVENT
0	No request for sending A_EVENT

5.2.2.3.3 Source MAC ID

This is the 9-bit MAC ID of the node.

5.2.2.3.4 Status

A slave or repeater uses these bits to report warning and alarm status of applications to the master. As shown in Table 12, reserved 2 bits shall be reset to “0”.

Table 12 – Status of CN frames

B0	B1	B2	B3
Warning	Alarm	Reserved	

Warning: This bit is set to “1” when some error such as maintenance need occurs. This kind of situation can possibly lead to a problem. See Table 13.

Table 13 – Warning bit of CN frames

B0	Description
1	True
0	False

Alarm: This bit is set to “1” when some critical error such as Non-volatile memory malfunction is detected. See Table 14.

Table 14 – Alarm bit of CN frames

B1	Description
1	True
0	False

5.2.2.4 IN frame

5.2.2.4.1 General

An IN frame is generated only by slaves which send input to the master. See Figure 15 and Table 15.

Preamble	Command code	Source MAC ID	Length	IN data	CRC8
5 bits	2 bits	9 bits	5 bits	2 bits to 256 bits	8 bits

Figure 15 – IN frame format

Table 15 – Block name description

Block name	Bit count (bits)	Feature description
Command	2	Identifies this frame as an IN frame.
Source MAC ID	9	Indicates IN data source MAC ID.
Length	5	Coded length in 5 bits indicates 2, 4, 8, 16, 32, 48, ..., 256 bits of input data.
IN data	2 to 256	IN frame for Word slave: 8 points to 256 points of IN data. IN frame for Bit slave: IN data is fixed as 2 bits or 4 bits.

5.2.2.4.2 Command code

Figure 16 presents the command code definition.

B0	B1
1	0

Figure 16 – IN command code

5.2.2.4.3 Source MAC ID

This is the MAC ID of a slave which produces input data.

5.2.2.4.4 Length

Table 16 presents the encoded length definition.

Table 16 – Encoded length

B0	B1	B2	B3	B4	Description
0	0	0	0	0	2 bits
1	0	0	0	0	4 bits
0	1	0	0	0	8 bits
1	1	0	0	0	16 bits
0	0	1	0	0	32 bits
					... (increment of 16 bits)
0	1	0	0	1	256 bits
1	1	0	0	1	Reserved
					...
1	1	1	1	1	Reserved

5.2.2.4.5 Input data

The length of input data shall be the same as indicated by “length” of the frame.

5.2.2.5 A_EVENT frame

5.2.2.5.1 General

The A_EVENT frame is used to execute explicit message communication for the application layer. A_EVENT frames can be transmitted by all devices. They are used for the following purposes:

- event communications between the master and a slave or a repeater.
- event communications between slaves and repeaters. This is realized by the master acting as an intermediary or proxy for the requesting client. The request message is forwarded by the master to the server and the server response is forwarded back to the initiating client.

Figure 17 and Table 17 present the format and block description of A_EVENT frame.

Preamble	Command code	Destination MAC ID	Source MAC ID	Length	Event data	CRC16
5 bits	6 bits	9 bits	9 bits	5 bits	0 bits to 352 bits	16 bits

Figure 17 – A_EVENT frame format

Table 17 – Block name description

Block name	Bit Count (bits)	Feature description
Command	6	Identifies this frame as an A_EVENT frame
Destination MAC ID	9	Indicates event data destination MAC ID
Source MAC ID	9	Indicates event data source MAC ID
Length	5	Indicates 0 words to 22 words of event data length (in word). Use of 23 to 31 is illegal
Event data	0 to 352	Event data of 0 words to 22 words

Event communication is executed during the EXTEND time domain.

5.2.2.5.2 Command code

Figure 18, Table 19 and Table 20 present the command code definition.

B0	B1	B2	B3	B4	B5
1	1	1	Acknowledgement	Command type	

Figure 18 – A_EVENT command code

Acknowledgement: If the bit is set, a receiver shall acknowledge back to an A_EVENT request. In acknowledgement frames to A_EVENT requests, the bit shall be clear. In A_EVENT request frames, the bit shall be set.

Table 18 – Acknowledgement bit of A_EVENT

B3	Description
0	No acknowledgement is required
1	An Acknowledgement is required

Command Type: This part of the code is used to indicate whether the command is a request or an acknowledgement. A positive acknowledgement means a full command has been received and for processing by the receiver. It does not mean that the receiver accepted the command. A negative acknowledgement means the receiver cannot receive the command at the moment. The originator may schedule a retry later.

Table 19 – Command type of A_EVENT

B4	B5	Description
0	0	This command is a request
1	0	Positive Acknowledgement
1	1	Negative Acknowledgement, the receiver is in busy state
0	1	Reserved

5.2.2.5.3 Destination MAC ID and source MAC ID

Either the destination MAC ID or the source MAC ID shall be the master MAC ID for any one of A_EVENT frames.

For an A_EVENT frame sent by a slave or a repeater, the destination MAC ID is the master MAC ID.

For an A_EVENT frame sent by the master, the source MAC ID is the master MAC ID.

5.2.2.5.4 Length

This part indicates the event data length in 0 words to 22 words. Values 23 through 31 are illegal.

For an acknowledgement, this shall be 0.

5.2.2.5.5 A_EVENT data

A_EVENT data has a maximum of 22 words per frame. The data is used for explicit messages. The formats are defined in 5.2.3.2.

When the addresses of explicit message source and destination in the A_EVENT data are not identical with the source and destination MAC ID, the A_EVENT is processed by a master proxy.

For an acknowledgement, there shall be no data.

5.2.2.6 B_EVENT frame

5.2.2.6.1 General

The B_EVENT frame is an event communication frame only for the Data Link Layer. Each node has its own data link settings and parameters. The B_EVENT is used by the master to get or to set these data-link related settings and parameters. Also, the master uses B_EVENT frame to allow a slave or repeater to send A_EVENT. Figure 19 and Table 20 present the format and block description of B_EVENT frame.

Preamble	Command code	Destination MAC ID	Source MAC ID	Length	Event data	CRC16
5 bits	6 bits	9 bits	9 bits	5 bits	16 bits to 352 bits	16 bits

Figure 19 – B_EVENT frame format

Table 20 – Block name description

Block name	Bit Count (bits)	Feature description
Command	6	Identifies this frame as a B_EVENT frame.
Destination MAC ID	9	Indicates destination MAC ID.
Source MAC ID	9	Indicates event data source MAC ID.
Length	5	Indicates 1 words to 22 words of event data length.
Event data	16 to 352	Event data of 1 words to 22 words.

B_EVENT frame is also used in the detection of a duplicate MAC ID and other node operations.

5.2.2.6.2 Command code

Figure 20, Table 21 and Table 22 present the command code definition.

B0	B1	B2	B3	B4	B5
1	1	0	Acknowledgement	Command type	

Figure 20 – B_EVENT command code meanings

Acknowledgement: If the bit is set, a receiver shall acknowledge back to a B_EVENT request. In acknowledgement frames to B_EVENT requests, or “A_EVENT Poll Request” frames, the bit shall be clear. In B_EVENT request frames, the bit shall be set.

Table 21 – Acknowledgement bit of B_EVENT

B3	Description
0	No acknowledgement is required
1	An acknowledgement is required

Command type:

Table 22 – Command type of B_EVENT

B4	B5	Description
0	0	This command is a request for a participated node
1	0	Positive Acknowledgement
1	1	Negative Acknowledgement, the receiver is in busy state
0	1	This command is a request for a non-participated node

5.2.2.6.3 Destination MAC ID and source MAC ID

Either the destination MAC ID or the source MAC ID shall be the master MAC ID for all B_EVENT frames.

For a B_EVENT frame sent by a slave or a repeater, the destination MAC ID is the master MAC ID.

For a B_EVENT frame sent by the master, the source MAC ID is the master MAC ID.

5.2.2.6.4 Length

This part indicates the event data length ranging from 1 word to 22 words. The value 0 as well as values 23 through 31 is illegal.

This length is “1” for STR request, STW response and A_EVENT Poll Request.

5.2.2.6.5 B_EVENT data

5.2.2.6.5.1 General

Figure 21, Figure 22 and Table 23 present the format and block description of B_EVENT frame.

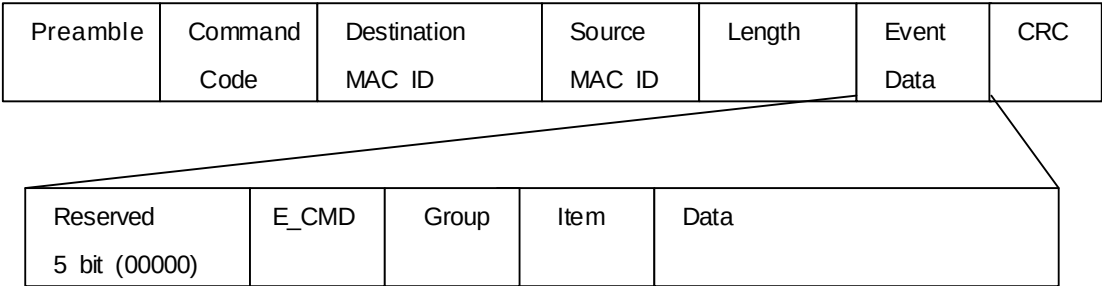


Figure 21 – B_EVENT message format

E_CMD:

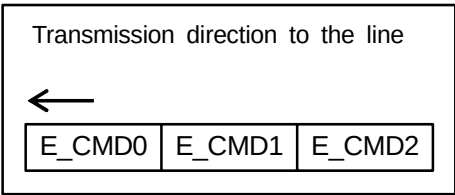


Figure 22 – E_CMD block

Table 23 – E_CMD block meanings

E_CMD0	E_CMD1	E_CMD2	Meaning
0	0	0	Read Request / Response
0	0	1	Write Request / Response
0	1	0	RESERVED
0	1	1	
1	0	0	A_EVENT Poll Request
1	0	1	RESERVED
1	1	0	
1	1	1	
NOTE The content of service is decided in E_CMD block in B_EVENT.			

Group: This part shall be set to “1” for STR, “2” for STW, and “0” for A_EVENT Poll Request as shown in Figure 23 and Table 24:

- Group 1: Network status
- Group 2: Configuration
- Group 3: Obsolete
- Group 4 to Group 7: Reserved, and
- Group 0: A_EVENT Poll Request

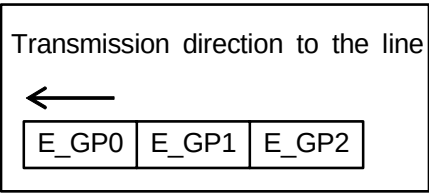


Figure 23 – Group block

Table 24 – Group block meanings

E_GP0	E_GP1	E_GP2	Meaning
0	0	0	A_EVENT Poll Request
1	0	0	Network status
0	1	0	Configuration
1	1	0	Obsolete
0	0	1	RESERVED
1	0	1	
0	1	1	
1	1	1	

Item: This shall be set to “31” for STR and STW, and “0” for A_EVENT Poll Request as shown in Figure 24 and Table 25:

- Item 31: STR or STW operation
- Item 1 to Item 21: Obsolete
- Item 0: A_EVENT Poll Request
- Others: Reserved

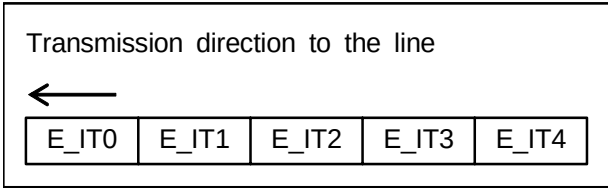


Figure 24 – Item block

Table 25 – Item block meanings

E_IT0	E_IT1	E_IT2	E_IT3	E_IT4	Meaning
0	0	0	0	0	A_EVENT Poll Request
1	0	0	0	0	Obsolete
0	1	0	0	0	
1	1	0	0	0	
0	0	1	0	0	
1	0	1	0	0	
0	1	1	0	0	
1	1	1	0	0	
0	0	0	1	0	
1	0	0	1	0	

E_IT0	E_IT1	E_IT2	E_IT3	E_IT4	Meaning
0	1	0	1	0	
1	1	0	1	0	
0	0	1	1	0	
1	0	1	1	0	
0	1	1	1	0	
1	1	1	1	0	
0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	
0	1	0	0	1	
1	1	0	0	1	
0	0	1	0	1	
1	0	1	0	1	
0	1	1	0	1	
1	1	1	0	1	
0	0	0	1	1	Reserved
1	0	0	1	1	
0	1	0	1	1	
1	1	0	1	1	
0	0	1	1	1	
1	0	1	1	1	
0	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	STR or STW operation

Data: Group 1, Group 2 and Group 0 data strutures are specified.

5.2.2.6.5.2 Network status group

Commands (E_CMD) other than READ are prohibited in this area. Access to this group is called “Status Reading”, abbreviated STR. Figure 25 presents the STR definition.

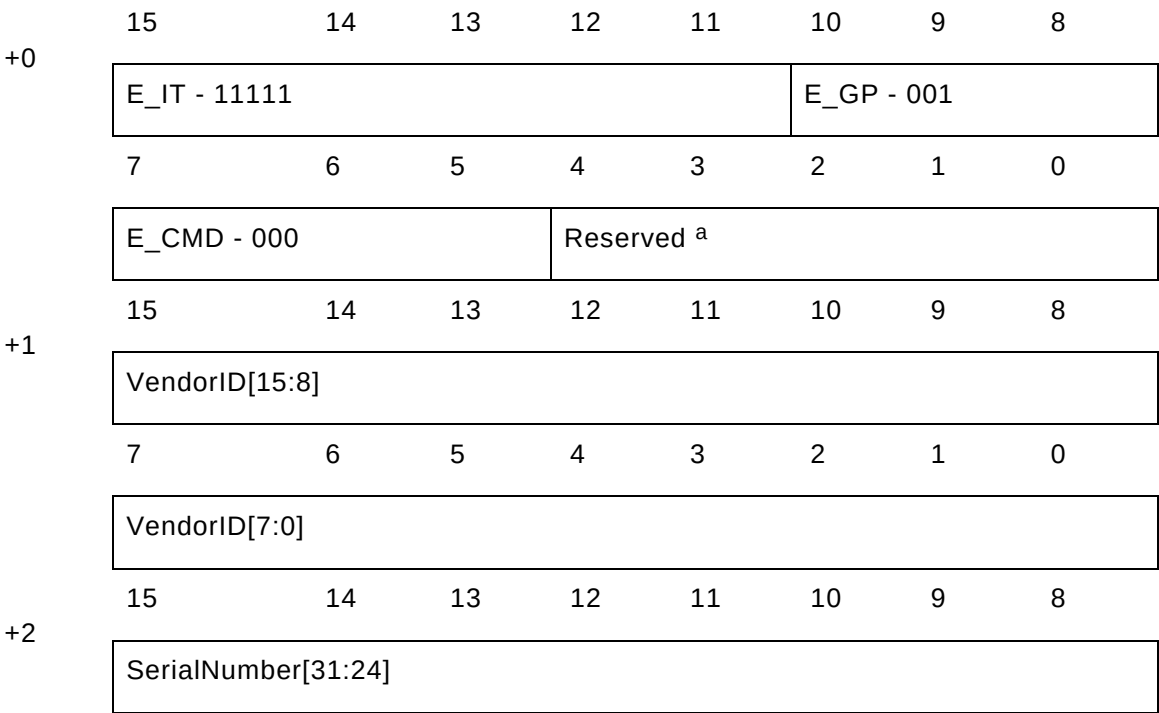
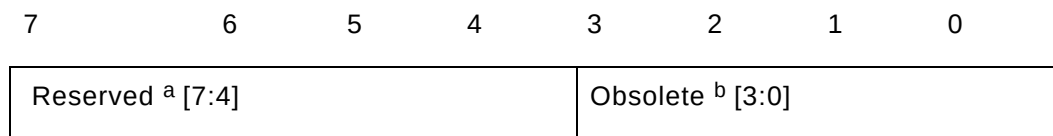


Figure 25 (continued overleaf)



^a Reserved part shall be "0".

^b Obsolete part shall be "0".

Figure 25 – Status Read (STR Response) event data

STR field data

- a) VendorID: Vendor ID attribute of the Identity Object as assigned by ODVA
- b) SerialNumber: Serial Number attribute of Identity Object
- c) DeviceType: Device Type attribute in the Identity Object as defined by ODVA
- d) RepeaterMode: True/False
- e) InIoModeStatus: Coded-length of input data and status
 - 1) InIoModeStatus[5]:
 - 1: InIoModeStatus[4:0] indicates size of input data
 - 0: no input data
 - 2) InIoModeStatus[4:0]:
 - 00000: 2 points; 00001: 4 points; 00010: 8 points; 00011: 16 points
 - 00100: 32 points; 00101: 48 points; 00110: 64 points; 00111: 80 points;
 - 01000: 96 points; 01001: 112 points; 01010: 128 points; 01011: 144 points;
 - 01100: 160 points; 01101: 176 points; 01110: 192 points; 01111: 208 points;
 - 10000: 224 points; 10001: 240 points; 10010: 256 points; others: reserved
- f) OutIoModeStatus: Coded-length of output data and status
 - 1) OutIoModeStatus[5]:
 - 1: OutIoModeStatus[4:0] indicates size of output data
 - 0: no output data
 - 2) OutIoModeStatus[4:0]:
 - 00000: 2 points; 00001: 4 points; 00010: 8 points; 00011: 16 points
 - 00100: 32 points; 00101: 48 points; 00110: 64 points; 00111: 80 points;
 - 01000: 96 points; 01001: 112 points; 01010: 128 points; 01011: 144 points;
 - 01100: 160 points; 01101: 176 points; 01110: 192 points; 01111: 208 points;
 - 10000: 224 points; 10001: 240 points; 10010: 256 points; others: reserved
- g) GateCount: 0, 1, 2; the number of repeaters between the master and the node; 2 is not valid for a repeater.
- h) Control Code: Control Code value from the most recent BEACON frame
- i) LastRepeaterNode Address: Repeater address, a copy from BEACON frame
- j) SpeedCode: 0: 93,75 kbit/s; 1: reserved; 2: 1,5 Mbit/s; 3: 3 Mbit/s; 4: 4 Mbit/s.
- k) ProductCode: Product Code attribute in the Identity Object.
- l) MajorRevision: Major Revision attribute in the Identity Object

5.2.2.6.5.3 Configuration group

Access to this group is called “Status Writing”, abbreviated as STW. Read command to this area is not allowed. Figure 26 presents STW definition.

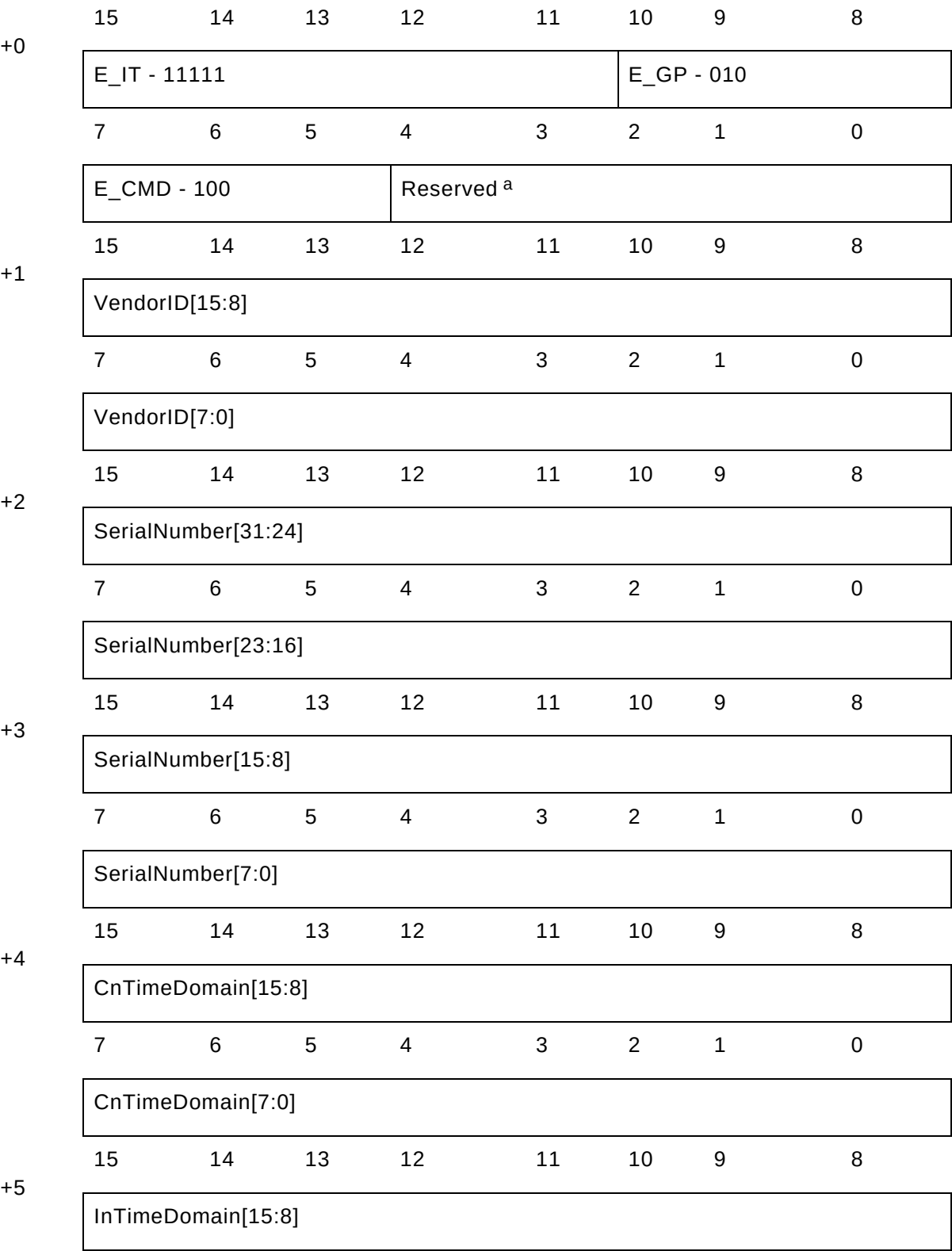


Figure 26 (continued overleaf)

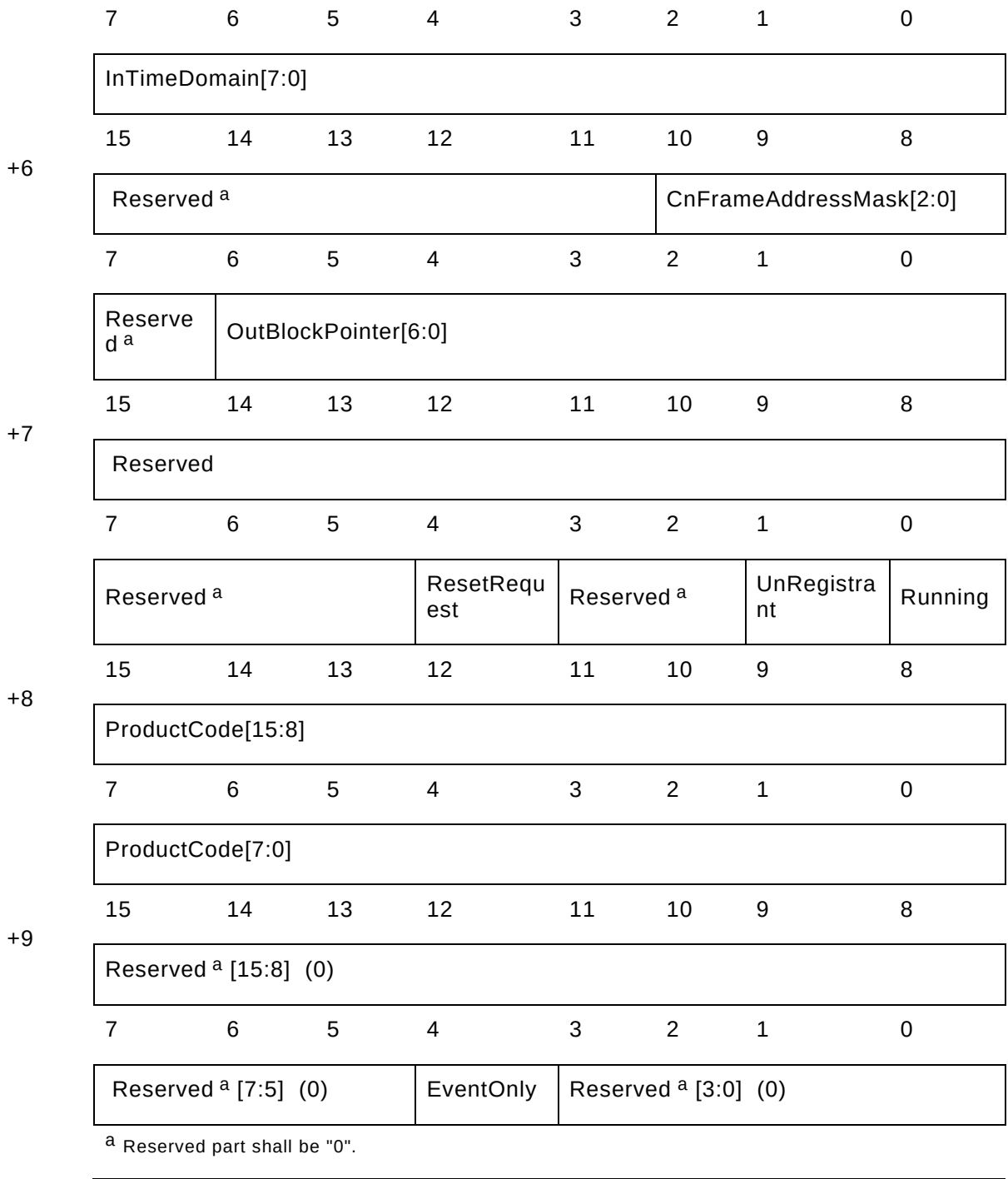


Figure 26 – Configuration event data (STW Request)

STW field data

- a) VendorID: Vendor ID attribute of the Identity Object as assigned by ODVA. Normally a copy from STR result is used.
- b) SerialNumber: Serial Number attribute of Identity Object. Normally a copy from STR result is used.
- c) CnTimeDomain: Mark count. This data is set by the master. When a node becomes “Participated”, it shall reply a CN frame according to this setting.

- d) InTimeDomain: Mark count. This data is valid for IN and MIX slaves. When a node becomes “Participated” (excluding EventOnly state), it shall transmit an IN frame according to this setting.
- e) CnFrameAddressMask: This data is valid for “Participated” nodes. It indicates the CN frame number after an OUT or TRG frame, which requests “Participated” node CN frames.
 - **0:** means 1 CN_Frame after an OUT or TRG frame. The Node with MAC ID identified by the “CN Request MAC ID” sends a CN.
 - **1:** means 2 CN_Frames after an OUT or TRG frame. The Node with the upper 8 bits of it’s MAC ID corresponding to the upper 8 bits of the “CN Request MAC ID” in an OUT or TRG sends a CN.
 - **2:** 4 CN_Frame, upper 7 bits of the MAC ID are compared.
 - **3:** 8 CN_Frame, upper 6-bits of the MAC ID are compared.
 - **4:** 16 CN_Frame, upper 5-bits of the MAC ID are compared.
 - **5:** 32 CN_Frame, upper 4-bits of the MAC ID are compared.
 - **6,7:** behave same as value 0
- f) OutBlockPointer: 0 to 79. It indicates output slaves where they pick out output data from OUT frame. 5.2.2.1.5.
- g) ResetRequest: Reset the node similar to power cycle.
- h) UnRegistrant: Enable/Disable duplicate address check function. 0: Enable; 1: Disable. When it is disabled, the node stops the CN counter, so it does not go to duplicate error state when the counter value reaches 15.
- i) Running: 0: to Non-participated; 1: to Participated
- j) ProductCode: Product Code attribute in the Identity Object. Normally a copy from STR result is used. This data is ignored by the receiver.
- k) EventOnly: If this is set to “1”, the node does not send an IN frame after it receives an OUT or TRG frame.

5.2.2.6.5.4 A_EVENT Poll Request Group

The A_EVENT Poll Request format is shown in Figure 27.

Word Offset	15	14	13	12	11	10	9	8
+0	Group=0					Item=0		
	7	6	5	4	3	2	1	0
	E_CMD=1				0			

Figure 27 – Poll data

5.2.2.6.6 B_EVENT frame decoding process

When a B_EVENT frame is received, it is first decoded as shown in Figure 28 This is to see whether the received frame is a STR, STW or A_EVENT Poll request.

If it is an STR request, it is processed according to the rules in Table 26.

If it is an A_EVENT Poll request, it is processed according to the rules in Table 27.

If it is an STW request, it is processed according to the rules in Table 28. If the STW request passes these checks, the B_EVENT Data in the STW request shall overwrite the configuration parameters listed in Figure 26. Processing then follows the flow chart shown in Figure 29. The STW commands used in the flow chart are defined in Table 29.

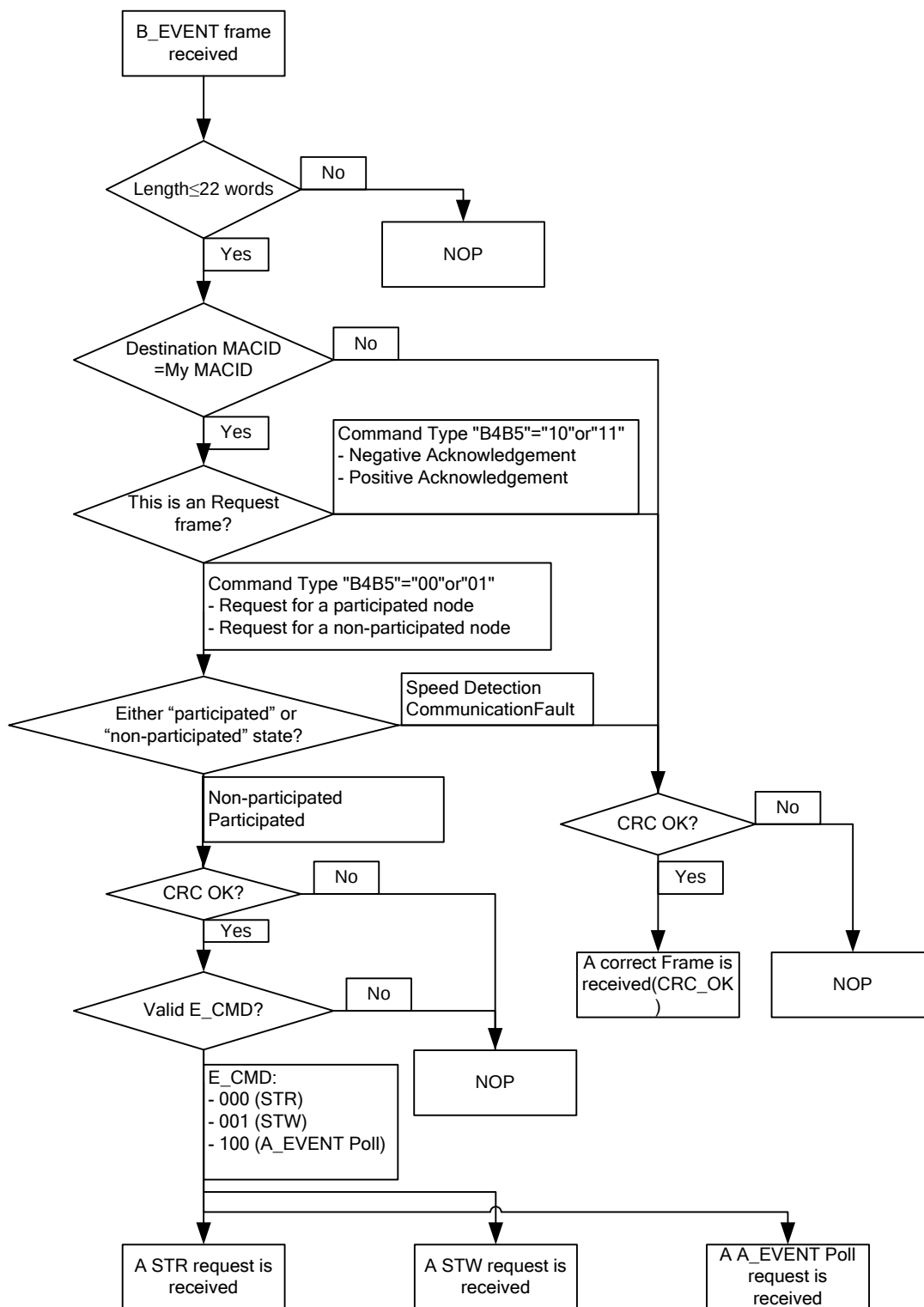


Figure 28 – B_EVENT general decoding phase

Table 26 – Processing rules for a STR request

Condition					Action
Command code			My state	Receive buffer	Response
B3	B4	B5			
1	0	-	-	Busy	Negative acknowledgement
0	0	-	-	Busy	No acknowledgement
1	0	1	Non_participated	Free	Positive acknowledgement with Event Data
0	0	1	Non_participated	Free	No acknowledgement
-	0	1	Participated	Free	No acknowledgement
-	0	0	Non_participated	Free	No acknowledgement
1	0	0	Participated	Free	Positive acknowledgement with Event Data
0	0	0	Participated	Free	No acknowledgement
-:don't care					

Table 27 – Processing rules for an A_EVENT poll request

Condition					Action
Command code			My state	Send buffer	Acknowledgement
B3	B4	B5			
1	-	-	-	-	No acknowledgement
-	-	-	Non_participated	-	No acknowledgement
0	0	1	Participated	-	No acknowledgement
0	0	0	Participated	No A_EVENT	No acknowledgement
0	0	0	Participated	A_EVENT is ready	A_EVENT is sent out
-:don't care					

Table 28 – Processing rules for a STW request

Condition						Action		
Command code			Vender ID/ serial number	My state	Receive buffer	Acknowledgement	B_EVENT data	State transition
B3	B4	B5						
1	0	-	_ a	_ a	Busy	Negative acknowledgement	Discard	No transition
0	0	-	_ a	_ a	Busy	No acknowledgement	Discard	No transition
1	0	1	Matched	Non-participated	Free	Positive acknowledgement	Overwrite	See Figure 29
0	0	1	Matched	Non-participated	Free	No acknowledgement	Overwrite	See Figure 29
-	0	1	Mismatched	Non-participated	Free	No acknowledgement	Discard	Transition to Communication Fault
-	0	1	_ a	Participated	Free	No acknowledgement	Discard	No transition
-	0	0	_ a	Non-participated	Free	No acknowledgement	Discard	No transition
1	0	0	Matched	Participated	Free	Positive acknowledgement	Overwrite	See Figure 29
0	0	0	Matched	Participated	Free	No acknowledgement	Overwrite	See Figure 29

Condition						Action		
Command code			Vender ID/ serial number	My state	Receive buffer	Acknowledgement	B_EVENT data	State transition
B3	B4	B5						
-	0	0	Mismatched	Participated	Free	No acknowledgement	Discard	Transition to Communication Fault

^a The hyphen "-" means "Don't care".

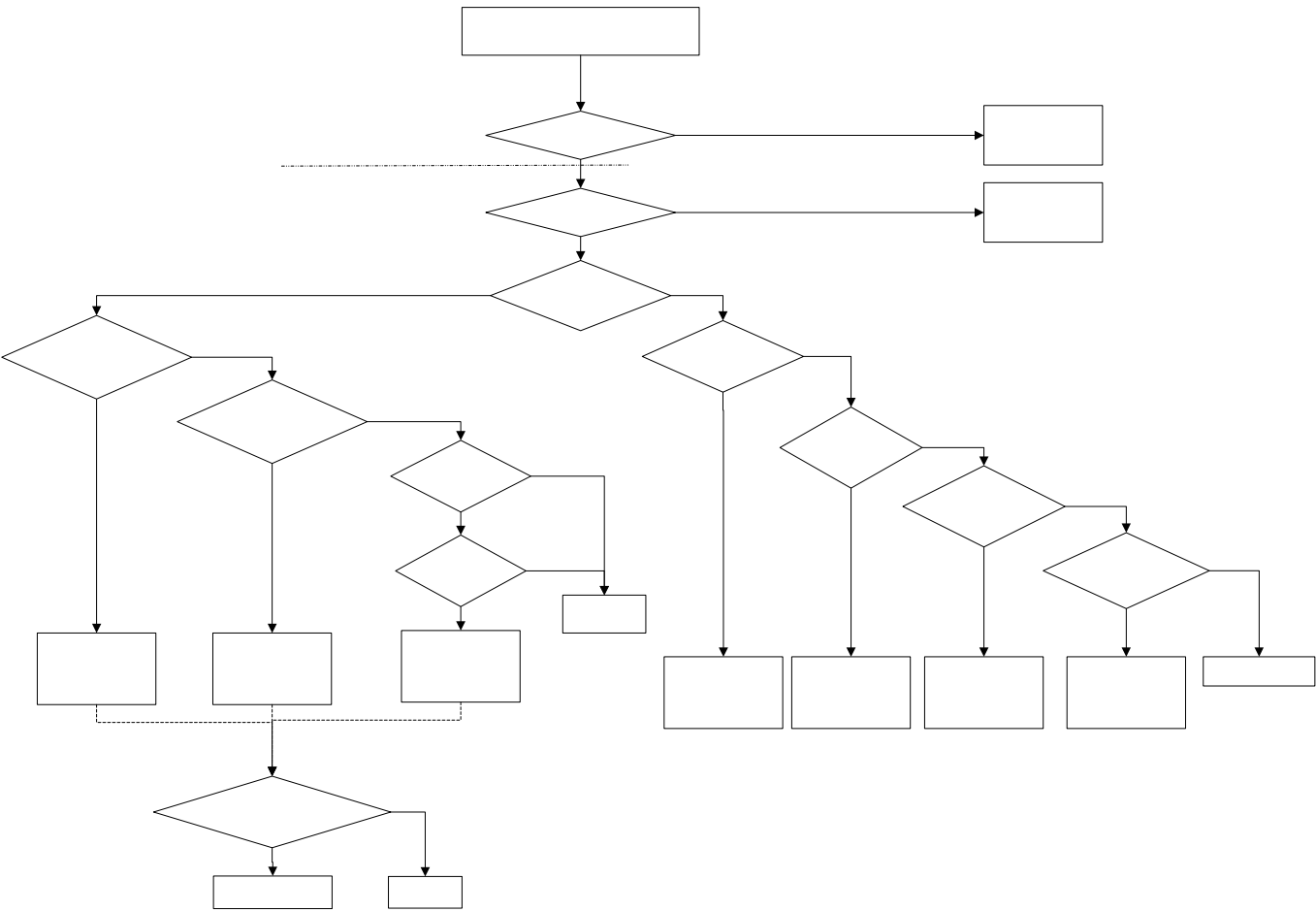


Figure 29 – Flow chart for processing a matched STW request

Table 29 – STW request commands

STW request commands	Running ^a	UnRegistrant ^a	Reset request ^a	EventOnly ^a	Reserved ^a
STW_Standby Offline ^b	0	0	0	0	0
STW_Reset ^b	0	0	1	0	0
STW_Standby Locked ^b	0	1	0	0	0
STW_Run Online ^b	1	0	0	0	0
STW_Run EventOnly ^b	1	0	0	1	0
^a See 5.2.2.6.5.					
^b See 5.4.2 and Figure 29.					

5.2.2.7 BEACON frame

5.2.2.7.1 General

BEACON frames are generated by the master to notify slaves and repeaters of the present transmission speed and network connection information. Figure 30 and Table 30 present the format and block description of BEACON frame.

At least one BEACON shall be sent every 250 ms.

Preamble	Command Code	Control Code	Speed Code	Last Repeater Node Address	Gate Counter	CRC8
5 bits	5 bits	2 bits	3 bits	6 bits	2 bits	8 bits

Figure 30 – BEACON frame format

Table 30 – Block name description

Block name	Bit count (bits)	Feature description
Command Code	5	Identifies this frame as a BEACON frame.
Control Code	2	Number of CN frames allowed during the CN time domain.
Speed Code	3	Indicates the code of transmission speed.
Last Repeater Node Address	6	Indicates the last repeater address that this frame passed through.
Gate Count	2	Indicates the number of repeaters that this frame passed through.

5.2.2.7.2 Command code

Figure 31 presents the command code definition.

B0	B1	B2	B3	B4
0	0	0	0	1

Figure 31 – BEACON command code

5.2.2.7.3 Control code

Control Code declares the number of CN frames in one bus cycle. This is only valid for non-participated nodes. A Communication Fault node uses the value received when the node is in the Non-participated state. Table 31 presents the Control Code definition.

Table 31 – Control code of BEACON frames

B0	B1	Mask Address (Hex)	Meaning
0	0	03	4 CN_frames after an OUT or a TRG frame. The Node whose the upper 7 bits of MAC ID corresponds to the upper 7 bits of the “CN Request MAC ID” in an OUT or a TRG sends a CN frame.
1	0	07	8 CN_frames after an OUT or a TRG frame. The Node whose upper 6 bits of MAC ID corresponds to the upper 6 bits of the “CN Request MAC ID” in an OUT or a TRG sends a CN frame.
0	1	0F	16 CN_frames after an OUT or a TRG frame. The Node whose upper 5 bits of MAC ID corresponds to the upper 5 bits of the “CN Request MAC ID” in an OUT or a TRG sends a CN frame.
1	1	0F	

5.2.2.7.4 Speed Code

Table 32 presents Speed Code definition.

Table 32 – Speed Code of BEACON frames

B0	B1	B2	Meaning
0	0	0	93,75 kbit/s
1	0	0	Reserved
0	1	0	1,5 Mbit/s
1	1	0	3 Mbit/s
0	0	1	4 Mbit/s
1	0	1	Reserved
0	1	1	Reserved
1	1	1	Reserved

5.2.2.7.5 Last repeater node address

This is the node address of the last repeater through which a BEACON frame passed. The master resets it to zero when it sends a BEACON. See 5.4.6.

When a slave or a repeater receives a BEACON, this value is copied to its register. The master can get the value by STR. See Figure 25.

5.2.2.7.6 Gate count

The value increments by 1 every time when a BEACON frame passes through a repeater. The master sets the initial value to zero when it sends a BEACON. See 5.4.6.

When a slave or a repeater receives a BEACON frame, this value is copied to its Gate count field in the STR frame. The master can get the value with an STR. See Figure 25.

A slave that receives a BEACON with a Gate Count value greater than 2 shall not transition to the Participated state. A repeater with a Gate Count value greater than 1 shall not repeat any frames.

5.2.3 Explicit messaging

5.2.3.1 General

All explicit message communication is performed in an unconnected manner using A_EVENT frames as shown in Figure 32. The master or slave or repeater nodes can send A_EVENT messages. The A_EVENT message format supports fragmentation for large requests and responses.

When slave or repeater nodes need to send an A_EVENT, they set the A_EVENT Sending Request bit in their CN frames. The master then grants the slaves or repeaters the right to transmit this request. This is done by issuing an A_EVENT Poll Request during a future EXTEND time domain. If the request is fragmented, the node is granted permission to send each subsequent fragment.

When the master issues an A_EVENT to a slave or repeater node that requires a response, it grants the slave or repeater node permission to respond by issuing an A_EVENT Poll Request.

When granting permission to a slave or repeater node, the master can issue the A_EVENT Poll Request at any time and rely on the response to determine if the device was ready. Alternatively the master can wait for the next CN Frame that has the A_EVENT Sending Request bit set before issuing the A_EVENT Poll Request.

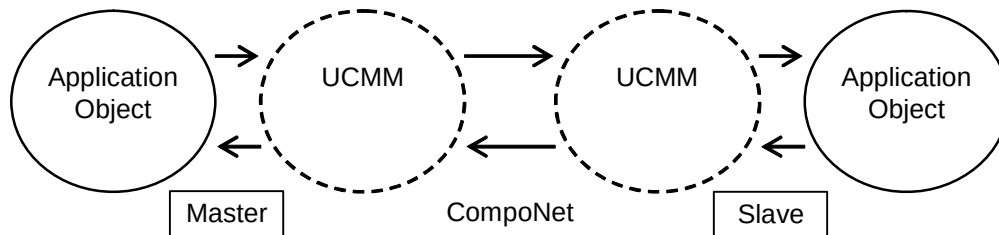


Figure 32 – Object diagram of A_Event message flow

5.2.3.2 Explicit messaging format

5.2.3.2.1 General

CompoNet encapsulates explicit messages into the event data part of A_EVENT frames as shown in Figure 32.

Explicit Message Service Data is first encoded as little endian, then each 16 bit word within this buffer is octet swapped and placed on the wire (high octet sent first, low octet last).

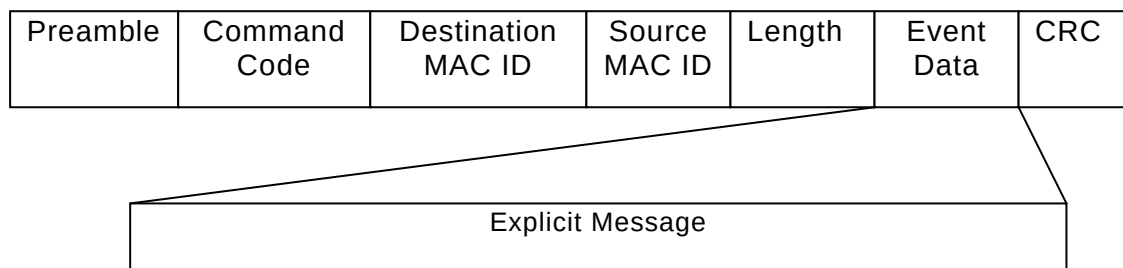


Figure 33 – A_EVENT message format

2 types of explicit message formats are defined:

- compact – 1 Octet Class ID and Instance ID (required), and
- expanded – CIP EPATH (optional).

All explicit message formats consist of a header and service data. The size of the message header and what data fields make up the header depends on whether it is a Compact or Expanded message type. The content of the service data is defined in Figure 40.

For an unfragmented explicit message request, or the first fragment of a fragmented explicit message request, the format shown in Figure 34 for Compact type or Figure 35 for expanded type is used. The first 7 words make up the message header. The format of “Padded EPATH” shown in Figure 35 refers to the service data format defined in Figure 40.

Word Offset	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Control Code															
1	Destination MAC ID															
2	Source MAC ID															
3	Extended SID								SID							
4	Size															
5	Reserved								Service Code							
6	Class ID								Instance ID							
7–21	Service Data (0 octet - 30 octet)															

**Figure 34 – Compact message type request format
(non-fragmented frame/first fragment frame)**

Word Offset	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Control Code															
1	Destination MAC ID															
2	Source MAC ID															
3	Extended SID									SID						
4	Size															
5	Reserved									Service Code						
6	Reserved									EPATH Length						
7-21	Padded EPATH															
	Service Data															

**Figure 35 – Expanded message type request format
(non-fragmented frame/first fragment frame)**

For an unfragmented response, or the first fragment response of an explicit message, the format shown in Figure 36 is used. The format is used by a responder, which could be the master, a slave, or a repeater. The first 6 words make up the message header.

Word Offset	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Control Code															
1	Destination MAC ID															
2	Source MAC ID															
3	Extended SID								SID							
4	Size															
5	Reserved								1	Service Code						
6 to 21	Service Data (0 octet to 32 octet)															

**Figure 36 – Compact/Expanded message successful response format
(unfragmented frame/first fragment frame)**

For an unsuccessful response, the format shown in Figure 37 is used. The first 6 words make up the message header.

Word Offset	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Control Code															
1	Destination MAC ID															
2	Source MAC ID															
3	Extended SID								SID							
4	Size															
5	Reserved								0x94							
6	General Status Code								Additional Status Code							

Figure 37 – Compact/Expanded message unsuccessful response format (unfragmented frame/first fragment frame)

For a fragmented message communication, after the first acknowledgement is received, the requester uses the format shown in Figure 38 for the 2nd through last fragments of the exchange. In a similar fashion, the responder uses the format shown in Figure 39 when transmitting a fragmented message communication, for the 2nd through last fragments of the exchange. Bit 9 in the Control Code field is used to determine if the frame is fragmented or unfragmented. The header is the first 2 words for both figures.

Word Offset	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Control Code															
1	SID									Reserved						
2 to 21	Service Data (0 octet to 40 octet)															

Figure 38 – Compact/Expanded message request format for fragments

Word Offset	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Control Code															
1	SID								Reserved							
2 to 21	Service Data (0 octet to 40 octet)															

Figure 39 – Compact/Expanded message response format for fragments

The Service Data is defined in Figure 40. If the service data consists of an odd number of octets, a pad octet with value 00 is added to the last octet position.

Word Offset	1	1	1	1	1	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
n	Octet 1st						Octet 2nd									
n+1	Octet 3rd						Octet 4th									
...	...						(Pad octet)									

Figure 40 – Service data format

5.2.3.2.2 Control code (2 octets)

Table 33 presents the Control code definition.

Table 33 – Control code format

Bit	Name	Description
15	Frame type	The bit is set to 0 for request and set to 1 for response.
14	Response request	The bit is always set to 1 in a request and 0 in a response.
13 to 12	Message Type ^a	00: Compact Explicit message type 01: Expanded Explicit message type 10:(reserved) 11:(reserved)
11 to 10	Reserved	The bits are always set to 0 and reserved for expansion.
9 to 8	Fragment Type	See Table 35.
7 to 0	Fragment Count	Fragment counter. For a single frame, the counter value is set to 0 in the head fragment.
^a In a response, the message type is always 0.		

5.2.3.2.3 Destination MAC ID

Destination MAC ID indicates the receiver of an A_EVENT message. If it is different from the value in the frame header, routing is required.

5.2.3.2.4 Source MAC ID

Source MAC ID indicates the sender of an A_EVENT message. If the A_EVENT message server generates a response, the value is designated in the source MAC ID of an A_EVENT message.

5.2.3.2.5 SID

Security Identifier or SID is used for matching transmission and reception. The client selects the value and the server echoes it back. The value selected is vendor specific.

- If the master is the client, the range of SID is 0x00 to 0x7F (0 to 127).
- If a slave is the client, the range of SID is 0x80 to 0xFF (128 to 255).

5.2.3.2.6 Extended SID

The client selects the value and the server echoes it back. The value selected is vendor specific.

5.2.3.2.7 Size

The octet size of service data is designated in the following range: 0x0 to 0xFFFF (0 to 65535).

- Non-fragmented frames: 0x00 to 0x1E (0 to 30) for a request frame of compact message type; 0x00 to 0x20 (0 to 32) for a response frame.
- Fragmented frames: 0x1F to 0xFFFF (31 to 65535) for a request frame of compact message type; 0x21 to 0xFFFF (33 to 65535) for a response frame.
- For EPATH message format, the size range depends on EPATH Length.

5.2.3.2.8 EPATH length

This is the size in 16-bit words of an EPATH that follows.

5.2.3.2.9 General and additional status codes

Unsuccessful responses shall contain a General Status Code indicating the reason for failure. Optionally an Additional Status Code may be included to provide more information.

CompoNet receivers acknowledge every fragmented message at the data link level. There is no way to inform the sender of an oversize error code immediately after receiving the first fragment. Only after all fragments are received can the receiver check the received message, and then return a response with status.

The receiver cannot fully process oversize messages. If the "Size" in the first fragment explicit message request is greater than the receiver's buffer size, the receiver shall return a status code of "the message is longer than the receiving buffer" (0x23).

For unsupported message types, the receiver shall return a compact message type response with a status code of "message format not supported" (0x24).

5.2.3.2.10 A Data encoding example

An example is given to illustrate data transfer.

Assumption: The master is requesting a Set_Attribute_Single of 4 octets of data, 0x1234(word)-and 0x5678(word) to Class 0x64, Instance 0x01, Attribute 0x65 of a slave whose MAC ID is 0xD0. The Control Code is 0x4000.

At the master's application, the EM request is listed as shown in Table 34.

Table 34 – A Data encoding example

Word Offset	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Description
0	40						00						Control Code				
1	00						D0						Destination MAC ID				
2	01						C0						Source MAC ID				
3	Extended SID						SID						Extended SID		SID		
4	00						05						Size				
5	Reserved						10						Reserved		Service Code		
6	64						01						Class ID		Instance ID		
7	65						34						Attribute ID		Service Data		
8	12						78										
9	56						Pad(00)										

When the slave receives the request, it decodes the information in word 0 through word 6 using the header format information given above. It decodes the service data from word 7 on as CIP definitions. So the slave knows it is a Set_Attribute_Single service to Class 0x64, Instance 01, Attribute 0x65 with data 0x1234, 0x5678.

5.2.3.3 Fragmentation protocol

5.2.3.3.1 General

This subclause defines the means by which a message whose length is greater than 44 octets, which is the maximum size of A_EVENT frame, is fragmented and reassembled.

Important: Masters shall support the transmission and reception of messages in a fragmented manner. This capability is optional for slaves and repeaters, but mandatory for masters.

Explicit Message senders examine the length of each message to be transmitted. If the message is greater than 44 octets in length, then the fragmentation protocol is used.

The Fragmentation Protocol is located within a single word called Control Code in the A_EVENT Event Data Field. See Table 33.

5.2.3.3.2 Fragmentation protocol contents

Fragment type: This indicates whether the message is a single frame, which means the message is not fragmented, or one of the first, middle or last transmission for a fragmented message. The following values in Table 35 are defined:

Table 35 – Fragment type values

Value	Meaning
0	Single frame, The Fragment Count field shall contain the value 0. ^a
1	First fragment. The Fragment Count field shall contain the value 0. ^b
2	Middle fragment. ^c
3	Last fragment ^d
^a Indicates that this is a non-fragmented message. ^b Indicates that this is the first of sequential fragments. ^c Indicates that this is a midstream fragment. This fragment is neither the first nor the last fragment in series. It also indicates more fragments are to follow. ^d Marks it as the last fragment. This is used after having transmitted one or more fragments in ahead of.	

Fragment count: This marks each separate fragment so that the receiver can identify if any fragment is missed. The Fragment Count increments by one (1) for each successive fragment received. The counter goes back to zero (0) when it reaches the value 256 ($\text{fragmentCount} = (\text{fragmentCount} + 1) \bmod 256$).

If the Fragment type is not 0, it means the transmission is only a portion of the Explicit Message, not the entire message.

Message fragmentation is performed as a data-link level acknowledgement. The receiver returns only data-link level acknowledgments for every fragment.

The **transmitting** side functions as specified below:

- The sender formulates the message header by setting the Control Code, the Extended SID and SID fields to the value specified by the Application. It initializes the MAC ID fields and other fields. See 5.2.3.2.
- The sender then places the appropriate Fragmentation Protocol information into the message. The sender stores the Fragment Count that is inserted into the message. The first fragment and middle fragments shall be a full-sized A_EVENT. Otherwise a non-fragmented message or the last fragment shall be used.
- The sender then takes the next piece of the Service Data and places it into the message.
- If the sender is a slave or repeater, it sets the bit "A_EVENT sending request" in its CN frames to inform the master that it needs to send a message. It starts its Explicit Message Timer if this is the first transmission of the message.
- The sender transmits the message and waits for a positive data-link level acknowledgement.
- If no positive acknowledgement is received, the sender retries the last transmission. The retry mechanism is defined in 5.2.4. If the retries fail, then the Application is informed that an error has been detected and the requested transmission cannot take place.

If a positive acknowledgment is received, then the sender continues normal processing. If the sender is a slave or repeater, the reception of a positive acknowledgement clears "A_EVENT sending request" bit in its CN frames.

The *initial state* associated with the receiving side entails waiting for either the First Fragment in a fragmented transmission or waiting for the reception of a complete Explicit Message.

The **receiving** side functions as specified below:

- a) If the message header indicates that this is a fragmented Explicit Message, then the receiver examines the Fragmentation Protocol to determine its validity. If the receiver has

yet to receive the first transmission in the series (in the *initial state*) and the Fragment field is not equal to *First Fragment*, then the fragment is dropped.

- b) If it is a single frame message and the Fragment Count is 0, the receiver does the following:
 - processes the message, and
 - resets to the initial state.
- c) If the Fragment indicates that this is the *First Fragment*, then the Fragment Count shall equal zero (0) and it is full-sized. If this is the case, then the message fragment is stored. If the Fragment indicates *First Fragment* and the Fragment Count is not zero (0), then the fragment is dropped.
- d) If the Fragment Count is one (1) greater than the previously received count and the Fragment indicates that this is the Middle Fragment or Last Fragment, the SID is the same as previously received SID and it is a full-sized fragment, then the next fragment has been received. The fragment is appended to the previously received fragment(s). The Fragment Count associated with this fragment is stored.
- e) If the Fragment Count is same as the previously received count, the SID is same as previously received SID, and the Fragment does not indicate that this is the First Fragment, then a resent fragment has been received. No action is needed.
- f) If the Fragment Count is neither one (1) greater nor equal to the previously received count, then the fragment is discarded. The receiver resets to the *initial state*.
- g) When the last fragment is received the receiver continues processing the message.

The Event/Action Matrices presented in Table 36 and Table 37 provide formal definitions of the transmitting and receiving sides of the Fragmentation Protocol.

Table 36 – Fragmented transmission

Event	Condition	Action
Sending First Fragment.	The message can not be sent in a non-fragmented Explicit Message. The "Length" of A_EVENT data shall be 22 words.	Fragment Count = 0. Fragment Type = First Fragment. Build and transmit the full-sized message. Wait for the positive acknowledgment to be returned.
Time-out while waiting for a positive acknowledgment occurs (This applies only for the master sender. The timer value is defined in 5.6.3.5)	Retries are needed. See 5.2.4.	Re-transmit the previously sent message fragment. Wait for a positive acknowledge to be returned.
	All retries fail. See 5.2.4.	Discontinue the attempt to transmit this message. Issue the necessary internal indications.
The Explicit Message Timer expires (This applies only for a slave or repeater sender, See 5.2.4)	None	Discontinue the attempt to transmit this message. Issue the necessary internal indications.
Receive a positive acknowledge associated with either the First Fragment or a Middle Fragment	None	Build and transmit the next fragment per the Event column. A slave or repeater sender needs to clear the bit "A_EVENT sending request" in its CN frames, then set the bit again if it is ready to transmit the next fragment.

Event	Condition	Action
Receive a positive acknowledge associated with the Last Fragment	None	Indicate that the message has been successfully delivered to the remote destination. Start the Explicit Message Timer if the sender is the master. Clear the bit "A_EVENT sending request" in CN frames if the sender is a slave or repeater.
Sending "midstream" fragment (not the first nor the last).	The remainder of the message can not be sent in ONE fragment. The "Length" of A_EVENT data shall be 22 words.	Increment previously transmitted Fragment Count by one (1). Fragment = Middle Fragment. Use the same SID as previous one. Build and transmit the full-sized message fragment. Wait for a positive acknowledgment to be returned.
Sending last fragment	The remainder of the message can be sent in ONE fragment. The length of "Service Data" can not be zero (0).	Increment Fragment Count by one (1). Fragment = Last Fragment. Use the same SID as the previous one. Build and transmit the message fragment. Wait for a positive acknowledgment to be returned.
The last fragment of an Explicit Request Message has been sent.	The associated response message is received prior to receiving the Acknowledgment associated with the Last Fragment	Discard the received response message.

The initial state referenced in Table 37 below is defined as the state waiting for either the First Fragment in a fragmented transmission or for the reception of a complete Explicit Message, i.e. a non-fragmented message.

Table 37 – Fragmented reception

Event	Condition	Action
Receive First Fragment	The receiver can not process the fragmented message because of oversize or unknown message type. See 5.2.3.2.10.	An error has been detected. Waiting for the last fragment.
	Fragment Count IS NOT equal to zero (0).	Discard the fragment and reset to the <i>initial state</i> .
	Fragment Count=0, NOT full-sized message	Discard the fragment and reset to the <i>initial state</i> .
	Fragment Count = 0, and it is a full-sized message	Store the Fragmentation Protocol word and associated message fragments. Store the Extended SID and SID. If the receiver is still in the process of receiving the previous fragmented message that has yet to be completed, then the previous message is discarded and the receiver begins processing this new fragmented message.
Received Fragment = Middle Fragment.	The First Fragment <u>HAS NOT</u> yet been received.	Discard the message fragment.

Event	Condition	Action
	The Fragment Count is numerically one (1) greater than the previously received Fragment Count. The SID is same as the previously received one and the message is full-sized.	Store the Fragment Count and associated message fragment.
	The Fragmentation Protocol word Control Code is equal to the previously received Fragmentation Protocol word Control Code, the SID is same as the previously received one and the message is full-sized.	Discard the message fragment.
	NOT full-sized message	Discard the fragment and reset to the <i>initial state</i>
	The SID is different from the previously received one.	Discard the fragment and reset to the <i>initial state</i>
	The Fragment Count is neither one (1) greater than nor equal to the previously received Fragment Count.	Discard the fragment and reset to the <i>initial state</i>
	Too much data has been received.	Discard the fragment and reset to the <i>initial state</i> .
Received Fragment Type = Last Fragment.	The First Fragment <u>HAS NOT</u> yet been received.	Discard the message fragment.
	An error has been detected while receiving the first fragment.	Return a response with the General Status set to indicate the error that has occurred if the receiver is Server. Inform to the Application if the receiver is Client. Reset to the <i>initial state</i>
	The Fragment Count is numerically one (1) greater than the previously received Fragment Count. The SID is same as the previously received one. The size of Service Data is NOT zero (0).	Process the received Explicit Message.
	The Fragmentation Protocol word Control Code is equal to the previously received Fragmentation Protocol word Control Code and the SID is same as the previously received one. The size of Service Data is NOT zero (0).	Discard the message fragment.
	The size of Service Data is zero (0).	Discard the fragment and reset to the <i>initial state</i>
	The SID is different from the previously received one.	Discard the fragment and reset to the <i>initial state</i>
	The Fragment Count is neither one (1) greater than nor equals to the previously received Fragment Count.	Discard the fragment and reset to the <i>initial state</i> .
	Data of wrong size has been received. The real data size does not match the declared size in the first fragment.	Discard the fragment and reset to the <i>initial state</i> .
Receive non-fragmented message	In the process of <u>receiving</u> a fragmented message	Discontinue processing associated with the fragmented message. Process the received non-fragmented message. Reset to the <i>initial state</i> .

5.2.4 Explicit messaging client/server timing requirement

5.2.4.1 General

This subclause specifies explicit messaging timing requirements for devices. Two different timeout conditions can occur and are described in the following subclauses.

5.2.4.2 Link layer acknowledgement timeout

CompoNet uses data-link level acknowledgement to improve communication efficiency. Once it receives an A_EVENT frame, the receiver shall reply immediately with a positive or a negative acknowledgement.

If the master is the requester and fails to receive a data link response from the receiver after 10 attempts, the master stops waiting and can schedule a retry later. If the master received a negative acknowledgment, it resends the request until it receives a positive acknowledgment, or until 2 s have passed.

If a slave or repeater is the requester, there is no timeout period for data-link level acknowledgment. Slave and repeater devices rely on the Explicit Message Timeout event to identify an unsuccessful explicit message transaction.

5.2.4.3 Explicit message timeout

An explicit message timer is used to detect an unsuccessful explicit message transaction. This timer is maintained by both client and server endpoints. The timer behaviour differs among clients, servers, master, and slave or repeater devices. The value loaded into the timer is based on the Device Category and the data rate as shown in Table 38.

Table 38 – Explicit message timeout values

Device category	Transmission speed	Default s
Master		2
Slave or repeater	4 Mbit/s	3
	3 Mbit/s	4
	1,5 Mbit/s	8
	93,75 kbit/s	115

- Master timer behaviour

As a client, the master shall run an explicit message timer while it waits for a response from a slave or repeater. The timer is started when the master is notified that the last request frame has been sent. If the timer expires before the last response frame is received from the slave or repeater, the transaction is considered timed out. The application is then notified of the timeout event.

As a server, the master does not run an explicit message timer.

- Slave or repeater timer behaviour

As a client, the slave or repeater shall run a separate explicit message timer during both the request and response phases of the explicit message transaction.

During the request phase, the slave or repeater starts the timer when the application is ready to start transmitting the request, as indicated by setting the “A_EVENT Sending Request” flag in the CN response frame. The timer is cleared when the application is notified that the last request frame has been sent. If the timer expires before the last request frame is sent, the device shall reset or clear the “A_EVENT Sending Request” flag in the CN response frame and notify the application of the timeout event.

During the response phase, the slave or repeater starts the timer when the application is notified that the last request frame has been sent. If the timer expires before the last response frame is received from the master, the application is notified of the timeout event.

As a server, the slave or repeater shall run an explicit message timer while it sends a response to the master. The timer is started when the application is ready to start transmitting the response, as indicated by setting the “A_EVENT Sending Request”

flag in the CN response frame. If the timer expires before the last response frame is sent, the slave or repeater shall reset or clear the “A_EVENT Sending Request” flag in the CN response frame and may notify the application of it

5.3 CompoNet communication object classes

5.3.1 General

Communication in a node is modelled as a collection of objects: CompoNet communication objects manage and provide the exchange of messages.

An object provides an abstract representation of a data structure within a node. An object class is a set of objects that all represent the same type of object. An object instance is the actual representation of a particular object within a class. Each instance of a class has the same set of attributes, but has its own particular set of attribute values.

An object instance and/or an object class have attributes, provide services and implements behaviour.

Attributes are characteristics of an object and/or an object class. Attributes provide status information or govern the operation of an object. Services are invoked to trigger the object class or instance to perform a task. The behaviour of an object indicates how it responds to particular events.

The main communication objects used are listed in the following subclauses (see 5.3.2.to 5.3.6). See Annex D for a description of data type specification and encoding, and Annex E for the definition of auxiliary communication objects.

5.3.2 Identity object class definition (class ID code: 01_{Hex})

The identity object identifies and provides general information about the node. The identity object is fully specified in IEC 61158-5-2, 6.2.1.2.2 and IEC 61158-6-2, 4.1.8.2.

CompoNet devices shall not support the Heartbeat Interval attribute.

5.3.3 Message router object class definition (class ID code: 02_{Hex})

The message router object provides a messaging connection point through which a client may address a service to any object class or instance residing in the node. The message router object is fully specified in IEC 61158-5-2, 6.2.1.2.4 and IEC 61158-6-2, 4.1.8.3.

5.3.4 Connection object class definition (class ID code: 05_{Hex})

5.3.4.1 General

The connection class allocates and manages the internal resources associated with I/O connection. The specific instance generated by the connection class is referred to as a connection instance or a connection object.

The connection class is fully specified in IEC 61158-5-2 and IEC 61158-6-2. This includes:

- attributes and services for the connection object class and instances (see IEC 61158-5-2, 6.2.3 and IEC 61158-6-2, 4.1.8.8);
- connection timing (see IEC 61158-5-2, 6.2.3);
- connection instance behaviour (see IEC 61158-6-2, 7.2).

CompoNet uses a predefined connection-based communication for I/O data exchange. No connection-based explicit connection is defined at this time. This subclause describes the specific parts of communication model.

5.3.4.2 Instance attributes

5.3.4.2.1 Instance type, attribute 2

The only value supported is 1, I/O Connection type.

5.3.4.2.2 Expected packet rate, attribute 9

This value is selected to obtain the desired connection timeout. The I/O watchdog timer in the I/O connection class is limited to a maximum of 650 ms for transmission speed of 93,75 kbit/s and to 200 ms for other speeds. Thus, using the connection timeout multiplier of 4, this attribute has a maximum value (based on data rate) as shown in Table 39.

Table 39 – Maximum value of expected packet rate

Data rate	Maximum value
93,75 kbit/s	162 ms
Others	50 ms

CompoNet does not use a pre-consumption timer.

5.3.4.2.3 CIP produced connection ID, attribute 10

CompoNet devices shall not support the Produced Connection ID attribute.

5.3.4.2.4 CIP consumed connection ID, attribute 11

CompoNet devices shall not support the Consumed Connection ID attribute.

5.3.4.2.5 Production inhibit time, attribute 17

CompoNet devices shall not support the Production Inhibit Time attribute.

5.3.4.2.6 Connection timeout multiplier attribute 18

CompoNet devices shall not support the Connection timeout multiplier attribute. The multiplier value is fixed to 4.

5.3.4.2.7 Connection binding list attribute 19

CompoNet devices shall not support the Connection binding list attribute.

5.3.4.3 Connection object attribute access rules

CompoNet connection object attribute access rules are specified in Table 40.

Table 40 – CompoNet connection object attribute access rules

Attribute	I/O connection state		
	Configuring ^a	Established	Timed out
state	Get	Get	Get
instance type	Get	Get	Get
transportClass trigger	Get/Set	Get	Get
produced connection size	Get/Set	Get	Get
consumed connection size	Get/Set	Get	Get
expected packet rate	Get/Set	Get/Set	Get/Set

Attribute	I/O connection state		
	Configuring ^a	Established	Timed out
watchdog timeout action	Get/Set	Get/Set	Get/Set
produced connection path length	Get	Get	Get
produced connection path	Get/Set	Get	Get
consumed connection path length	Get	Get	Get
consumed connection path	Get/Set	Get	Get
^a The I/O connection is only in this state during process of the CompoNet Link Object Allocate service. The settable values are loaded from parameters of that service.			

5.3.4.4 Connection object services

5.3.4.4.1 General

CompoNet connection object services are defined in this subclause.

5.3.4.4.2 Connection object class services

CompoNet devices do not support the Create or Delete services.

5.3.4.4.3 Connection object instance services

CompoNet devices do not support the Delete service.

5.3.4.4.4 Creating connections through the CompoNet Link object

5.3.4.4.4.1 General

I/O Connections are created via the CompoNet Link object using the Allocate Service (Service code 4B_{Hex}) to instantiate the desired connections.

5.3.4.4.4.2 Allocate behaviour (Service code 4B_{Hex})

This is the service utilized to perform the allocation of the Predefined Master/Slave Connection Set for a slave or repeater. Status codes listed below in *italics* are defined in Annex B. CompoNet Link Object defined by Additional Code values are presented in 5.3.4.4.4.4.

The allocate service bundles the following general steps into one command:

- Connection Object Create, and
- Connection Object Configuration.

If the receiving device (i.e. a slave or a repeater) does not support the Predefined Master/Slave Connection Set, then an Error Response is returned. The General Error Code within the Error Response is set to 0x08 to indicate *service not supported*.

The device validates the Allocation Choice parameter within the request. If the device does not support one of the Connections specified in the Allocation Choice argument (including Reserved bits), then an Error Response is returned. The General Error Code within the Error Response is set to 0x02, which indicates Resource Unavailable, with the Additional Code set to an Object Specific value of 0x02.

If the Allocation Choice octet has no bits set, which means that all bits are zero, the device returns an Error Response. In the response, the General Error Code is set to 0x09, which

indicates Invalid attribute data detected, and the Additional Code is set to an Object Specific value of 0x02.

For a repeater, the allocate service is only used to change the EPR and the explicit message timer. The allocate choice shall be 0x02 for a repeater.

If a slave or repeater in the EventOnly substate is allocated, the slave or repeater returns an Error Response with the General Error Code set to 0x10, which indicates Device state conflict.

If any of the Connection(s) being requested are supported by this slave or repeater and have already been allocated to the master, the slave or repeater returns an Error Response with the General Error Code set to 0x0B (Already In Requested Mode/State), with the Additional Code set to an Object Specific value of 0x02. The master has the option to send a Release request as it may be out-of-sync with the slave or repeater. The exception to this is when the requested I/O connection is in the Timed-Out state. In this case the slave or repeater reallocates the I/O connection, sending it back to the Configuring State.

If a resource that is required for use with the requested Connections is not available, then an Error Response is returned with the General Error Code set to 0x02 (Resource Unavailable), and the Additional Code set to an Object Specific value of 0x04.

Important: If an error is encountered, then none of the requested connections shall be allocated. If this request cannot be fully serviced, then none of the requested allocations shall be done.

The Allocation Choice attribute indicates which Connection Objects from the Predefined Master/Slave Connection Set are active. This octet may need to be updated whenever a Master/Slave Connection Object changes state.

If the value in the Connection time-out period field is out of range, then an Error Response is returned with the General Error Code set to 0x20, indicating *Invalid Parameter*.

Once the Allocation Choice parameter is validated, any allocated I/O Connection(s) transition to the Configuring state. The default connection values as specified in 5.3.5.5.3.2 are loaded into the connection attributes. The EPR attribute is configured with the value from the Connection time-out period parameter. The I/O Connection then makes a transition to the Established state.

The Inactivity/Watchdog Timer functions as described in IEC 61158-5-2, 6.2.3.

5.3.4.4.4.3 Release behaviour (Service code 4C_{Hex})

The receiving device, i.e. slave or repeater, validates the Release Choice parameter within the request. If the slave or repeater does not support one of the Connections specified in the Release Choice argument (including Reserved bits), then an Error Response is returned. The General Error Code within the Error Response is set to 02, which indicates Resource Unavailable, with the Additional Code set to an Object Specific value of 02.

If the Release Choice octet has no bits set, which indicates all bits are zero, the slave or repeater returns an Error Response with the General Error Code set to 09 (Invalid Attribute Value), with the Additional Code set to an Object Specific value of 02.

Important: If an error is encountered, then none of the specified connections shall be released. If this request cannot be fully serviced, then none of the requested releases shall be done.

If one of the specified Connections is in the non-existent state, then an Error Response is returned. The General Error Code within the Error Response is set to 0B_{hex} to indicate *Already In Requested Mode/State*.

Once the Release Choice parameter has been validated, the slave or repeater ensures that it is in a state that allows it to discontinue use of the specified Connection(s). If this is not the case, then an Error Response is returned. The General Error Code within the Error Response is set to 0C_{hex} to indicate *Cannot Perform Service In Current Mode/State*.

If the request is valid, then the slave or repeater releases all resources associated with the specified Connection(s).

5.3.4.4.4 Error codes specific to the CompoNet Link object

The following table lists error codes specific to the CompoNet Link Object. These codes are placed in the Additional Code field within an Error Response message. These codes as specified in Table 41 are referenced and described in detail throughout the preceding subclauses.

Table 41 – CompoNet Link object specific additional error codes

Value	Meaning
02	Invalid Allocation/Release Choice parameter. This is returned when an Allocate/Release_Master/Slave_Connection_Set request is received and: 1) the slave or repeater does not support the choice specified in the Choice parameter. 2) the slave or repeater is asked to Allocate/Release connection(s) which has already been allocated/released. 3) the Allocation Choice/Release octet contained all zeros or an invalid combination of bits.
04	Resource required for use with the Predefined Master/Slave Connection Set is not available.

5.3.4.5 Slave connection object characteristics

5.3.4.5.1 General

This subclause presents the externally visible characteristics of the Connection Objects associated with the Predefined Master/Slave Connection Set within slave or repeater devices. The Predefined Master/Slave Connection Object defined for the slave or repeater devices is the Multicast Poll Connection, which is responsible for receiving the master's Multicast Poll Command and returning the associated Response.

Important: This subclause further refines information presented in IEC 61158-5-2, 6.2.3 for use by Connection Objects. Except where noted, all information specified in IEC 61158-5-2, 6.2.3. (e.g. Services, Attributes, etc.) applies to the Connection Objects described in this subclause.

5.3.4.5.2 Connection instance IDs

Every Connection Object in existence has an assigned Connection Instance ID, which identifies the Connection Object amongst several Connection Objects within the Connection Class. The Instance IDs that shall be utilized by a slave or repeater device to identify Predefined Master/Slave Connection Objects are shown in Table 42.

Table 42 – Connection instance ID for predefined master/slave connections

Connection Instance ID N°	Description
1	References the Multicast Poll I/O Connection

Important: A slave or repeater shall reserve the Instance IDs from Table 42 for the Predefined Master/Slave Connections that it supports.

5.3.4.5.3 Slave connection instance attributes

This subclause defines default attribute values utilized by a slave or repeater device within Predefined Master/Slave Connection Objects.

Table 43 defines attribute values for the Predefined Master/Slave I/O Connection Objects. These default values are initially loaded into the attributes when the Connection Object makes a transition from the Non-existent state to the Configuring state (see 5.3.4.5.4). Attributes not supported are not listed.

Table 43 – Default multicast poll connection object attribute values

Attribute ID (decimal)	Attribute name	Default value	Description
1	state	01	Indicates the Multicast Poll Connection Object is in the Configuring state.
2	Instance_type	01	Indicates this is an I/O Connection.
3	transportClass_trigger		0x82 for IN and Mix slaves 0x80 for OUT slaves and repeaters
7	produced_connection_size		No default specified. An implementation shall initialize this attribute according to the application.
8	consumed_connection_size		No default specified. An implementation shall initialize this attribute according to the application.
9	expected_packet_rate	0	Expected packet rate shall be configured.
12	watchdog_timeout_action	0	Transition to the Timed Out state.
13	produced_connection_path_length		No default specified. An implementation shall initialize this attribute with the number of octets in the default produced_connection_path attribute.
14	produced_connection_path		No default specified. An implementation chooses an Application Object to reference by default and initializes this attribute accordingly.
15	consumed_connection_path_length		No default specified. An implementation shall initialize this attribute with the number of octets in the default consumed_connection_path attribute.
16	consumed_connection_path		No default specified. An implementation chooses an Application Object to reference by default and initializes this attribute accordingly.

5.3.4.5.4 Predefined master/slave connection instance behaviour

Figure 41 illustrates the Predefined Master/Slave Connection Set I/O Connection Object State Transition Diagram.

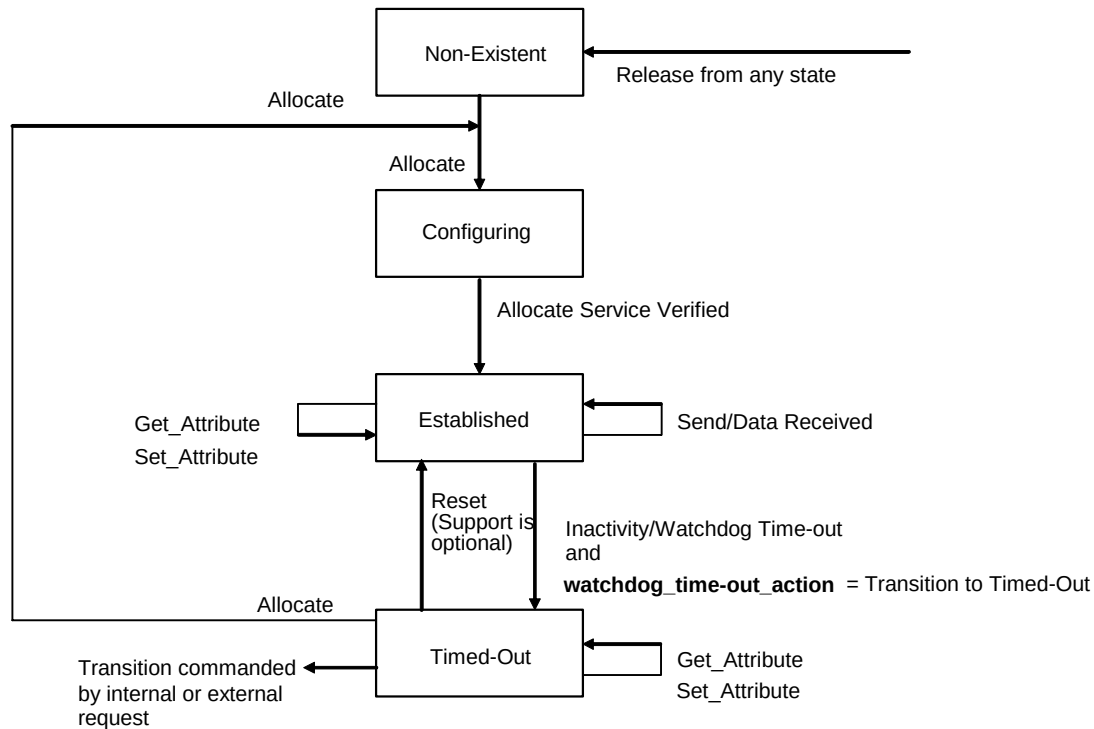


Figure 41 – Predefined master/slave I/O connection state transition diagram

The State Event Matrix, or SEM, presented below provides a formal definition of the behaviour of I/O Connections within the Predefined Master/Slave Connection Set. The SEM inherits from and/or overrides actions presented in the I/O Connection Object State Event Matrix in IEC61158-6-2, 7.2.1.

Important: The SEM presented below does not dictate rules with regards to product specific, internal logic. Any attempt to access the Connection Class or a Connection Object instance may need to pass through product specific verification. This may result in an error scenario that is not indicated in Table 44. This may also result in additional, product specific indications delivered from a Connection Object to the application and/or a specific Application Object. The specific requirement is that the Predefined Master/Slave I/O Connection Object shall exhibit the externally visible behaviour specified by the SEM and the attribute definitions.

Table 44 – Predefined master/slave I/O connection state event matrix

Event	I/O connection object state			
	Non-existent	Configuring	Established	Timed out
CompoNet Link Object receives an <i>Allocate</i> Request that passes all error checks. This request specifies the Predefined Master/Slave I/O Connection.	Instantiate a Connection Object for each requested I/O Connection & set attributes to default values specified in 5.3.4.5.3. Transition to Configuring.	This is an error scenario described in 5.3.4.4.4.	This is an error scenario described in 5.3.4.4.4.	Set attributes to default values specified in 5.3.4.5.3. Transition to Configuring.
CompoNet Link Object receives a <i>Release</i> Request that passes all error checks. This request specifies the Predefined Master/Slave I/O Connection.	This is an error scenario described in 5.3.4.4.4.	N/A	Release all associated resources. Transition to Non-existent.	Release all associated resources. Transition to Non-existent.

Event	I/O connection object state			
	Non-existent	Configuring	Established	Timed out
CompoNet Link Object Allocate Service parameters loaded into Connection Instance.	N/A	Transition to Established	N/A	N/A
Set_Attribute_Single	As described in IEC 61158-6-2, 7.2.1	Validate/service the request based on internal logic and per the Access Rules presented in 5.3.4.3. If this is a valid request to set the expected_packet_rate attribute, then perform the steps specified in IEC 61158-6-2, 7.2.1 and transition to Established. Return appropriate response.	Validate/service the request based on internal logic and per the Access Rules presented in 5.3.4.3. Return appropriate response.	Validate/service the request based on internal logic and per the Access Rules presented in 5.3.4.3. Return appropriate response.
Get_Attribute_Single	As described in IEC 61158-6-2, 7.2.1	Validate/service the request based on internal logic and per the Access Rules presented in 5.3.4.3. Return appropriate response.	Validate/service the request based on internal logic and per the Access Rules presented in 5.3.4.3. Return appropriate response.	Validate/service the request based on internal logic and per the Access Rules presented in 5.3.4.3. Return appropriate response
Reset	As described in IEC 61158-6-2, 7.2.1.	As described in IEC 61158-6-2, 7.2.1	As described in IEC 61158-6-2, 7.2.1	As described in IEC 61158-6-2, 7.2.1.
Receive_Data				
Send_Message				
Inactivity/Watchdog Timer expires				

If an implementation detects that it does not support an Explicit Messaging Service indicated in Table 44, then an Error Response specifying Service Not Supported (General Error Code 08) is returned.

5.3.4.6 Slave or repeater device state transition characteristics

5.3.4.6.1 Connection instance behaviour

After a successful STW, an IN slave goes to the ONLINE sub-state (Participated), and reacts to OUT/TRG frames, sending IN frames with valid input data even before it is allocated. When the master receives the input data, it does NOT transfer the data to its application until the master allocates the slave successfully. A slave shall NOT refresh its outputs before it is allocated.

For a repeater, a successful STW_Run Online or STW_Run EventOnly makes the Repeater transition to Participated and start repeating. A successful allocate service makes the Repeater in the ONLINE sub-state transition to the Established connection state.

After a slave or repeater goes to the Established state, it monitors OUT/TRG frames. If there is no OUT/TRG frames for a period of $EPR \times 4$, the connection transitions to the Timed out state.

There are 2 events that cause an output slave to transition to IDLE. An OUT frame with a disabled I/O refresh bit, or a TRG frame, is interpreted as a receive_idle event by an Application Object. An OUT frame with an enabled I/O refresh bit is interpreted as a run event by an Application Object.

5.3.4.6.2 Connection procedure

Figure 42 shows the connection procedure:

- Step A: The master sends a TRG-Frame to non-participated slave or repeater devices and recognizes offline devices. The offline devices send CN frames back to the master.
- Step B: The master sends STR requests to the slave or repeater devices that have sent CN frames. The slave or repeater devices send STR responses with their own vendor ID and serial number attached after received STR requests. The STR request and STR response are sent by using B_EVENT messages.
- Step C: The master adds the received vendor ID and serial number to a STW request and sends it to the appropriate device. If there is any device whose received vendor ID and serial number do not match its own vendor ID and serial number, the device makes a transition to the Communication Fault state. The STW request and STW response are sent by using B_EVENT messages.
- Step D: The master sends allocate requests to the slave or repeater devices Online. The Allocate request and allocate response are sent by using A_EVENT messages.

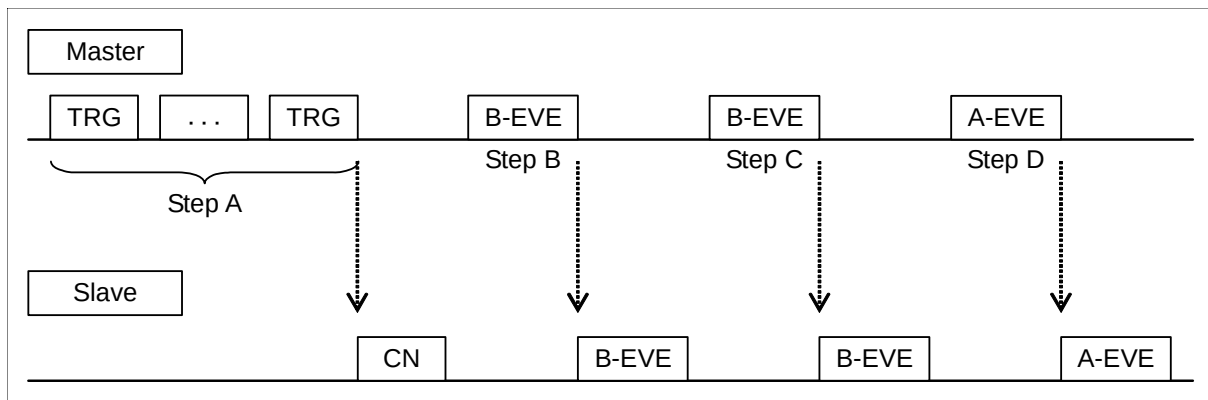


Figure 42 – Predefined master/slave I/O connection state transition diagram

5.3.4.6.3 Participation procedure flow

Figure 43 shows the connection flow.

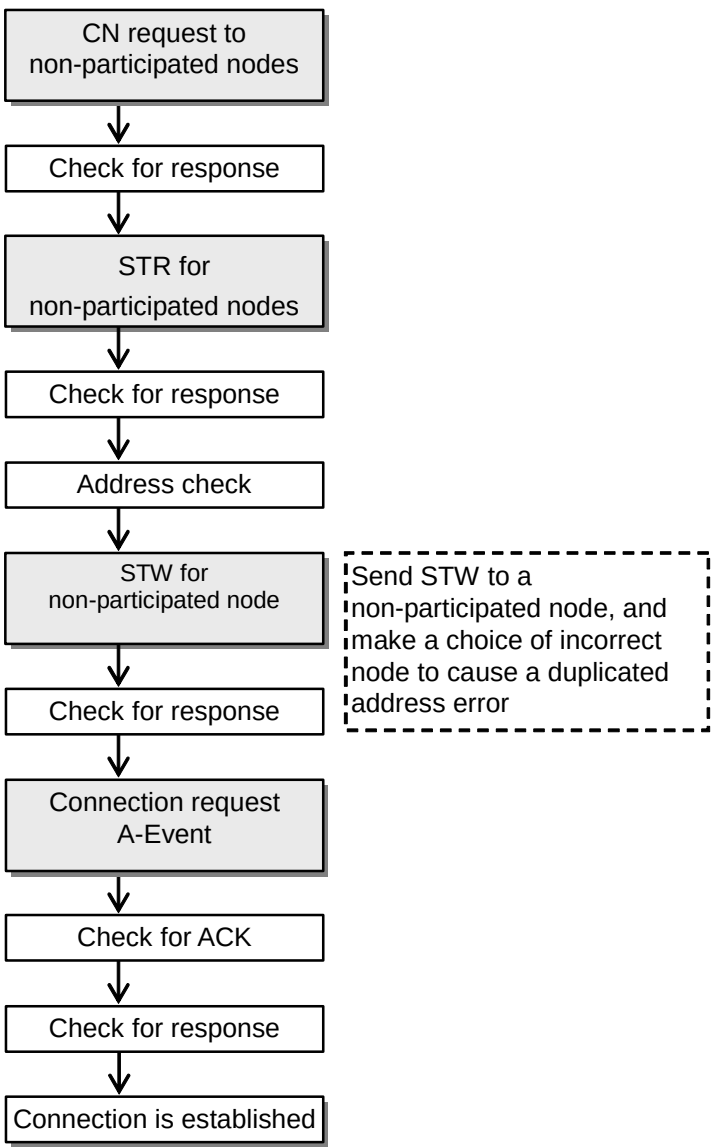


Figure 43 – Connection flow

5.3.4.7 Master communication characteristics

This specification does not present a large number of characteristics with respect to Connection Objects within a master. It is a requirement that the master understands how it has been configured with its associated slaves or repeaters and exhibits the external behaviour necessary to properly interface with those slaves or repeaters.

When it is reset or powered on, a master shall wait at least until all nodes go to their initial state (i.e. Speed Detection state). The waiting time differs by transmission speeds and is obtained by the following formula.

$$t = v \times 2$$

where

- t is the waiting time, expressed in milliseconds (ms).
- v is a multiplier set by the transmission speed. For a speed of 93,75 kbit/s, the multiplier is 650. For other speeds, it is 200.

For example, at 93,75 kbit/s the master waits for 650 ms (no OUT/TRG) until all participating nodes time out and go to the non-participating state. The master then waits for another 650 ms (no frames) to allow the non-participating nodes to go to the Speed Detection state. So a total of 1 300 ms of waiting time assures that all nodes are reset to the Speed Detection state.

NOTE Nodes in the Communication Fault state do not process new Control Codes and this can cause collisions when the Control Code in a BEACON frame is changed.

The master shall monitor its connections for timeouts. For IN or MIX nodes, monitoring shall be accomplished preferably via the detection of missing IN frames, or optionally via the detection of missing CN frames. For OUT nodes or repeaters, monitoring shall be accomplished via the detection of missing CN frames.

5.3.5 CompoNet Link object class definition (class ID code: F7_{Hex})

5.3.5.1 General

The CompoNet Link object is used to provide the configuration and status of a physical attachment. A product shall support one (and only one) CompoNet Link object per physical network attachment and it shall be instance 1.

5.3.5.2 CompoNet Link object class attributes

The class attributes for the CompoNet Link object are defined below in Table 45.

Table 45 – CompoNet Link class attributes

Attribute ID	Need In Implementation	Access Rule	Name	Data Type
1 through 7	These class attributes are optional and are described in IEC61158-5-2, 6.2.1.2.			

5.3.5.3 CompoNet link object class services

The CompoNet Link Object supports the following class services in Table 46.

Table 46 – CompoNet Link class services

Service Code	Need In Implementation	Service Name	Description
0x0E	Conditional ^a	Get_Attribute_Single	Used to read a CompoNet Link Object attribute.
^a Required if any class attributes are supported.			

5.3.5.4 CompoNet Link object instance attributes

5.3.5.4.1 General

The instance attributes of the CompoNet Link Object are defined as in Table 47.

Table 47 – CompoNet Link instance attributes

Attribute ID	Need in implementation	Access rule	N V	Name	Data type	Description	Semantics of values
1	Required	Get	N V	MAC ID	UINT	the MAC ID of this device.	See 5.3.5.4.2
2	Required	Get	V	Data Rate	USINT		See 5.3.5.4.3
3	--	--		Reserved			
4	--	--		Reserved			
5	Conditional ^c	Get	V	Allocation choice	OCTET		See 5.3.5.4.4

Attribute ID	Need in implementation	Access rule	N V	Name	Data type	Description	Semantics of values
6	Conditional ^a	Get	V	Node Address Switch Changed	BOOL		See 5.3.5.4.5
7	Conditional ^b	Get	V	Data Rate Switch Changed	BOOL		See 5.3.5.4.6
8	Conditional ^a	Get	V	Node Address Switch Value	UINT		See 5.3.5.4.7
9	Conditional ^b	Get	V	Data Rate Switch Value	USINT		See 5.3.5.4.8
10	Required	Set	V	Explicit message timer	UINT		See 5.3.5.4.9
11	Conditional ^b	Get	V	Active Node Table	ARRAY of 512 bits	Indicates node state. One bit for each MAC ID	1 = node in Participated state. 0 = node not in Participated state.
12	Conditional ^b	Get	V	WORD IN Node State Table	ARRAY of 64 octets	WORD IN node state. One octet per node address	See 5.3.5.4.11
13	Conditional ^b	Get	V	WORD OUT Node State Table	ARRAY of 64 octets	WORD OUT node state. One octet per node address	See 5.3.5.4.11
14	Conditional ^b	Get	V	BIT IN Node State Table	ARRAY of 128 octets	BIT IN node state. One octet per node address	See 5.3.5.4.11
15	Conditional ^b	Get	V	BIT OUT Node State Table	ARRAY of 128 octets	BIT OUT node state. One octet per node address	See 5.3.5.4.11
16	Conditional ^b	Get	V	Repeater Node State Table	ARRAY of 64 octets	Repeater node state. One octet per node address	See 5.3.5.4.11
^a This attribute is required when the device has a node address switch and it can be set to a value other than the online value. ^b This attribute is required for masters, but not allowed for other devices. ^c This attribute is required for slaves, but not allowed for masters.							

5.3.5.4.2 MAC ID

This attribute indicates the MAC ID of the device. The value ranges from 0 to 511. Table 48 shows the allocation of MAC IDs for each Device Category.

Table 48 – MAC ID range

Value	Device category
0x0000 – 0x003F (0 to 63)	Word slave (IN or MIX)
0x0040 – 0x007F (64 to 127)	Word slave (OUT)
0x0080 – 0x00FF (128 to 255)	Bit slave (IN or MIX)
0x0100 – 0x017F (256 to 383)	Bit slave (OUT)
0x0180 – 0x01BF (384 to 447)	Repeater
0x01C0 (448)	Master
0x01C1 – 0x01FF (449 to 511)	Reserved

If the MAC ID is set to an invalid value for the device type, the device makes a transition to the Communications Fault state.

5.3.5.4.3 Data rate

This attribute indicates the selected data rate. The possible attribute values are shown in Table 49.

Table 49 – Data rate

Value	Description
0	93,75 kbit/s
1	Reserved
2	1,5 Mbit/s
3	3 Mbit/s
4	4 Mbit/s
5 to 255	Reserved

5.3.5.4.4 Allocation choice

The attribute indicates the type of communication selected as shown in Table 50.

Table 50 – Allocation choice

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Meaning	Reserved						I/O	Reserved

5.3.5.4.5 Node address switch changed

The attribute indicates if the node address switch has changed since the power-up.

5.3.5.4.6 Data rate switch changed

The attribute indicates if the data rate switch has changed since the power-up.

5.3.5.4.7 Node address switch value

The attribute indicates the current value of the node address switch.

5.3.5.4.8 Data rate switch value

The attribute indicates the current value of the data rate switch as shown in Table 51.

Table 51 – Data rate switch value

Value	Meaning
0	93,75 kbit/s
1	Reserved
2	1,5 Mbit/s
3	3 Mbit/s
4	4 Mbit/s
5 to 255	Reserved

5.3.5.4.9 Explicit message timer

This attribute is expressed in seconds.

5.3.5.4.10 Active node table

Instance attribute 11 of the CompoNet Link object shall consist of an array of 512 bits, one per MAC ID. The least significant bit shall correspond to MAC ID = 0, while the most significant bit shall correspond to MAC ID = 511. The bit for a specific MAC ID shall be set to “1”, if the node is in Participated state, which means the node can be accessed by Explicit Messages. The bit shall be cleared to “0” if the node is not in Participated state, which means the node can be missing, or in a state such as “Non-participated”, which means it does not support Explicit Messages.

5.3.5.4.11 Node state

Instance attribute 12, 13, 14, 15 and 16 indicate general state of all slave or repeater nodes. The bit definitions are shown in Table 52 and Table 53.

Table 52 – Bit definitions for node state octet

Bit (s)	Name	Definition
0-3	Node Network State	See Table 53
4	Communication Fault Flag	TRUE indicates there exists a communication fault error at the node address
5	Time Out Flag	TRUE indicates the master detected a connection timeout
6 to 7		Reserved, shall be 0

Table 53 – Bit definitions for node network state

Bits 0 to 3:	Node Network State Description
0 0 0 0	Nonexistent
0 0 0 1	Offline
0 0 1 0	Locked
0 0 1 1	Online
0 1 0 0	EventOnly
0 1 0 1	Communication Fault
0 1 1 0 through 1 1 1 1	Reserved

5.3.5.5 CompoNet Link object instance services

5.3.5.5.1 General

This subclause describes the common services and object class specific services supported by the CompoNet Link Object.

5.3.5.5.2 Common services

The required common services are specified in Table 54.

Table 54 – CompoNet Link object common services

Service code	Need in implementation	Service name	Description
0x0E	Required	Get_Attribute_Single	Returns the contents of the specified attribute.
0x10	Required	Set_Attribute_Single	Used to modify a CompoNet Link Object Attribute

5.3.5.5.3 Object class specific services

5.3.5.5.3.1 General

The CompoNet Link Object instance supports the following object class specific services in Table 55.

Table 55 – CompoNet Link Object class specific services

Service Code	Need In Implementation	Service Name	Service Description
0x4B	Conditional ^a	Allocate	Request the use of the Predefined Master/Slave Connection Set.
0x4C	Conditional ^b	Release	Indicates that the specified Connection(s) within the Predefined Master/Slave Connection Set are no longer desired. The indicated Connection(s) are to be released (Deleted).
^a This is required for slaves, optional for repeaters, and not allowed for masters. ^b This is required if Allocate is supported.			

5.3.5.5.3.2 Allocate (Service Code: 4B_{Hex})

Figure 44 is specified within the Service Data Field of an Allocate request.

Byte Offset	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Allocation Choice							
1	Reserved							
2	Expected Packet Rate						(L)	
3							(H)	
4	Explicit message timer						(L)	
5							(H)	

Figure 44 – Allocate request service data

Allocation choice: The Allocation Choice parameter is specified within a single octet as shown in Table 56. Each bit denotes a Connection that is to be allocated. If the bit is set to one (1), then a request is being made to allocate that particular Connection. If a bit is set to zero (0), then the requester does not want to allocate that Connection.

Table 56 – Allocation choice octet contents

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Meaning	Reserved						I/O	Reserved

When a slave or repeater receives an Allocate request, it shall confirm that nothing is set for reserved bits. The server shall ignore any request sent using the reserved bits and return an error.

Expected packet rate: This parameter is used as the EPR for allocated connection(s). The value is defined in Table 57.

Table 57 – EPR value

Value	Meaning
0x0000 to 0xFFFF	0x0000 selects the default. When the data rate is 93,75 kbit/s, the default value is 162 ms. For all other data rates, the default value is 50 ms. The resolution is 1 ms.

Explicit message timer: This value is used to override the default Explicit Message Timer defined in 5.2.4.3. See Table 58.

Table 58 – Explicit message timer

Value	Meaning
0x0000 to 0xFFFF	0x0000 selects the default. The resolution is in seconds.

Success response service data field parameters: The following information shown in Figure 45 is specified within the Service Data Field of a successful Allocate response.

Byte Offset	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Reserved (00)							
1	Reserved (00)							

Figure 45 – Allocate response service data

Allocate service required server behaviour: This service is used to allocate connections as described in 5.3.4.4.2.

5.3.5.5.3.3 Release service (Service Code: 4C_{Hex})

This service is used to deallocate the indicated connections within a slave.

Request service data field parameters: The information shown in Figure 46 is specified within the Service Data Field of a Release request.

Byte Offset	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Release Choice							

Figure 46 – Release request service data

The Service Data Field has the following information as shown in Table 59.

Table 59 – Release master/slave connection set request parameters

Name	Data type	Description
Release Choice	Octet	Designates which connections shall be released.

The Release Choice parameter is specified within a single octet as shown in Table 60. Each bit denotes a Connection(s) to be released. If the bit is set to one (1), then a request is being made to release that particular Connection. If a bit is set to zero (0), then the requester does not want to release that Connection.

Table 60 – Release choice octet contents

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Meaning	Reserved						I/O	Reserved

When a server receives a Release request, it shall confirm that nothing is set for reserved bits. The server shall ignore any request sent using the reserved bits and return an error. A value of 00 is also invalid.

Success response service data field parameters: None.

5.3.5.5.4 Release master/slave connection set required server behaviour

This service is used to release connections as described in 5.3.4.4.

5.3.6 CompoNet Repeater object (class ID code: F8_{Hex})

5.3.6.1 General

This subclause contains the object descriptions for CompoNet Repeater Object.

5.3.6.2 Repeater class attributes

The Class attributes for the Repeater Object are defined below in Table 61.

Table 61 – Repeater class attribute

Number	Need in implementation	Access rule	Name	Data type	Description of attribute	Semantics of values
1 through 7	These class attributes are optional and are described in IEC 61158-5-2, 6.2.1.2.					

5.3.6.3 Repeater class services

The Repeater Object supports the following class services in Table 62.

Table 62 – Repeater class services

Service code	Need in implementation	Service name	Description
0x0E	Conditional ^a	Get Attribute Single	Used to read a repeater Object attribute.

^a Required if any Class attributes are supported.

5.3.6.4 Instance attributes

5.3.6.4.1 General

The instance attributes of the Repeater object are defined as Table 63.

Table 63 – Instance attributes of repeater class

Attr No.	Need in implementation	Access rule	NV	Name	Data type	Description	Semantics of values
1	Required	Get	V	Slave Port Network Voltage	UINT		Unit: 100 mV
2	Required	Get	V	Slave port maximum network voltage	UINT		Unit: 100 mV
3	Required	Get	V	Slave port minimum Network Voltage	UINT		Unit: 100 mV
4	Required	Set	NV	Threshold for slave port Network Voltage	UINT		Unit: 100 mV
5	Required	Get	V	Master port Network Power On/Off	BOOL		5.3.6.4.6
NV non-volatile storage V volatile storage							

5.3.6.4.2 Slave port network voltage

This attribute shall correctly reflect the present voltage applied to the slave port at least from 0 V to 28 V d.c. The resolution of this attribute is 100 mV. If the voltage is over the measurement limits, the limit values shall be used.

5.3.6.4.3 Slave port maximum network voltage

The maximum slave port voltage detected since the reset. The resolution of this attribute is 100 mV.

5.3.6.4.4 Slave port minimum network voltage

The minimum slave port voltage detected since the reset. The resolution of this attribute is 100 mV.

5.3.6.4.5 Threshold for slave port network voltage

The resolution of this attribute is 100 mV. The default value is 140. If attribute 1 is lower than this threshold, the node shall report this situation to the master by setting Warning bit (B0 of Status) in CN frame. If this is not the only reason for the warning bit, the vendor shall provide information about the meaning of warning bit.

5.3.6.4.6 Master port network power on/off

This attribute becomes 1 when the voltage becomes greater than 21 V. It is 0 when the voltage is less than 3 V. It is 1 or 0 when the voltage is between 3 V and 21 V. Only the values 0 and 1 are allowed.

5.3.6.5 Instance services

This subclause describes the common services supported by the Repeater Object.

The common services are defined in Table 64.

Table 64 – Repeater common service

Code	Service	Description
0x05	Reset	Used to reset a Repeater Object attribute
0x0E	Get_Attribute_Single	Used to read a Repeater Object attribute
0x10	Set_Attribute_Single	Used to modify a Repeater Object attribute

The Reset service parameters are defined in Figure 47.

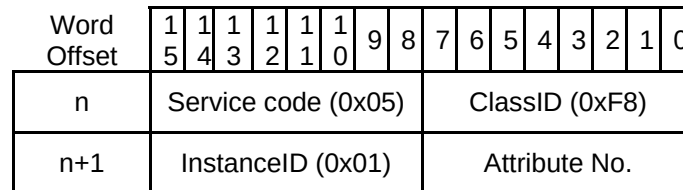


Figure 47 – Reset service parameter

The attributes supporting the reset service are listed in Table 65.

Table 65 – Reset attributes

Attribute No.	Name
2	Slave port Max Network Power Voltage
3	Slave port Min Network Power Voltage

5.4 Network access state machine

5.4.1 General

This subclause defines the Network Access State Machine that every product shall implement. The Network Access State Machine describes the following:

- network events that affect a product's ability to communicate.
- tasks that are performed prior to communicating.

5.4.2 Network access events

The Network Access State Machine uses STR and STW B_EVENTS. A brief description of these follows:

STR: Using a B_EVENT frame, a master can conduct a status read operation to get information from a slave or a repeater. The status information includes:

- VendorID: CompoNet Vendor ID assigned by ODVA,
- SerialNumber: Vendor-managed device-unique number,
- RepeaterMode: True/False to indicate whether it is a repeater or a slave,
- InIoModeStatus: Status and length of input data,
- OutIoModeStatus: Status and length of output data,
- GateCount: the number of repeaters between this node and the master. This comes from the BEACON frame,
- LastRepeaterNodeAddress: the nearest repeater address. This comes from the BEACON frame.

STW: Using a B_EVENT frame, a master can set slave or repeater parameters by a status write operation. The parameters include:

- VendorID: CompoNet Vendor ID assigned by ODVA,
- SerialNumber: Vendor-managed device-unique number,
- CnTimeDomain: time to start CN transmission after OUT/TRG frame,
- InTimeDomain: time to start IN transmission after OUT/TRG frame,
- CnFrameAddressMask: indicates which slaves are permitted to send a CN frame in the current communication cycle,
- OutBlockPointer: 0 to 79. This indicates where in the OUT frame that output slaves get their data from,
- Running: Permission to perform normal online operations (participated/non-participated),
- UnRegistrant: Permission to perform duplicate address detection, and
- EventOnly: special online state used for configuration, parameterization, investigation, etc. (See Figure 50).

The following events determine the transitions that occur when processing the Network Access State Machine:

BEACON_OK: A BEACON frame was received with a valid CRC and a Speed Code that matches the present speed setting.

Network Timeout: A slave or repeater monitors the network communication with the network watchdog timer. In the Non-participated state the receipt of any correct frame retrigger the watchdog and prevents a timeout. In the Participated state an OUT or TRG frame shall be received. The timer is also retriggered when transitioning from the participated to non-participated states due to a network timeout event. The network watchdog timer's timeout value is determined by the data rate. See Table 66.

Table 66 – Data rate and network watchdog time periods

Data Rate	Network watchdog timer
4 Mbit/s; 3 Mbit/s; 1,5 Mbit/s	200 ms
93,75 kbit/s	650 ms

CN Counter Overflow: The CN frame counter is valid when the node is in the “non-participated” state with “UnRegistrant =0”. It increments by 1 when it replies with a CN frame to the master. If the value reaches 16, the node transitions to the Communication Fault state. The CN Counter is reset to 0 when the node enters the offline state.

There are several STW operations depending on parameter settings within the data field:

- **STW_Dup:** An STW whose VendorID or SerialNumber differs from the node's own values.
- **STW_Run:** An STW with “Running=1”, and whose VendorID and SerialNumber match the node's values.
 - **STW_Run Online:** If “EventOnly=0”
 - **STW_Run EventOnly:** If “EventOnly=1”
- **STW_Standby:** A STW with “Running=0” and whose VendorID and SerialNumber match the node's values; transitions the node to “Non-participated” state.
 - **STW_Standby Offline :** If “UnRegistrant =0”
 - **STW_Standby Locked:** If “UnRegistrant =1”

The sub-states of Online and EventOnly can not transition to each other directly. A STW with Run=1 and EventOnly=1 for a node at Online makes the node transition to Offline. A STW with Run=1 and EventOnly=0 for a node at EventOnly shall be ignored.

Important: Slave state transition shall be conducted within 500 µs after STW reception completes. Master Device shall allow 500 µs for slave state transition after STW transmission.

5.4.3 State transition diagram

An overview of network access is given here in Figure 48, Table 67, Figure 49 and Figure 50.

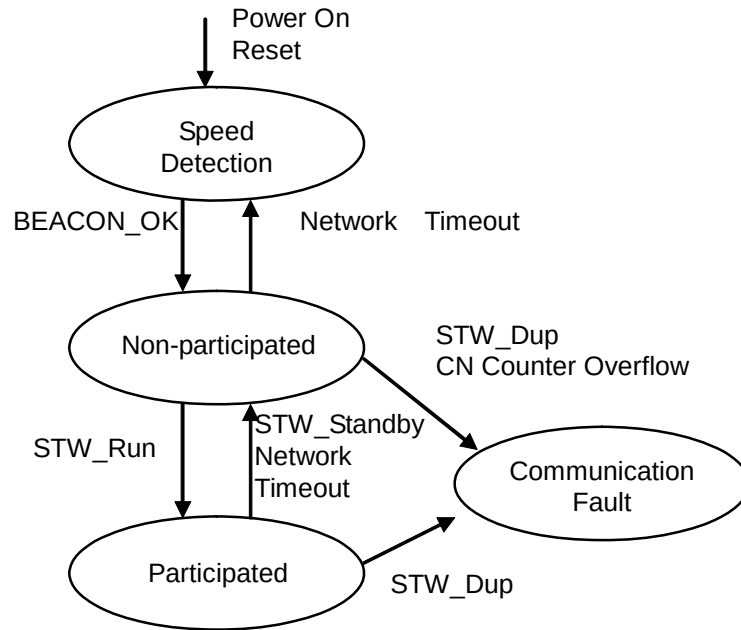


Figure 48 – State transition diagram

Table 67 – Description of the state machine

State		Description	Possible operations
Speed Detection		Initialization and data rate detection	Data rate detection
Non-participated	Offline	Waiting for participation permission from the master	STatus-Read (STR) and STatus-Write (STW) are possible; Non-participated CN frame is possible; Communication parameters are set by master's STW.
	Locked	Denied participation permission from the master	STR or STW; Non-participated CN.
Participated	Online	Participate in all network communications	All network operations
	EventOnly	Participate in Event communications only	Event communications
Communication Fault		Duplicate MAC ID fault is detected	Communication Fault CN frame.

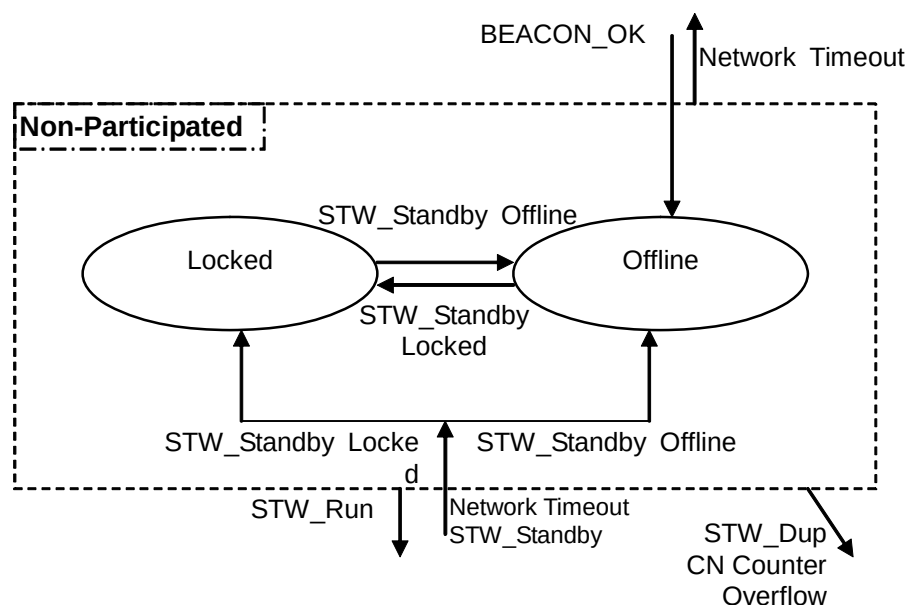


Figure 49 – Sub-state of non-participated state

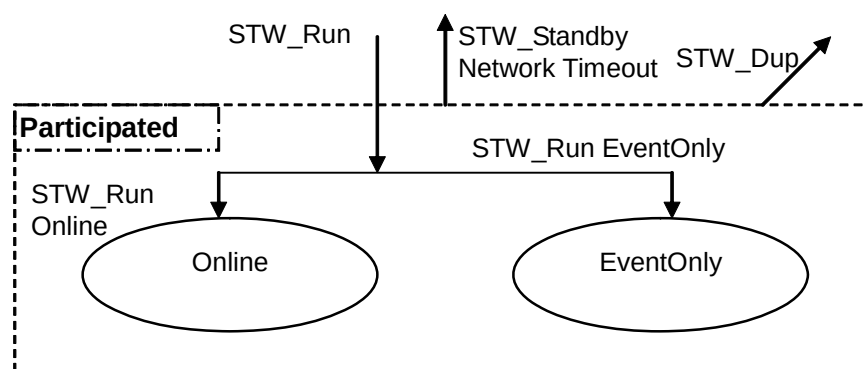


Figure 50 – Sub-state of participated state

Locked state: Nodes not configured by the master eventually transition to Communication Fault state. The master can prevent this by letting these nodes make a transition to the Locked state. The Locked state has the same LED indication pattern as the Offline state.

EventOnly state: A slave in the EventOnly state ignores the data in the OUT/TRG frame and does not reply with an IN frame. However, it can process Explicit Messages. This behaviour can be used for some applications. For example, a malfunctioning I/O node can be replaced online with a backup universal I/O node, if the universal I/O has a different default data length and the data length can be changed by explicit messages. The EventOnly state has the same LED indication pattern as the Online state.

5.4.4 Data rate auto-detection

Automatic detection of data rate is shown in Figure 51.

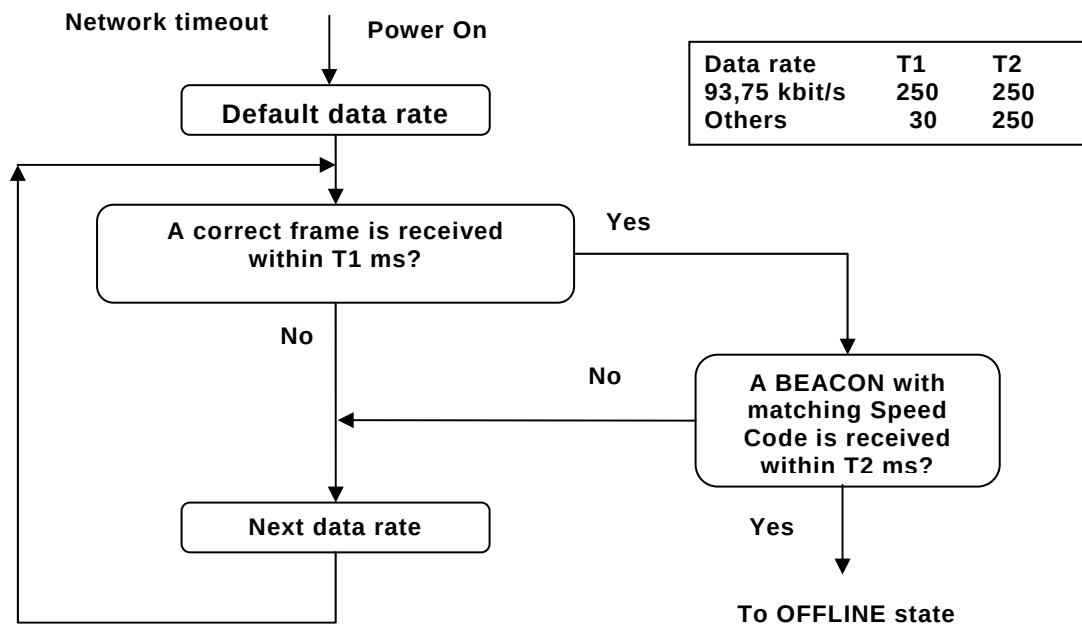


Figure 51 – Data rate detection diagram

The Speed code parameter of the BEACON shall be ignored in all states other than Speed Detection.

5.4.5 Duplicate MAC ID detection

There are three ways to detect a duplicate MAC ID; master detected, slave or repeater detected, and detected with an STW event.

The process begins when the master issues CN frame requests to collect information from the network. From the responses the master can determine if there is any overlap in the I/O data area. Some modules are required to occupy multiple MAC IDs because of their data size. For example a bit slave at MAC ID 128 with 4 bits of input data shall also consume MAC ID 129. However, the device reports its MAC ID at 128 in its CN frame response. If another node sends a CN frame response using MAC ID 129, the master identifies this node as a duplicate MAC ID.

A master may implement additional data overlap conditions to place a node into the Communication Fault state.

If multiple nodes exist at the same MAC ID, there is a possibility that the master cannot successfully receive CN frames from any nodes due to data collisions. The master continues to request CN frames from these devices. If the collisions continue to occur, the CN frame counter for the nodes exceeds its maximum (15). Then the node identifies itself as a duplicate MAC ID node.

If no data collisions occur and the master gets a CN frame response, the Master shall issue an STR to acquire the node's VendorId and SerialNumber. Once again if multiple nodes are using this MAC ID, and the STR attempts are unsuccessful, the node's CN frame counter eventually exceeds the maximum count. If the STR is successful, the condition would be detected when the master attempted to configure the node with an STW by sending an STW to the MAC ID using the VendorID and SerialNumber that it received in the STR response. All

devices that are using that MAC ID would receive this STW and all but one would identify themselves as duplicate MAC ID nodes due to the mismatched identity information. See Table 68.

Table 68 – Duplicate MAC ID detection mechanism

Detected by the master	The master detects an overlap in the I/O data area. The master forces the node into the Communication Fault state using an STW with a known incorrect VendorID number "0xFFFF" (STW_Dup).
Detected by a slave or repeater itself	If no STW is executed after receiving the specified number of CN-Frame requests for the node while in the Non-participated state, the node's CN Counter overflows and it enters the Communication Fault state. The CN-counter limit is 15. The Master may be able to detect the node in the Communication Fault state by sending a CN-Frame request to the duplicate address using a TRG or OUT frame.
Detected by STW	If the master can receive correct CN and STR responses from one of the nodes using a duplicate address, it sends a STW to that MAC ID. Other devices that are using that MAC ID enter the Communication Fault state after receiving the STW containing an incorrect VendorId or SerialNumber. The Master may be able to detect the node in the Communication Fault state by sending a CN-Frame request to the duplicate address using a TRG or OUT frame.

5.4.6 Repeater behaviour

Repeaters shall stop repeating or forwarding a frame if any error is found in the frame e.g. CRC error.

A Repeater is not transparent for all frames. Refer to Table 69 to determine which frames are repeated.

If the value of the Gate Count in the BEACON is less than 2, a repeater replaces the "Last Repeater Address" with its own address, and increases the Gate Count of the BEACON by one. The recalculated CRC covers the changes. If the Gate Count value is 2, the BEACON is not repeated. See Figure 52.

Table 69 – Repeating directions of frames

Direction	Frame type	Repeating action	Remarks
Downstream	OUT_frame	Yes	Repeat while receiving
	TRG_frame	Yes	Repeat while receiving
	A_EVENT	Yes	Repeat while receiving ^a
	B_EVENT	Yes	Repeat while receiving ^a
	CN_frame	No	
	IN_frame	No	
	BEACON_frame	Yes	Receive, modify and transmit
Upstream	OUT_frame	No	
	TRG_frame	No	
	A_EVENT	Yes	Repeat while receiving
	B_EVENT	Yes	Repeat while receiving
	CN_frame	Yes	Repeat while receiving
	IN_frame	Yes	Repeat while receiving
	BEACON_frame	No	
^a Repeating shall be stopped, if the message is destined to this repeater			

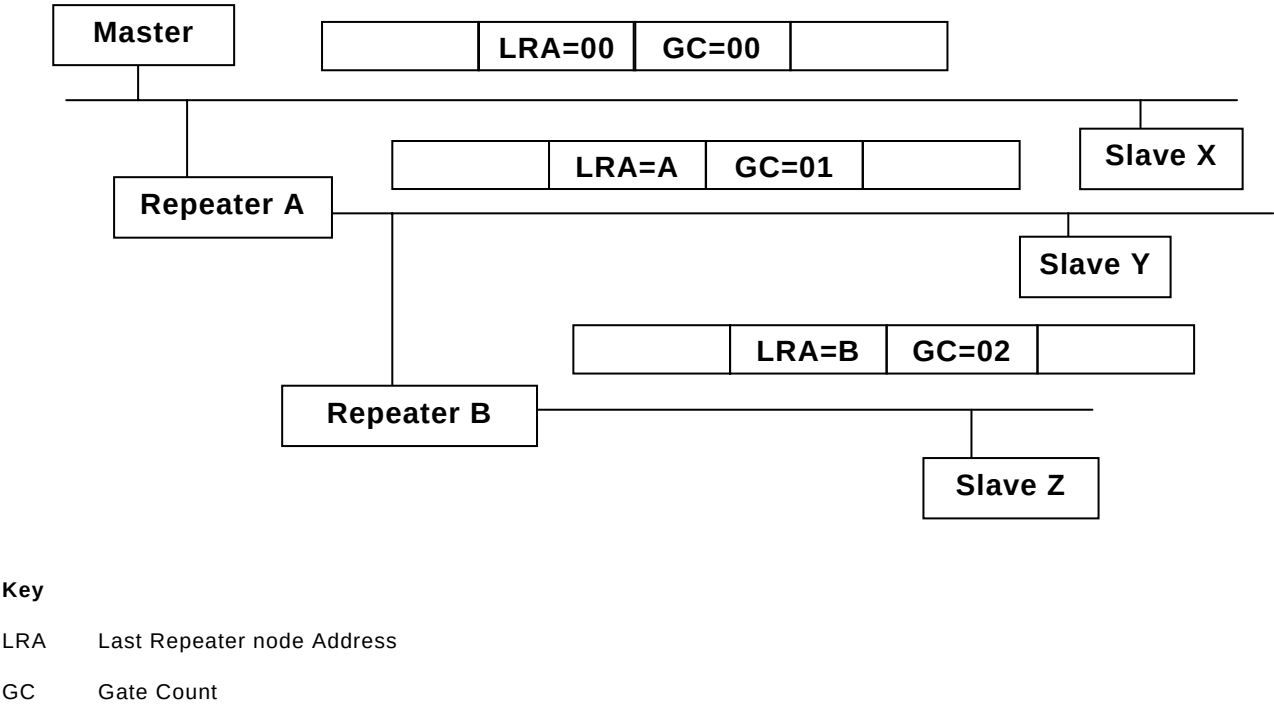
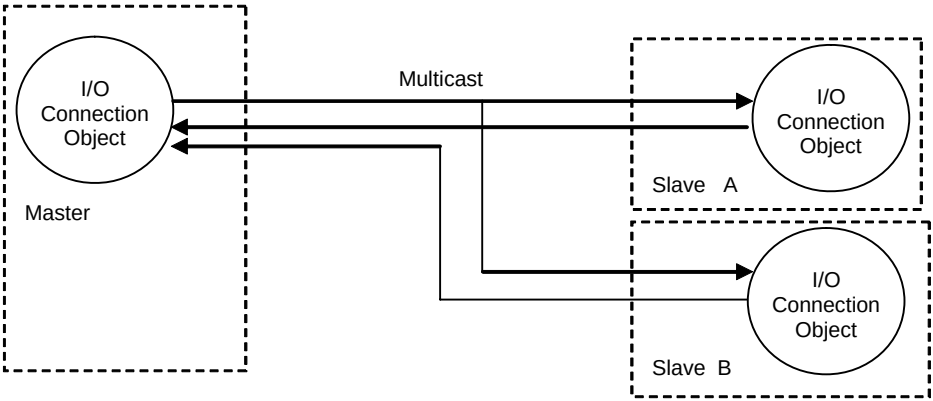


Figure 52 – BEACON changed by repeaters

5.5 I/O connection

CompoNet only supports unicast input and multicast output I/O connections. I/O connections do not support fragmentation. See Figure 53.



The master uses an OUT frame to send output data to consuming slaves. The maximum output data size for a master is 1 280 bits. Producing slaves transmit input data to the master by using an IN frame. (See 5.2.2.1 and 5.2.2.4, for frame formats, and 5.1.3 for the communication pattern)

5.6 TDMA

5.6.1 General

This subclause defines timing specifications.

5.6.2 Data link timing features

5.6.2.1 Term definition

The following terms are used to describe timing features :

- **Receiving Delay:** The time from the completion of a frame until the frame is decoded correctly by MAC and indicated.
- **Transmitting Delay:** The time from the start of frame transmission by the upper layer into the MAC until the complete frame has been sent to the Physical Circuit.

5.6.2.2 Master timing features

The processing time in a master is affected by the MAC and the Physical Circuit as shown in Figure 54. A master shall conform to the time parameters shown in Table 70.

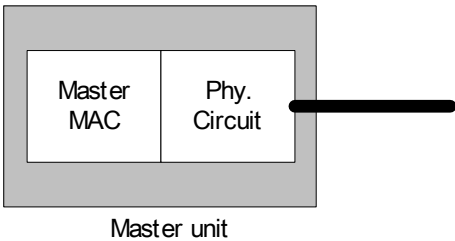


Figure 54 – Master MAC and Physical circuit diagram

Table 70 – Master timing features

Direction	Layer	Detail	MIN	MAX
Send and Receive	Master MAC	MAC delay	26 marks	30 marks
Send	Physical Circuit	Physical Transmitting delay ^a	0 ns	45 ns
Receive	Physical Circuit	Physical Receiving delay ^a	0 ns	105 ns
Send and Receive	Physical Circuit	Physical Circuit delay	0 ns	150 ns
^a See 5.7.3.5.				

Based on Table 70, the following times are obtained:

- *Master's Fixed Delay* (Fixed delay of master device): **26 marks**
- *Max of master's Variable Delay* (Fluctuation delay of master device): **4 marks + 150 ns**

5.6.2.3 Slave timing features

The processing time in a slave is affected by the MAC and the Physical Circuit as shown in Figure 55. A slave shall conform to the time parameters shown in Table 71.

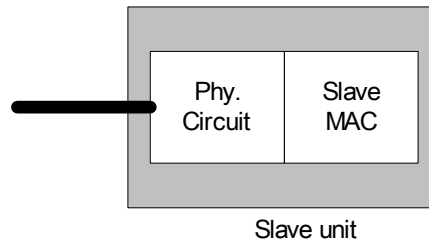


Figure 55 – Slave MAC and Physical circuit diagram

Table 71 – Slave timing features

Direction	Layer	Detail	MIN	MAX
Receive and Send	Slave MAC	MAC delay for frames except EVENT frames	26 marks	29 marks
Receive and Send	Slave MAC	MAC delay for EVENT frames except STW frames	25 marks	27 marks
Receive and Send	Slave MAC	MAC delay for STW frames	30 marks	32 marks
Send	Physical Circuit	Physical Circuit Transmitting delay	0 ns	45 ns
Receive	Physical Circuit	Physical Circuit Receiving delay ^a	0 ns	105 ns
Receive and Send	Physical Circuit	Physical Circuit delay	0 ns	150 ns
^a See 5.7.4.5.				

Based on Table 71, the following times are obtained:

- *Slave's Fixed Delay* (Fixed delay of slave device for OUT, BEACON, CN, IN frames): **26 marks**
- *Max of slave's Variable Delay* (Fluctuation delay of slave device for OUT, BEACON, CN, IN frames): **3 marks+150 ns**
- *Slave's Fixed Event Delay* (Fixed delay of slave device for A_EVENT and B_EVENT frames except STW frames): **25 marks**
- *Max of slave's Variable Event Delay* (Fluctuation delay of slave device for A_EVENT and B_EVENT frames except STW frames): **2 marks + 150 ns**
- *Slave's Fixed STW Delay* (Fixed delay of slave device for STW): **30 marks**
- *Max of slave's Variable STW Delay* (Fluctuation delay of slave device for STW): **2 marks + 150 ns**

5.6.2.4 Repeater timing features

The processing time in a repeater is affected by the MAC layer and Physical Circuit as shown in Figure 56. A repeater shall conform to the time parameters shown in Table 72.

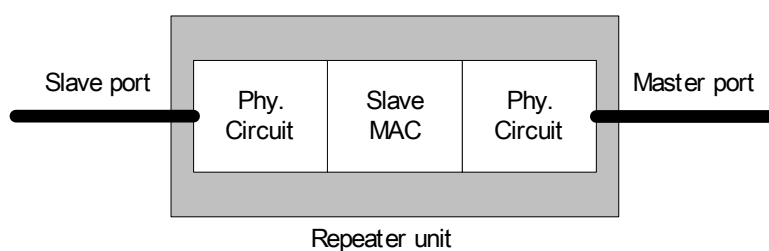


Figure 56 – Repeater MAC and Physical circuit diagram

Table 72 – Repeater timing features

Direction	Layer	Detail	MIN	MAX
Repeat	Slave MAC	MAC repeating delay	32 marks	35 marks
	Physical Circuit	Physical Circuit Repeating delay	0 ns	150 ns
Send	Physical Circuit	Physical Circuit Transmitting delay	0 ns	45 ns
Receive	Physical Circuit	Physical Circuit Receiving delay	0 ns	105 ns
Receive and Send	Slave MAC (Slave port)	MAC delay for frames except EVENT frames	See Table 71	
Receive and Send	Slave MAC (Slave port)	MAC delay for EVENT frames except STW frames		
Receive and Send	Slave MAC (Slave port)	MAC delay for STW frames		
Receive and Send	Physical Circuit (Slave port)	Physical Circuit delay		

Based on Table 72, the following times are obtained:

- *Fixed Repeating Delay* (Fixed delay in repeating): **32 marks**
- *Max of Variable Repeating Delay* (Fluctuation delay in repeating): **3 marks + 150 ns**

5.6.2.5 Cable propagation delay

The cable used shall conform to the time parameters shown in Table 73.

Table 73 – Cable propagation delay

Description	MIN	MAX
Cable propagation delay	0 ns/m	8 ns/m

Based on Table 73, the following times are obtained:

Total Cable Delay Max = 8 ns/m × Maximum Cable Length

where Maximum Cable Length is defined in Table 74.

Table 74 – Maximum cable length

Data rate	Specification length m	Calculating length m
4 Mbit/s	30	30
3 Mbit/s	30,5	31
1,5 Mbit/s	100	203
93,75 kbit/s	506	506

5.6.2.6 Transmission process

Figure 57 shows the transmission process.

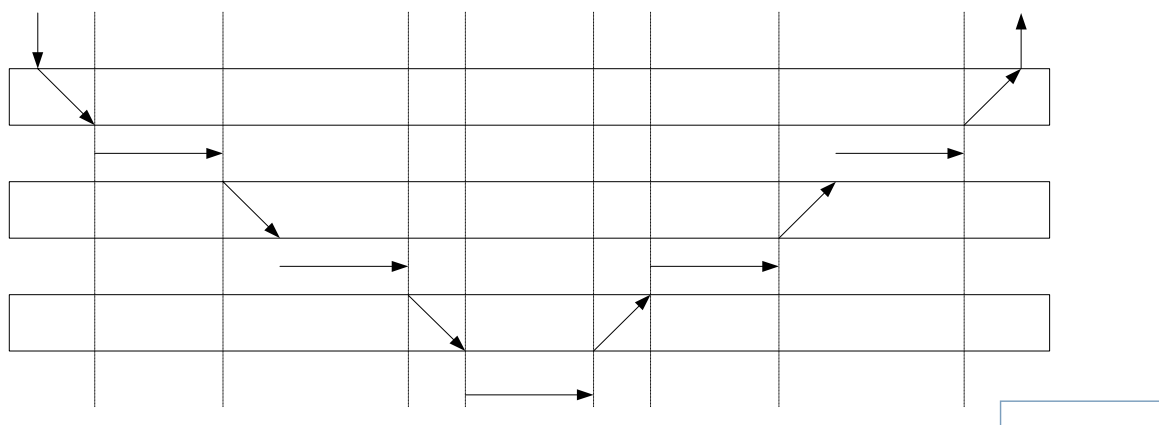


Figure 57 – Transmission process

5.6.3 Calculation of Time Domain

5.6.3.1 Term definition

Parameters used for Time Domain calculation are shown in Table 75.

Table 75 – Parameters in TimeDomain calculation

Parameters	Definition	Value
Efficiency	Manchester conversion efficiency, 1 bit = 2 marks	2
Frequency variation	±500 parts per million	1 001/1 000
Repeater fixed delay	Fixed Repeating Delay	32 marks
Fixed delay	=(Master's Fixed Delay) + (Max of Master's Variable Delay) + (Slave's Fixed Delay)	56 marks + 150 ns
Fluctuation delay	=(Max of slave's Variable Delay) + [(Total Cable Delay Max) × 6] + [(Max of Variable Repeating Delay) × 4]	750 ns + [(Total Cable Delay Max) × 6] ns + 15 marks
Margin correction	Margin of IN/CN frame frequency deviation, Max.: 0,57 marks	1 mark

Parameters	Definition	Value
	Margin of frequency calculation for each frame position, Max.: 0,07 marks Total=0,57+0,07=0,64 marks	

5.6.3.2 Frame marks

The marks of frames are listed in Table 76.

Table 76 – Frame marks

Frame	Standard marks
BEACON	$(5 + 5 + 2 + 3 + 6 + 2 + 8) \times 2 = 62$ marks
OUT	$(5 + 7 + 9 + 7 + Nwo \times 16 + ((Nbo + 7) / 8) \times 16 + 16) \times 2 = 88 + (Nwo + ((Nbo + 7) / 8)) \times 32$ marks
TRG	$(5 + 7 + 9 + 8) \times 2 = 58$ marks
CN (CN_Std_Marks)	$(5 + 4 + 9 + 4) \times 2 = 60$ marks
WordIN (WordIN_Std_Marks)	$(5 + 2 + 9 + 5 + 16 + 8) \times 2 = 90$ marks
BitIN (BitIN_Std_Marks)	$(5 + 2 + 9 + 5 + 2 + 8) \times 2 = 62$ marks
EVENT	$(5 + 6 + 9 + 9 + 5 + Ned \times 8 + 16) \times 2 = 100 + Ned \times 16$ marks
NOTE 1 Nwo is the total number of words in a word output slave.	
NOTE 2 Nbo is the total number of nodes in a bit output slaves.	
NOTE 3 Ned is the event data length of an EVENT frame in octets.	

5.6.3.3 CN Time Domain and In Time Domain

The transmission cycle model is shown in Figure 58. In this model, it is necessary to multiply the frequency variation at each frame position.

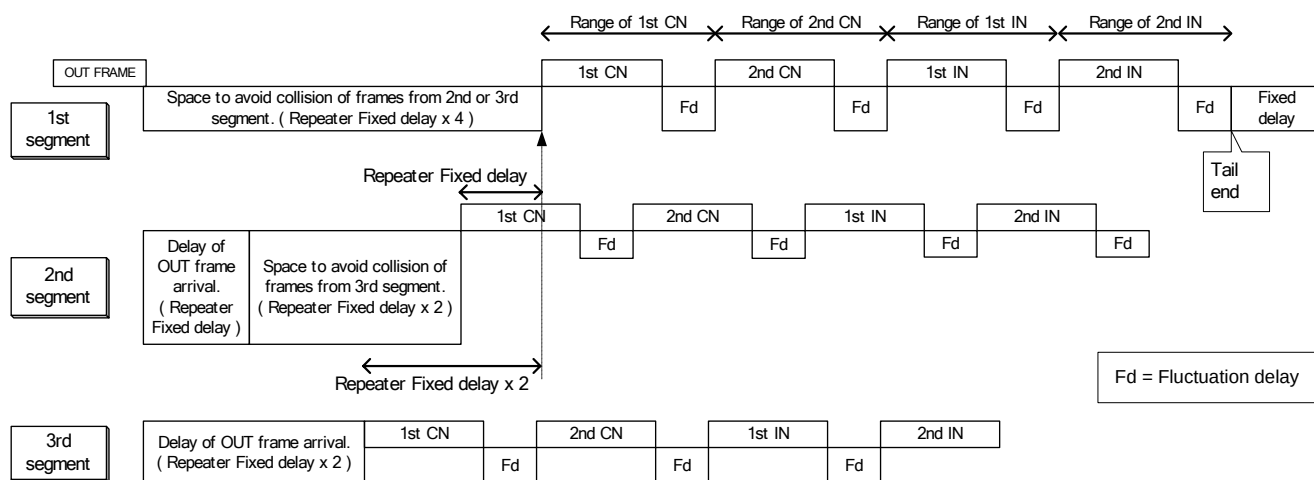


Figure 58 – Transmission cycle model

After power-on or a physical reset, slaves and repeaters get to know the segment layers they are connected to by “Gate Count” value of BEACONS received. The default CN time domain is discussed in 5.6.3.4.

The master in a network can change the number of CN frames in a bus cycle according to its own schedule policy. The master calculates timing of all other nodes and sends it to slaves and repeaters by STW. Table 77 and Table 78 present how to calculate CN Time Domain and In Time Domain informatively.

Table 77 – TimeDomain settings for nodes at first segment layer

Setting	Time Domain at the 1st segment layer
CN#0	'Repeater Fixed delay' × 4
CN#1	(CN#0+CN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
CN#(cn_last)	(CN#(cn_last-1) + CN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
WordIN#0	(CN#(cn_last) + CN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
WordIN#(win_last)	(WordIN#(win_last-1) + WordIN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
BitIN#0	< When WordIN exists > (WordIN#(win_last) + WordIN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation' < When WordIN doesn't exist > (CN#(cn_last) + CN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
BitIN#(bin_last)	(BitIN#(bin_last-1) + BitIN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'
Tail end	< When WordIN exists in the end > (WordIN#(win_last) + WordIN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation' < When BitIN exists in the end > (BitIN#(win_last) + BitIN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation' < When both WordIN/BitIN doesn't exist in the end > (CN#(cn_last) + CN_Std_Marks + 'Fluctuation delay' + 'Margin correction') × 'Frequency variation'

Table 78 – TimeDomain settings for nodes at 2nd and 3rd segment layers

Setting	TimeDomain at 2nd segment Layer	TimeDomain at 3rd segment layer
CN#n	CN#n(1st segment) – RFD × 2	CN#n(1st segment) – RFD × 4
IN#n	WordIN#n(1st segment) – × 2	WordIN#n(1st segment) – RFD × 4
BitIN#n	BitIN#n(1st segment) –RFD × 2	BitIN#n(1st segment) –RFD × 4
NOTE RFD is repeater fixed delay.		

5.6.3.4 CnDefaultTimeDomain

Figure 59 indicates the CnDefaultTimeDomain cycle model.

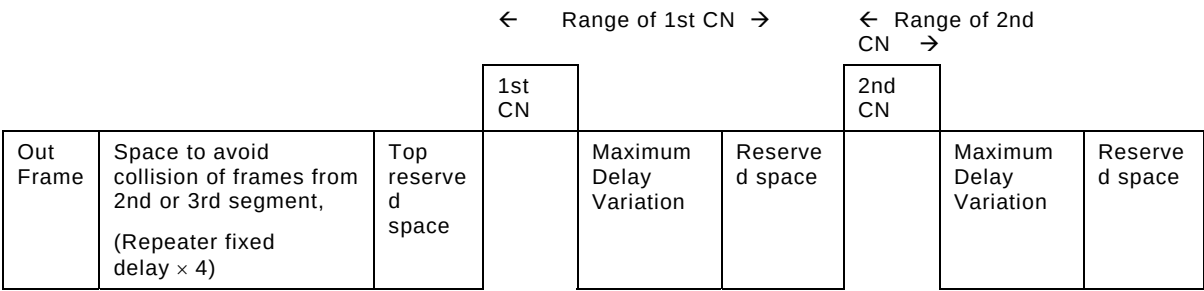


Figure 59 – CnDefaultTimeDomain cycle model

In order to give a safe margin, i.e. reserved space, 1 mark has been inserted before and after MAC Repeater delay when CnDefaultTimeDomain was calculated for a Repeater.

Table 79 – Repeater delay for CnDefaultTimeDomain calculation

Direction	Layer	Detail	MIN	MAX
Repeat	Slave MAC	MAC repeater delay	32 marks	36 marks
	Physical Layer	Physical layer repeater delay	0 ns	150 ns

Based on the Table 79, the times in Table 80 can be used to obtain:

- *Modified Max of Variable Repeating Delay* (Fluctuation delay in repeating): **4 marks + 150 ns.**

Table 80 – Parameters for CnDefaultTimeDomain calculation

Items	Definition	Value
Efficiency	Manchester conversion efficiency 1 bit=2 marks	2
Frequency variation	±500 parts per million	1 001/1 000
Repeater Fixed delay	Fixed Repeating Delay = 32 mark	32 marks
Top reserved space	Reserved space	26 marks
Reserved space	Reserved space	4 Mbit/s: 18 marks 3 Mbit/s: 19 marks 1,5 Mbit/s: 21 marks 93,75 kbit/s: 23 marks
Maximum Delay Variation	(Max of slave's Variable Delay) + [(Total Cable Delay Max)x 6] + [(Modified Max of Variable Repeating Delay)x 4] + (Margin correction) 4 Mbit/s:750/125+20+[(8x30)/125] × 6 = 38 mark 3 Mbit/s: 750/166+20+[(8x31)/166] × 6 =37 mark 1,5 Mbit/s:750/333+20+[(8x203)/333] × 6 =53 mark 93,75 kbit/s: 750/5 347+20+[(8x506)/5 347] × 6 =27 mark	4 Mbit/s: 38 marks 3 Mbit/s 37 marks 1,5 Mbit/s: 53 marks 93,75kbit/s: 27 marks

NOTE

125 ns is the length of 1 mark at 4 Mbit/s.

166 ns is the length of 1 mark at 3 Mbit/s.

333 ns is the length of 1 mark at 1,5 Mbit/s.

5 347 ns is the length of 1 mark at 93,75 kbit/s.

All slaves or repeaters shall use CnDefaultTimeDomain values calculated by the method shown in Table 81 and Table 82. Rounded values are presented in Annex G.

Table 81 – First segment layer settings

Setting	Time Domain at 1st segment layer
CN#0	(Repeater Fixed delay) × 4 + Top reserved space
CN#1	(CN#0 + CN_Std_Marks + 'Reserved space' + 'Maximum Delay Variation') × 'Frequency variation'
CN#(cn_last)	[CN#(cn_last-1) + CN_Std_Marks + 'Reserved space' + 'Maximum Delay Variation'] × 'Frequency variation'

Table 82 – Settings for 2nd and 3rd segment layers

Setting	Time Domain at the 2nd segment layer	Time Domain at the 3rd segment layer
CN#n	CN#n(1st segment) – RFD × 2	CN#n(1st segment) – RFD × 4
NOTE RFD stands for repeater fixed delay.		

5.6.3.5 Event Time Domain

This subclause illustrates how to calculate timing for EVENT communication informatively. A model for the master is shown in Figure 60.

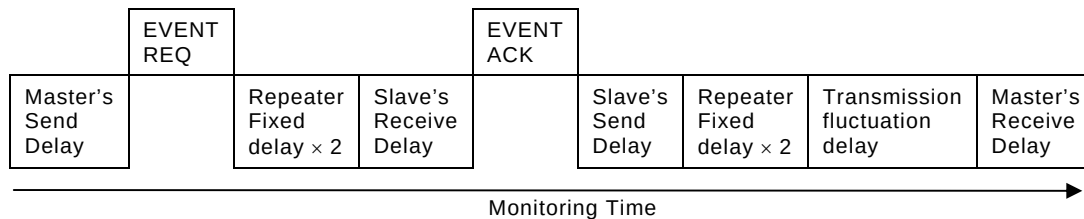


Figure 60 – Master event communication model

The Event Time Domain length is calculated by the following formula and the with parameters show in Table 83.

'Master's Send Delay'
 + 'EVENT REQ Length' × 'Frequency variation'
 + 'Repeater Fixed delay' × 2
 + 'Slave's Receive Delay'
 + 'EVENT ACK Length' × 'Frequency variation'
 + 'Slave's Send Delay'
 + 'Repeater Fixed delay' × 2
 + 'Transmission fluctuation delay'
 + 'Master's Receive Delay'

For a repeater or a slave, Figure 61 shows an Event communication model informatively.

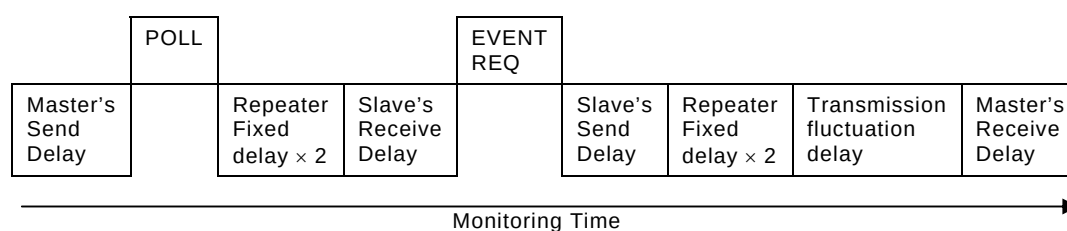


Figure 61 – Slave event communication model

The Event Time Domain length is calculated by the following formula and the parameters shown in Table 83.

- 'Master's Send Delay'
- + 'POLL Length' $\times$ 'Frequency variation'
- + 'Repeater Fixed delay' $\times 2$
- + 'Slave's Receive Delay'
- + 'EVENT REQ Length' $\times$ 'Frequency variation'
- + 'Slave's Send Delay'
- + 'Repeater Fixed delay' $\times 2$
- + 'Transmission fluctuation delay'
- + 'Master's Receive Delay'

Table 83 – Parameters for Event Time Domain calculations

Parameter	Value
Master's Send Delay	'Master's Send Delay' + 'Master's Receive Delay'
Master's Receive Delay	= 'Master's Fixed Delay' + 'Max of Master's Variable Delay' = 30 marks + 150ns (See Table 70)
Slave's Receive Delay	'Slave's Receive Delay' + 'Slave's Send Delay':
Slave's Send Delay	EVENT frames except STW: 27 marks + 150 ns B_EVENT STW frames: 32 marks + 150 ns (See Table 71)
EVENT REQ Length	STR request :132 marks STW request :420 marks A_EVENT :804 marks (max) (See 5.2)
POLL Length	POLL : 132 marks (See 5.2)
EVENT ACK Length	STR response : 388 mark STW response : 132 marks A EVENT ACK : 100 marks (See 5.2)
Repeater Fixed delay	Fixed Repeating Delay: 32 marks (See Table 72)
Transmission fluctuation delay	'Total Cable Delay Max' $\times 6$ + 'Max of Variable Repeating Delay' $\times 4$ =600 ns+(' Total Cable Delay Max ' $\times 6$) ns+12 marks

Parameter	Value
	(See 5.6.2.5 and 5.6.2.3)
Frequency variation	1 001/1 000 (See Table 75)

5.7 Physical layer

5.7.1 General

This subclause specifies the physical layer.

5.7.2 Physical signalling

CompoNet uses Manchester encoding technology. Two symbols represent one inverted Manchester encoded bit. See Figure 62 and Table 84

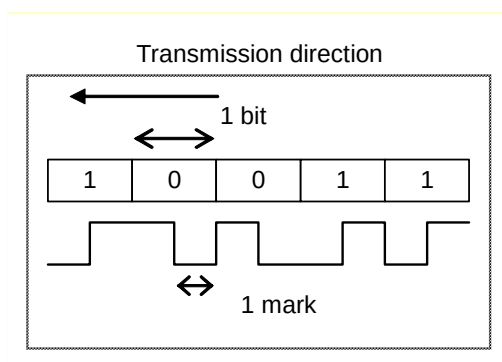


Figure 62 – Manchester encoding (inverted)

Table 84 – CompoNet Manchester encoding

Symbols (marks)	Meanings	Manchester encoded symbols (inverted)
{H,L}	Data 0	0
{L,H}	Data 1	1
{L,L}{H,H}	Illegal	-

5.7.3 Master port requirements

5.7.3.1 Master port connectors

Table 85 indicates allowable connectors for the master port.

Table 85 – Allowable connectors for the master port

Connector	Open	Flat I	Flat II
Master	Jack	Jack	Jack

NOTE Permanently attached cables² at the master port are not allowed.

² Permanently attached cable is cable that extends from a device for purposes of connectivity to the network and can not be unclipped or removed by a user without special tools.

5.7.3.2 Master port power

When power is supplied by a master port to downstream slaves on its segment, the power shall be provided by one of two methods,

- an internal power supply connecting to the network through the master port, or
- an external power supply connecting to the network either through a dedicated set of power terminals on the master or at the master port plug as shown in 5.7.11.2.2. In all cases the power connections and distances at the master port shall conform to 5.7.11.1.1.

When power is provided externally at the master port plug, an open style plug shall be used.

The power supply specifications at the master port shall conform to Table 110.

5.7.3.3 Impedance for master ports

All master ports shall conform to the impedance limits as defined as Table 86 and Table 87.

Table 86 – Master port impedance during receive

Frequency MHz	Impedance Ω	
	Minimum	Maximum
0,75	140	163
1	139	162
1,5	137	159
3	125	146
4	116	135

Table 87 – Master port impedance during transmit

Frequency MHz	Impedance Ω	
	Minimum	Maximum
0,75	81	94
1	83	97
1,5	86	100
3	91	106
4	92	108

5.7.3.4 Master port requirements

5.7.3.4.1 Transmit signal requirements

A master port shall transmit signals complying with the requirements shown as Figure 63, Table 88 and Table 89 when configured in accordance with Figure 64. For details, see Clause 9.

The vertical axis in the following figures is ($V_{BDH} - V_{BDL}$).

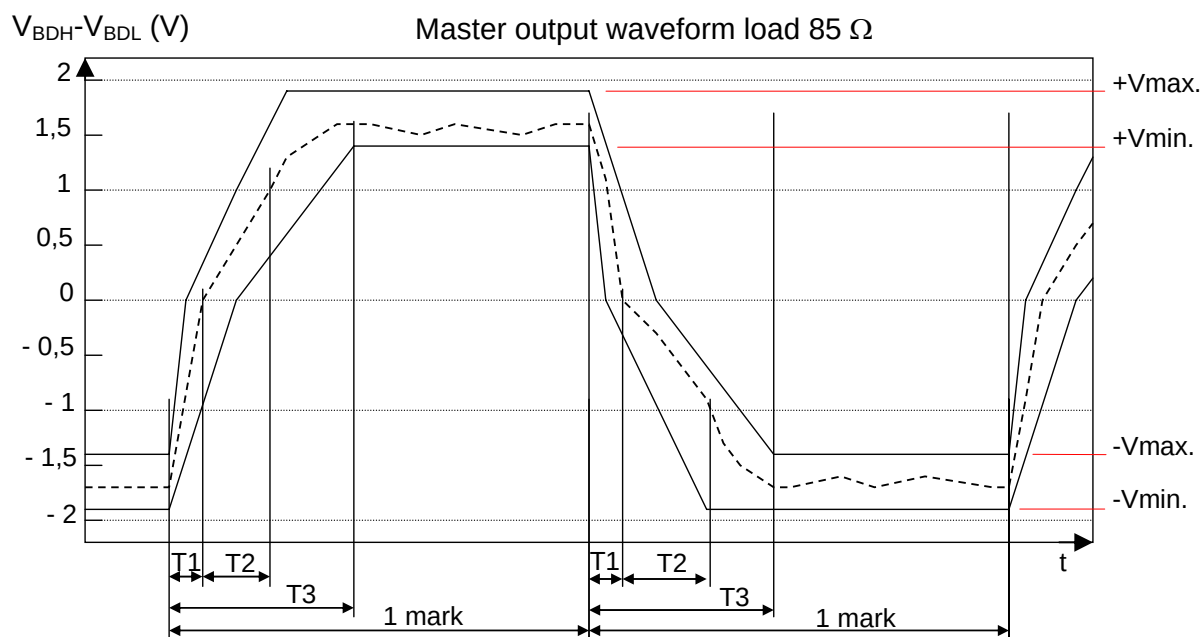


Figure 63 – Master port transmit mask

Table 88 – Master port transmit specifications for data rate of 4 Mbit/s, 3 Mbit/s and 1,5 Mbit/s

Sign	Limits characteristics	Comments
+ Vmax	1,90 V	
+ Vmin	1,40 V	
- Vmax	-1,40 V	
- Vmin	-1,90 V	
T1	11 ns to 27 ns	Cross at 0 V
T2	8 ns to 32 ns	Start at 0 V, Cross at -1,0 V downward, or 1,0 V upward
T3	75 ns	Waveform voltage value between + Vmin to + Vmax, or – Vmin to + Vmax
T3 - Data inverted point	- Vmin to - Vmax, or + Vmin to + Vmax	

Table 89 – Master port transmit specifications for data rate of 93,75 kbit/s

Sign	Limits characteristics	Comments
+ Vmax	1,90 V	
+ Vmin	1,40 V	
- Vmax	-1,40 V	
- Vmin	-1,90 V	
T3	1/8mark	Waveform voltage value between + Vmin to + Vmax, or – Vmin to + Vmax
T3 to Data inverted point	-Vmin to - Vmax, or +Vmin to +Vmax	

Figure 64 indicates how the transmit mask is measured. The resistor shall be metal film type or carbon film type.

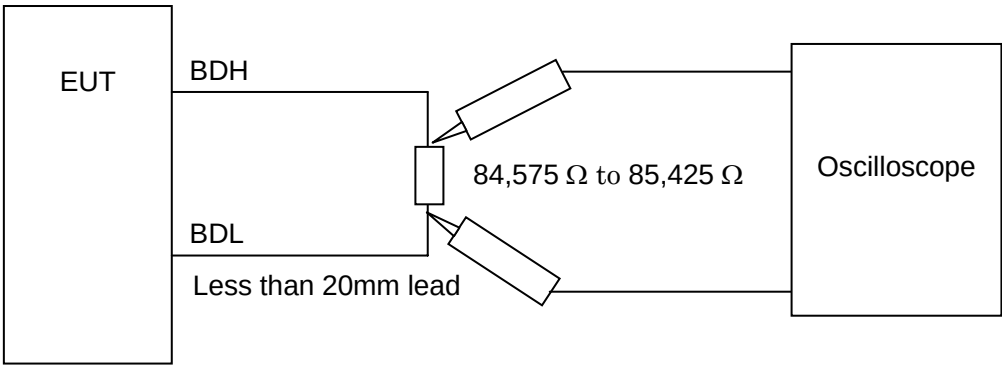


Figure 64 – Output waveform test circuit for master or slave port

5.7.3.4.2 Master port receive conformance signal requirements

The receiver shall conform to 5.7.5.

5.7.3.5 Master port physical circuit delay

The master port physical circuit shall conform to the following:

- maximum delay when transmitting is 45 ns;
- maximum delay when receiving is 105 ns.

5.7.4 Slave port requirements

5.7.4.1 Slave connectors

A slave shall be fitted with a permanently attached cable or one of the jacks defined in Table 91. In the case of a permanently attached cable, the cable shall be cut to the specified length and fitted with one of the plugs defined in Table 90. The finished length of the permanently attached cable shall be in accordance with Table 108.

The length of the permanently attached cable shall be at least 50 cm.

Table 90 – Allowable connectors for permanently attached cables

Connector	Flat I	Flat II
Slave	Plug ^a	Plug ^a
^a When a permanently attached connection is used, a plug shall be provided at the end of the permanently attached cable in place of the jack.		

Table 91 – Allowable connectors for the slave port

Connector	Open	Flat I	Flat II
Slave	Jack	Jack	Jack

A network designed for 4 Mbit/s shall not include slaves with permanently attached cables.

Slaves with permanently attached cables shall be marked to indicate that they cannot be used on network configurations that do not allow T-branches.

5.7.4.2 Slave power

A slave may be powered by one of two ways, either from the network or an external power supply.

A node powered by network power supply shall comply with the requirements in Table 110.

When an external power supply is used, the local power supplies connected to the slave port shall comply with Table 111. The power supply shall provide isolation from its power source in accordance with 5.7.11.1.3.

5.7.4.3 Impedance for slave ports

All slave ports shall conform to receive and transmit limits shown in Table 92 and Table 93.

Table 92 – Slave port impedance during receive

Frequency MHz	Impedance Ω	
	Minimum	Maximum
0,75	847	985
1	821	955
1,5	754	877
3	558	649
4	477	554

Table 93 – Slave port impedance during transmit

Frequency MHz	Impedance Ω	
	Minimum	Maximum
0,75	137	160
1	143	166
1,5	154	180
3	181	210
4	194	225

5.7.4.4 Slave port requirements

5.7.4.4.1 Transmit signal requirements

A slave port shall transmit signals complying with the requirements shown as Figure 65, Table 94 and Table 95 when configured in accordance with Figure 64. For details, see Clause 9.

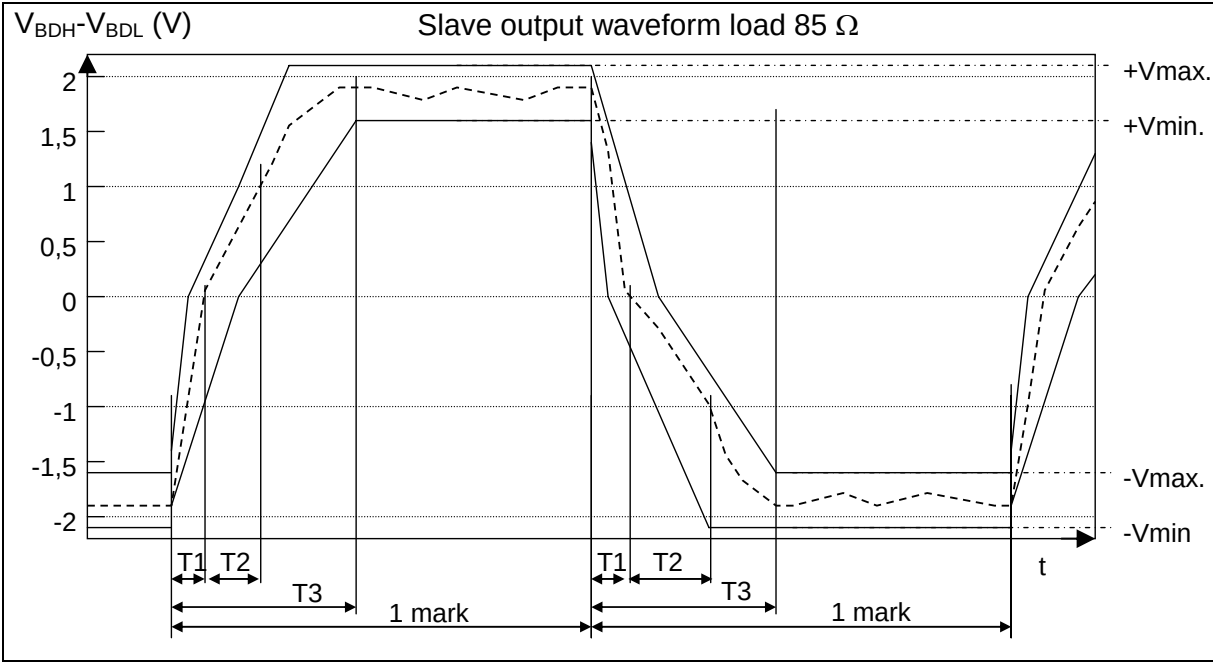


Figure 65 – Slave port transmit mask

Table 94 – Slave port transmit specifications for data rate of 4 Mbit/s;
3 Mbit/s and 1,5 Mbit/s

Sign	Limits characteristics	Comments
+ Vmax	2,12 V	
+ Vmin	1,57 V	
- Vmax	-1,57 V	
- Vmin	-2,12 V	
T1	8 ns to 18 ns	Cross at 0 V
T2	5 ns to 20 ns	Start at 0 V, Cross at -1,0 V downward, or 1,0 V upward
T3	75 ns	Period from - Vmin or + Vmax, to + Vmin or - Vmax
T3 to Data inverted point	-Vmin to - Vmax, or + Vmin to + Vmax	

Table 95 – Slave port transmit specifications for data rate of 93,75 kbit/s

Sign	limits characteristics	Comments
+ Vmax	2,12 V	
+ Vmin	1,57 V	
- Vmax	-1,57 V	
- Vmin	-2,12 V	
T3	75 ns	Waveform voltage value between + Vmin to + Vmax, or – Vmin to + Vmax
T3 to Data inverted point	- Vmin to - Vmax, or + Vmin to + Vmax	

Measurement methods for the slave transmit mask are covered in Clause 9.

The receiver shall conform to 5.7.5.

The slave port physical circuit shall conform to the following:

- maximum delay when transmitting is 45 ns.
- maximum delay when receiving 105 ns.

The receiver shall properly decode the following signals as defined in Figure 66, Figure 67 and Figure 68, and report these events to the MAC/Phy interface in accordance with respective MAC/Phy signals shown in Figure 70, Figure 71 and Figure 72.

The vertical axis in following figures is $(v_{BDH} - v_{BDI})$.



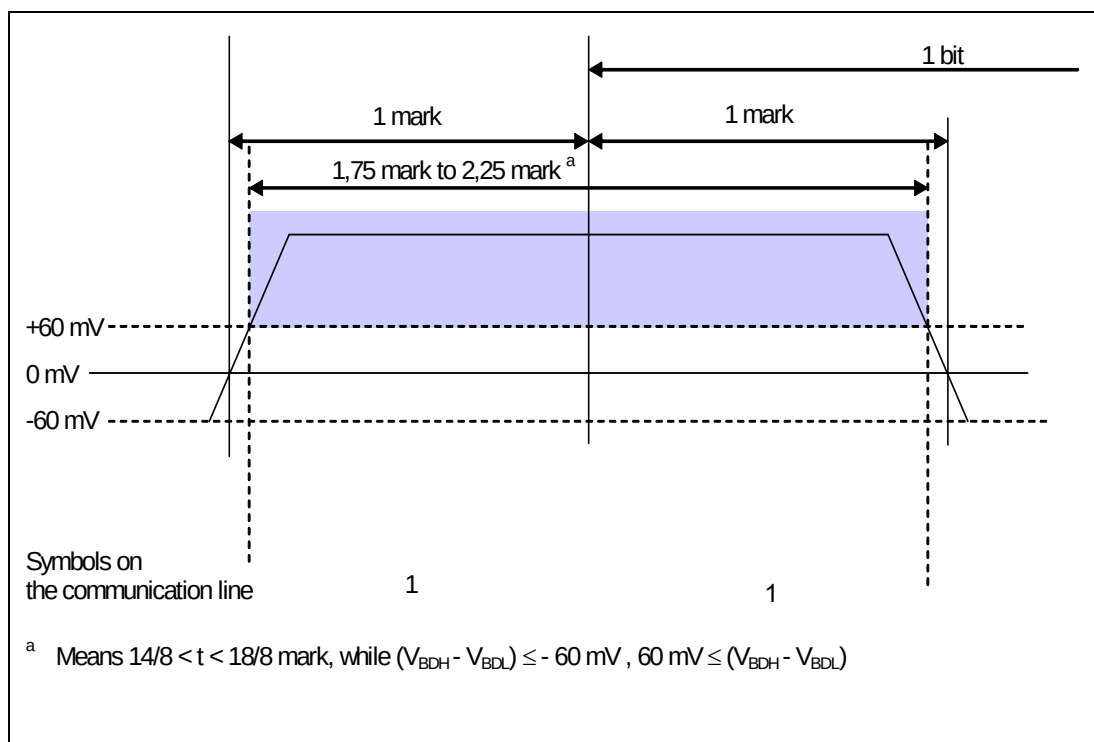


Figure 67 – Receive mask 2

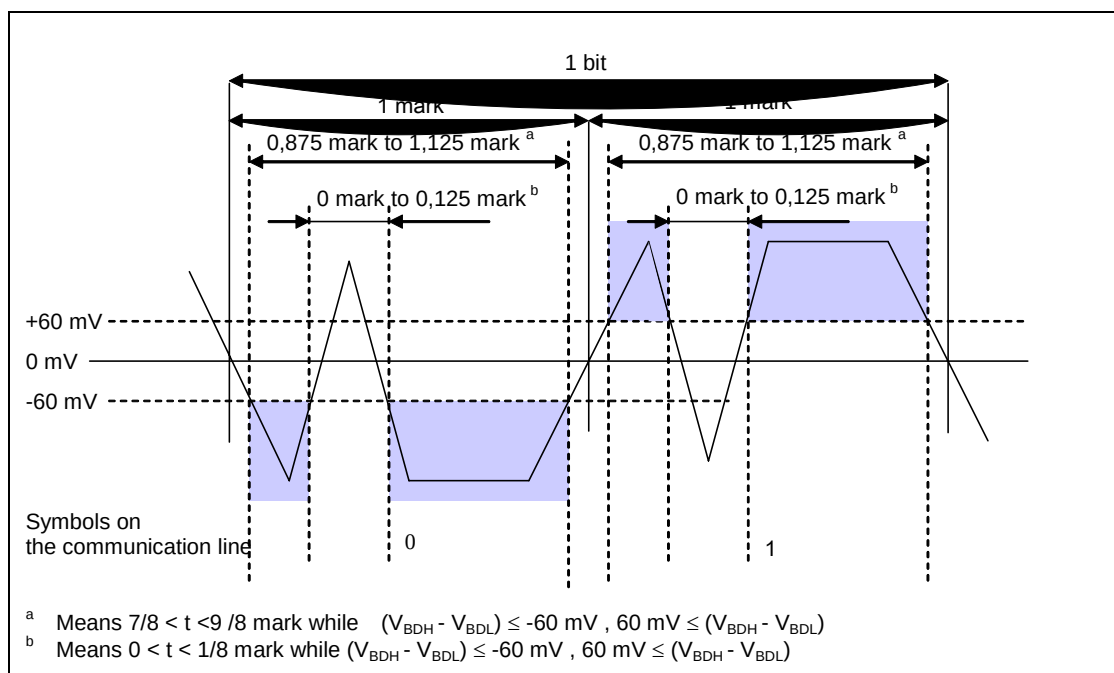


Figure 68 – Receive mask 3

5.7.6 Requirements for digital processing

5.7.6.1 General

This subclause describes requirements for digital processing at the internal PHY/MAC interface as shown in Figure 69.

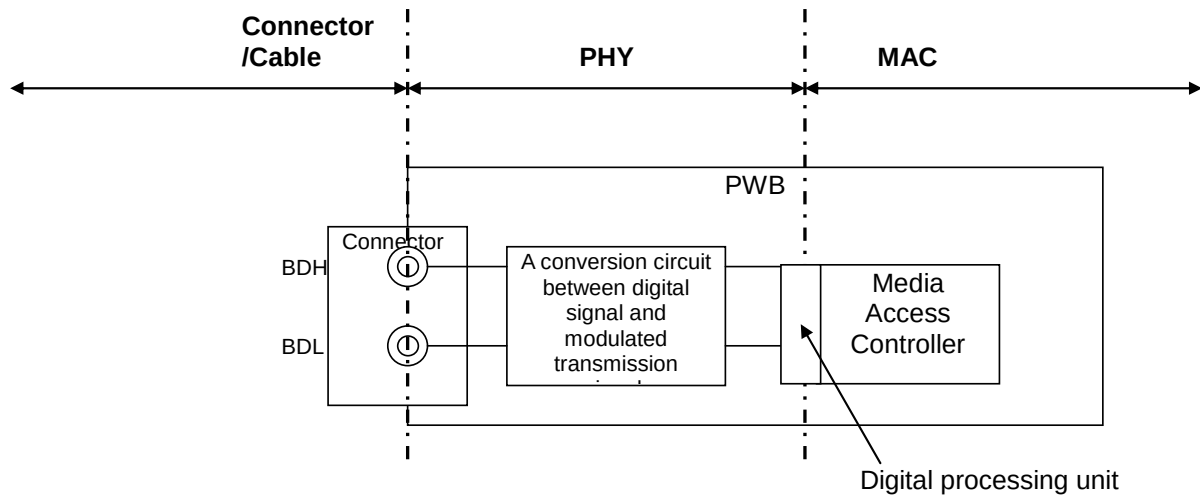


Figure 69 – PHY/MAC interface diagram

5.7.6.2 Receive processing requirements

The MAC/PHY interface levels are application specific. The PHY shall decode the network Manchester symbols and report them to the MAC/PHY interface in accordance with Table 96, Table 97, Table 98, Figure 70, Figure 71 and Figure 72.

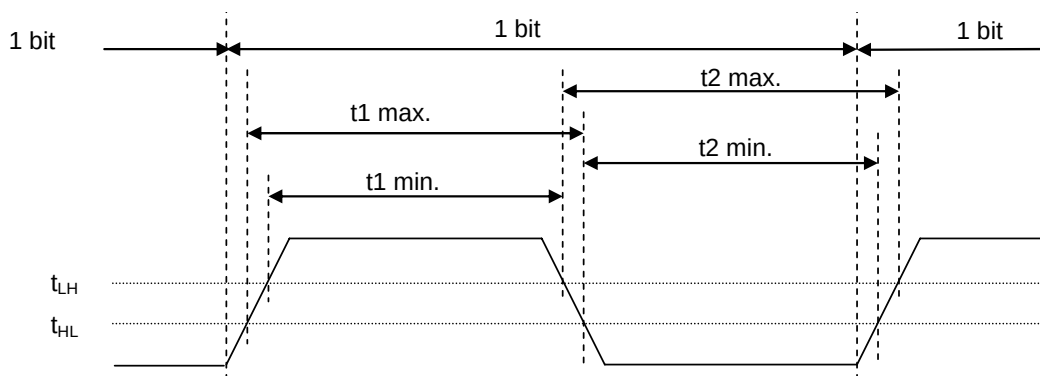


Figure 70 – Digital receive mask 1

Table 96 – Specifications for digital receive mask 1

Item	Restriction	Typical Value
T1 $t1_{max} - t1_{min}$	$5/8 [\text{mark}] + 0,5 \text{ ns} \leq T1$ $T1 \leq 11/8 [\text{mark}] - 0,5 \text{ ns}$	1 [mark]
T2 $t2_{max} - t2_{min}$	$5/8 [\text{mark}] + 0,5 \text{ ns} \leq T2$ $T2 \leq 11/8 [\text{mark}] - 0,5 \text{ ns}$	1 [mark]
NOTE This table applies to Figure 70 and the inversion of the signal pattern shown in Figure 70.		

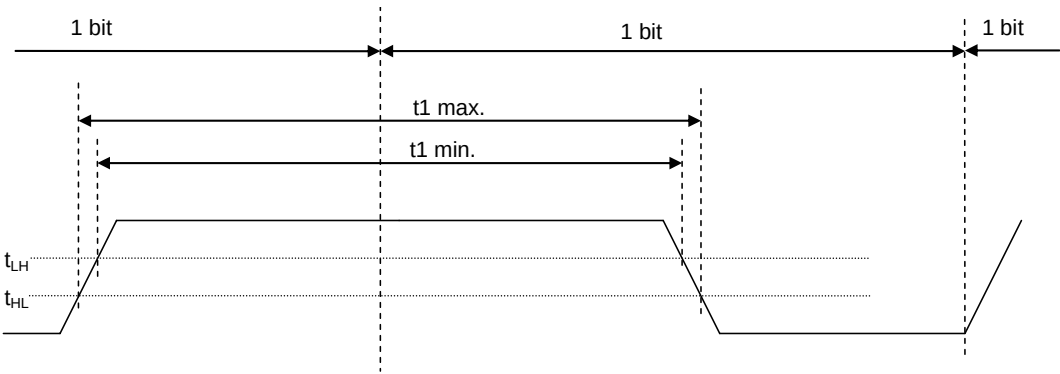


Figure 71 – Digital receive mask 2

Table 97 – Specifications for digital receive mask 2

Item	Regulation	Typical Value
T t1max – t1min	$13/8 [\text{mark}] + 0,5 \text{ ns} \leq T \leq 19/8 [\text{mark}] - 0,5 \text{ ns}$	1 [mark]
NOTE This table applies to Figure 71 and the inversion of the signal pattern shown in Figure 71.		

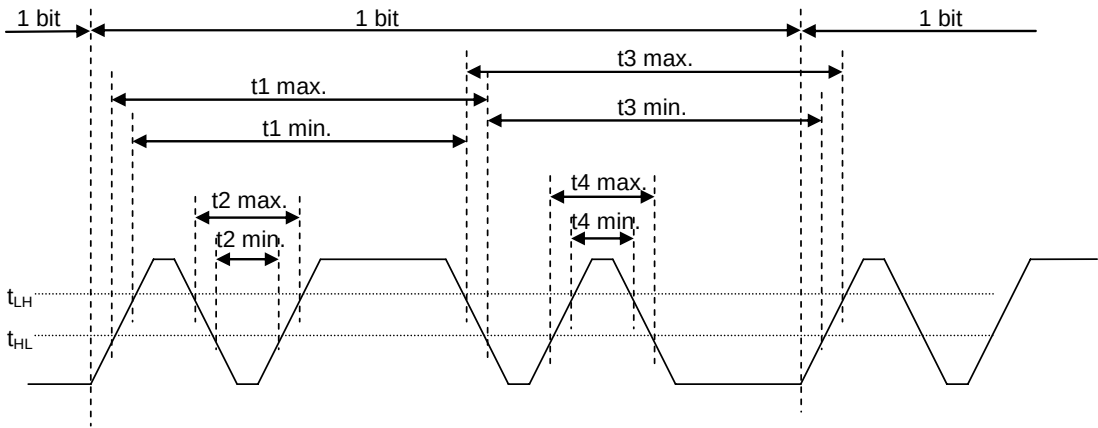


Figure 72 – Digital receive mask 3

Table 98 – Specifications for digital receive mask 3

Item	Restriction	Typical Value	Comment
T1 t1max- t1min	$7/8 [\text{mark}] + 0,5 \text{ ns} \leq T1 \leq 9/8 [\text{mark}] - 0,5 \text{ ns}$	1[mark]	Real signal
T2 t2max – t2min	$T2 \leq 2/8 [\text{mark}] - 0,5 \text{ ns}$	1/8[mark]	Noise
T3 t3max – t2min	$7/8 [\text{mark}] + 0,5 \text{ ns} \leq T3 \leq 9/8 [\text{mark}] - 0,5 \text{ ns}$	1[mark]	Real signal
T4 t4max – t4min	$T4 \leq 2/8 [\text{mark}] - 0,5 \text{ ns}$	1/8[mark]	Noise
NOTE This table applies to Figure 72 and the inversion of the signal pattern shown in Figure 72.			

5.7.6.3 Transmit processing requirements

The requirements for signals transmitted from the digital processing device are shown here. TXE refers to transmit enable, TXD refers to the data.

The transceiver timing shall conform to the timing and logic level of Figure 73 and Table 99.

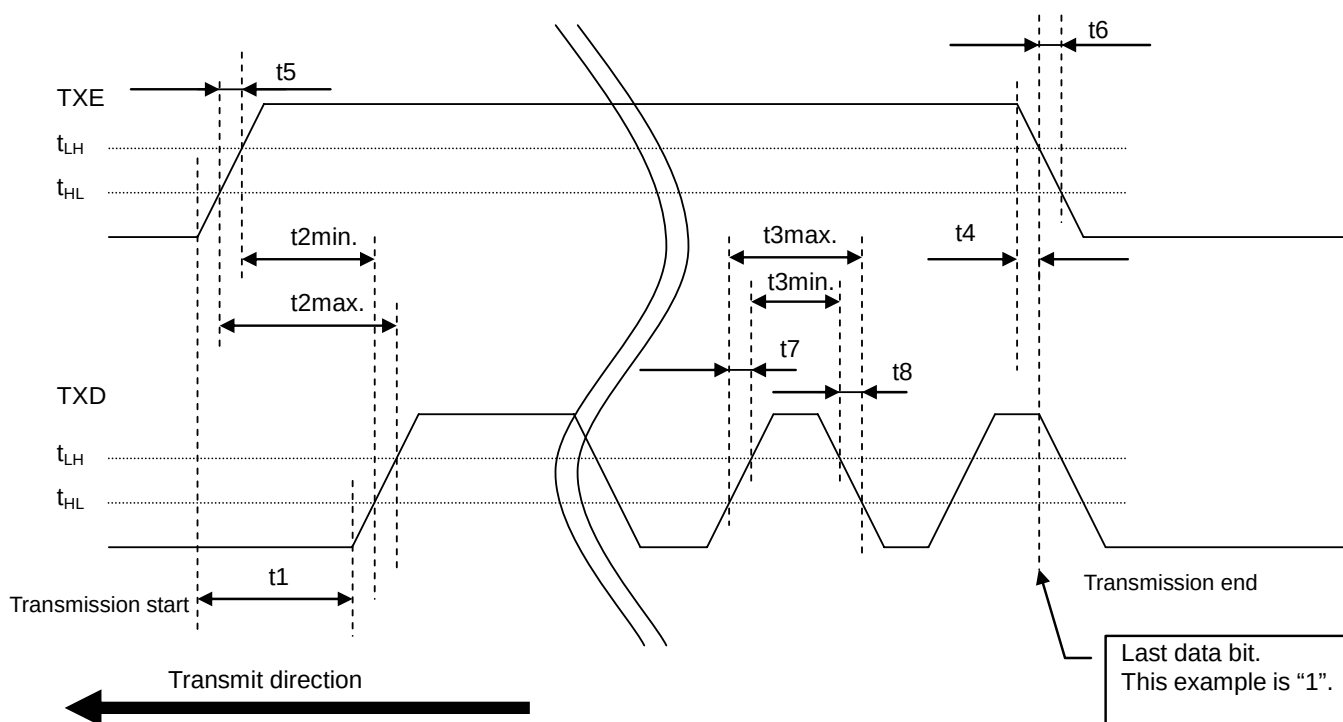


Figure 73 – Logical transmit mask

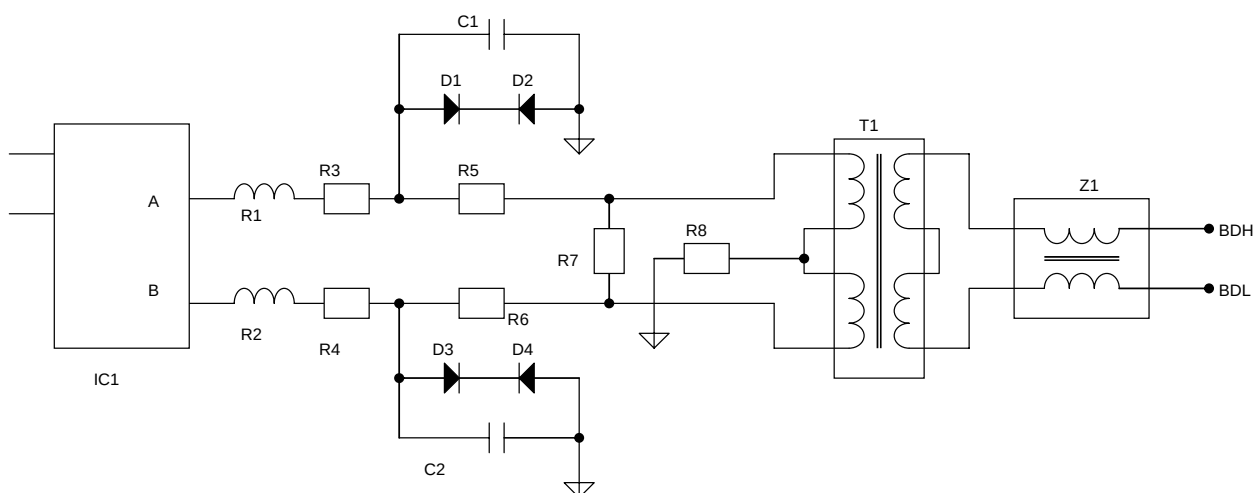
Table 99 – Specifications for logical transmit

Item	Restriction	Typical Value	Comment
t1	2 [mark] $\pm$ 0,25 ns	2 [mark]	TXE and TXD Load $\leq$ 15[pF]
T2 t2max – t2min	2 [mark] $\pm$ 2,0 ns	2 [mark]	TXE and TXD Load $\leq$ 15[pF]
T3 ^a t3min – t3max	X ^b [mark] $\pm$ 2,0 ns	X [mark]	TXE and TXD Load $\leq$ 15[pF]
t4	$\pm$ 0,25 ns	0 ns	TXE and TXD Load $\leq$ 15[pF]
t5 Maximum period	1,9 ns	-	TXE Load $\leq$ 15[pF]
t6 Maximum period	1,9 ns	-	TXE Load $\leq$ 15[pF]
t7 Maximum period	1,9 ns	-	TXD Load $\leq$ 15[pF]
t8 Maximum period	1,9 ns	-	TXD Load $\leq$ 15[pF]
^a The timing applies also to the inverse pattern.			
^b X = {1, 2, 3}.			

5.7.7 Recommended circuits and component parameters

5.7.7.1 Recommended circuits

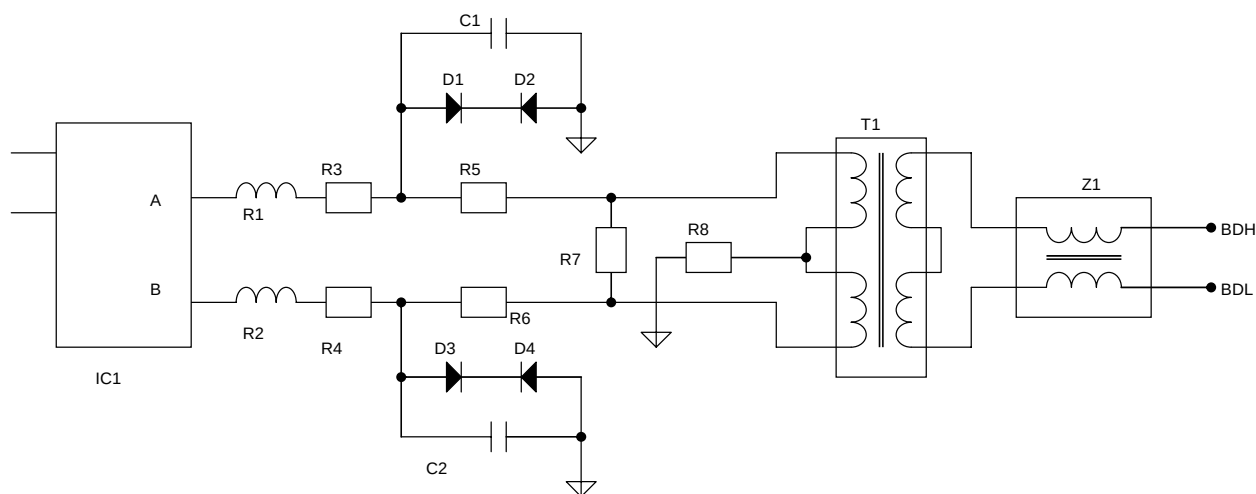
This subclause describes an example implementation as shown in Figure 74 and Figure 75.



Components

C1	capacitor = 220 ± 11 pF rated voltage 16 V
C2	capacitor = 220 ± 11 pF rated voltage 16 V
D1	range of zener voltage is 5,84 V to 6,14 V
D2	range of zener voltage is 5,84 V to 6,14 V
D3	range of zener voltage is 5,84 V to 6,14 V
D4	range of zener voltage is 5,84 V to 6,14 V
IC1	transceiver
R1	ferrite beads
R2	ferrite beads
R3	register $R = 10 \pm 0,1 \Omega$
R4	register $R = 10 \pm 0,1 \Omega$
R5	register $R = 10 \pm 0,1 \Omega$
R6	register $R = 10 \pm 0,1 \Omega$
R7	register $R = 150 \pm 1,5 \Omega$
R8	register $R = 15 \pm 0,15 \Omega$
T1	pulse transformer
Z1	filter

Figure 74 – Recommended circuit for a master port



Components

C1	capacitor = $47 \pm 2,35$ pF rated voltage 16 V
C2	capacitor = $47 \pm 2,35$ pF rated voltage 16 V
D1	range of zener voltage is 5,84 V to 6,14 V
D2	range of zener voltage is 5,84 V to 6,14 V
D3	range of zener voltage is 5,84 V to 6,14 V
D4	range of zener voltage is 5,84 V to 6,14 V
IC1	transceiver
R1	ferrite beads
R2	ferrite beads
R3	register $R = 15 \pm 0,15 \Omega$
R4	register $R = 15 \pm 0,15 \Omega$
R5	register $R = 15 \pm 0,15 \Omega$
R6	register $R = 15 \pm 0,15 \Omega$
R7	register $R = 1\,000 \pm 10 \Omega$
R8	register $R = 22 \pm 0,22 \Omega$
T1	pulse transformer
Z1	filter

Figure 75 – Recommended circuit for a slave port

5.7.7.2 Transformer specifications

5.7.7.2.1 General

An example of implementation for a transformer is shown in Figure 76 and Table 100.

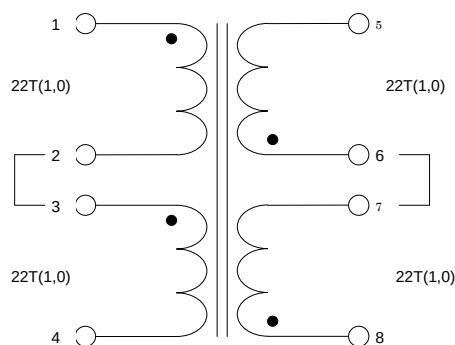


Figure 76 – Transformer symbol

Table 100 – Specification for pulse transformer

Specification	Characteristics
Operating ambient temperature	–10 °C to 85 °C
Operating ambient humidity	25 % to 95 %
Pulse frequency	23,4 kHz to 4 MHz
Minimum Inductance	6,5 mH at 10 kHz and 0,1 V, short-circuit between 2 and 3(1-2-3-4)
Transformation ratio	(3-4)/(1-2) 1,0 ± 0,02 (6-5)/(1-2) 1,0 ± 0,02 (8-7)/(1-2) 1,0 ± 0,02
Minimum open impedance(1-2-3-4)	Short-circuit between 2 and 3, 7 and 6 23,4 kHz to 31,25 kHz 0,8 kΩ at 0,1 V 31,25 kHz to 93,4 kHz 1,2 kΩ at 0,1 V 93,4 kHz to 3 MHz 3 kΩ at 0,1 V 3 MHz to 4 MHz 2 kΩ at 0,1 V
Maximum leakage inductance (1-2-3-4)	1,5 µH at 1 MHz and 0,1 V (8-7-6-5)
Maximum distributed capacity (1-2-3-4)	17 pF at 1 MHz and 0,1 V (6-7)
Maximum winding capacitance	55 pF at 10 MHz and 0,1 V (1-2-3-4)-(8-7-6-5)
Withstand voltage	500 V a.c. for 1 min and 600 V a.c. for 1 s Primary winding, secondary winding and core
Minimum Insulation resistance	500 V d.c. 100 MΩ Primary winding, secondary winding and core
Core	See 5.7.7.2 Core specifications
Wire	Solderable polyester copper wire
Wire gauge	AWG 38

5.7.7.2.2 Core specifications

An example of implementation for a transformer core is shown in Table 101.

Table 101 – Specifications for transformer core

Parameter	Symbol	Specification value
Initial permeability	μ_i	10 000 ± 3 000
Maximum relative loss factor	$\tan\delta/\mu_i$	$7,0 \times 10^{-6}$ at 10 kHz
Temperature factor of initial permeability	$\alpha_{\mu ir}$	$-0,5 \times 10^{-6}$ to $+1,5 \times 10^{-6}$ at -30 °C to +70 °C
Saturation magnetic flux density [H=1 194A/m]	Bs	400 mT at 25 °C nominal
Remanent flux density	Br	90 mT at 25 °C nominal
Coercive force	Hc	7,2 A/m at 25 °C nominal
Minimum Curie temperature	Tc	120 °C
Maximum hysteresis material constant	η_B	$1,4 \times 10^{-6}$ /mT
Maximum disaccommodation factor	DF	2×10^{-3}
Density	dB	$4,9 \times 10^3$ kg/m ³ nominal
Electrical resistivity	ρ_v	0,15 m nominal

5.7.7.3 Transceiver specifications

CompoNet shall use transceivers that support TIA/EIA-485-A [4]. The transceivers shall also conform to the specification shown in Table 102. Table 103 and Table 104 provide additional requirements for sending and receiving.

Table 102 – Specifications for transceiver

Specification	Minimum	Typical	Maximum
Driver differential output voltage, VOD ($R = 27\ \Omega$ (RS-485)); See Figure 77.	1,5 V	-	5,0 V
Common-mode output voltage, VOC($R = 27\ \Omega$ or $50\ \Omega$)	-	-	3 V
Output short circuit current ($-7\ \text{V} \leq V_O \leq +12\ \text{V}$)	-	-	250 mA
Propagation delay Input to output TPLH, TPHL ($R_L \text{ Diff} = 54\ \Omega$, $CL1 = CL2 = 100\ \text{pF}$); See Figure 78.	2 ns	10 ns	15 ns
Driver O/P to O/P TSKEW ($R_L \text{ Diff} = 54\ \Omega$, $CL1 = CL2 = 100\ \text{pF}$)	0 ns	0 ns	5 ns
Driver rise/fall time TR, TF ($R_L \text{ Diff} = 54\ \Omega$, $CL1 = CL2 = 100\ \text{pF}$)	-	2 ns	10 ns
Driver enable to output valid	-	10 ns	25 ns
Driver disable timing	-	10 ns	25 ns
Receiver differential input threshold voltage, VTH minimum	-0,05 V	-	+0,05 V
Input voltage hysteresis, ΔV_{TH}	50 mV	-	100 mV
Input resistance	12 k Ω	-	-
Logic enable input current (RE)	-1 μA	-	+1 μA
Short circuit output current ($V_{OUT} = \text{GND or VCC}$)	7 mA	-	85 mA
Propagation delay input to output TPLH, TPHL($CL = 15\ \text{pF}$)	18 ns	25 ns	40 ns
Maximum skew |TPLH–TPHL|	-	0 ns	5 ns
Operating temperature	-40 °C	-	+85 °C
Maximum absolute Vdc	-	-	7 V

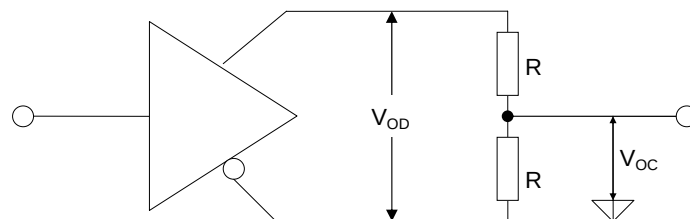


Figure 77 – Driver voltage measurement circuit

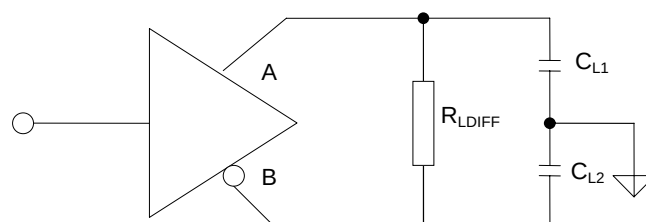


Figure 78 – Propagation delay test circuit

Table 103 – Sending

INPUTS			OUTPUT	
RE	DE	DI	B	A
X	1	1	0	1
X	1	0	1	0
X	0	X	Z	Z

Table 104 – Receiving

INPUTS			OUTPUT
RE	DE	A-B	RO
0	0	$\geq +0,05$	1
0	0	$\leq -0,05$	0
0	0	Inputs Open	1
1	0	X	Z

5.7.8 Isolation

Master and slave ports shall be transformer coupled to the network.

The communication port shall be isolated from the application and earth on chassis grounds with a minimum isolation to the communication lines of 500 V a.c. RMS 47 Hz to 63 Hz for 60 s.

In the case of a simple slave, isolation from network power may be met through installation.

In the case of an auxiliary power supply connection, isolation shall be provided between the network port including the network power supply and the auxiliary power supply.

For a non-network powered slave, the external power supply shall provide isolation from the power as shown in Table 111 and Table 112.

Several examples of implementation diagrams are shown in Figure 79, Figure 80, Figure 81 and Figure 82.

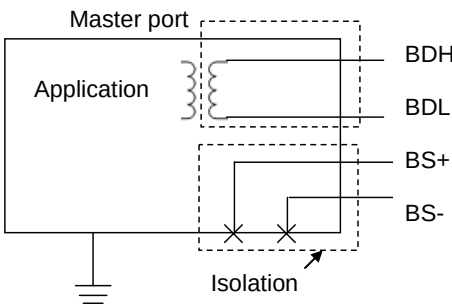


Figure 79 – An isolation example of a master port

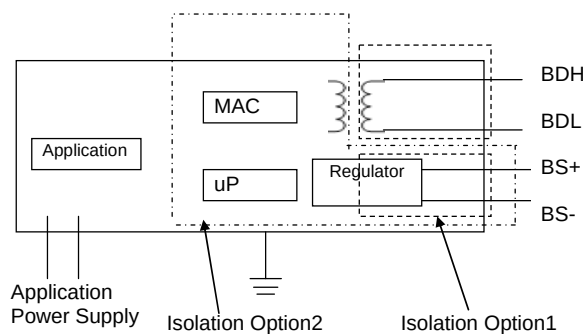


Figure 80 – An isolation example of an I/O module with connectivity to other power sources

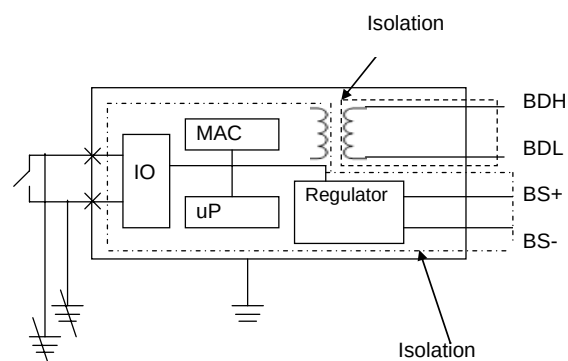


Figure 81 – An isolation example of a simple slave that requires connection to devices with ungrounded signal wiring

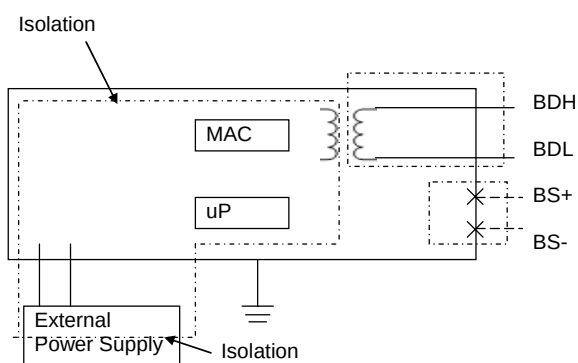


Figure 82 – An isolation example of a non-network powered slave

5.7.9 Transmission medium

The following cables shown in Table 105 are supported. Only one type of cable shall be used in a segment.

Table 105 – Cable types

Cable type	Specification	Allowable current
CompoNet round cable I	2-conductor round cable. See profile 8.2.3	N/A
CompoNet round cable II	4-conductor round cable. See profile 8.2.4	Up to 4 A
CompoNet flat cable I	4-conductor flat cable. See profile 8.2.5	5 A
CompoNet flat cable II	4-conductor flat cable. See profile 8.2.6	5 A

Each type of cables shall conform to the signals and colour as defined in Table 106.

Table 106 – Cable conductor colours

Signal name	CompoNet round cable I	CompoNet round cable II	CompoNet flat cables
BS+	-	Red	Red
BDH	White	White	White
BDL	Black	Blue or green	Blue
BS-	-	Black	Black

5.7.10 Topology

5.7.10.1 General

CompoNet supports multi-drop and T-branch topology. The cable distance between any two points in the cable system shall not exceed the maximum cable distance allowed for the bit rate. Terminators are required on each end of the trunk line. CompoNet supports a multi-segment structure. One segment supports up to 32 slave/repeater nodes. A typical topology is shown in Figure 83.

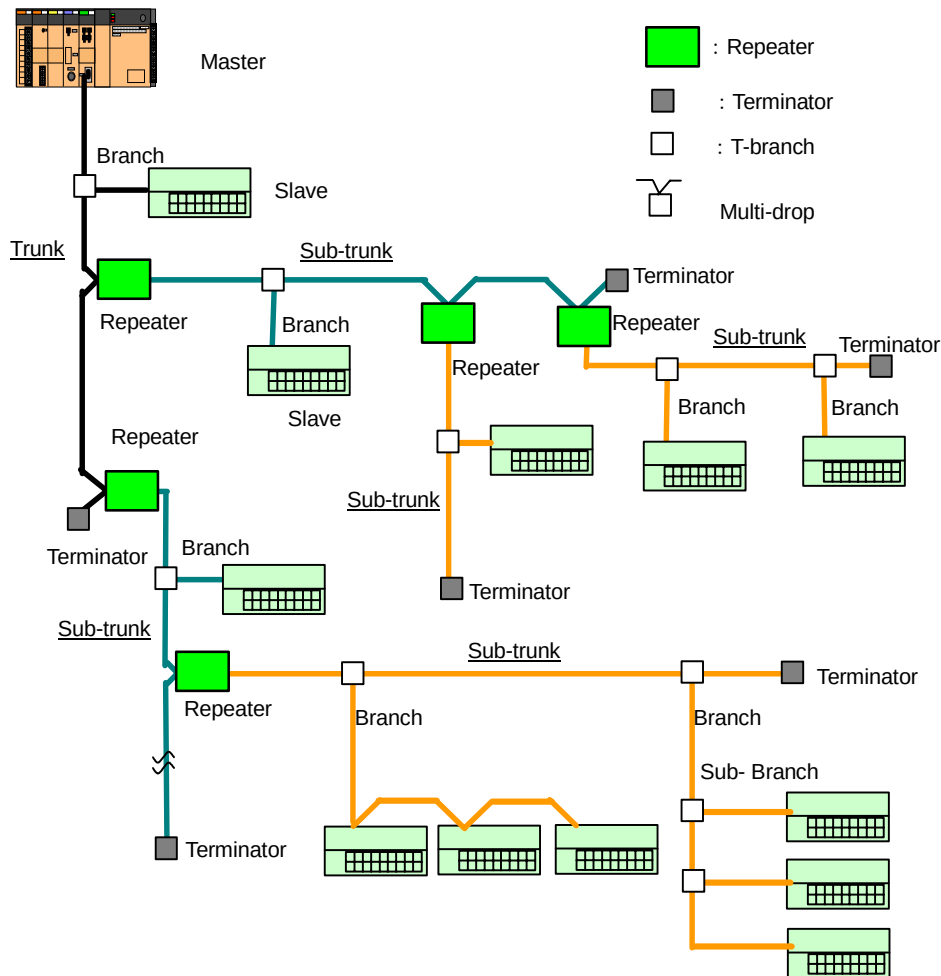


Figure 83 – Media topology

5.7.10.2 Segment

CompoNet usually consists of several segments separated by repeaters. Each segment is connected on the network, but is classified from the viewpoint of the physical layer. As shown in Figure 1, the segment that has the master is called the first segment layer. A second and third segment layer can be added using repeaters, but no more than 2 such extra segments can be added, thus assuring that no slave is more than 2 repeaters (or 3 segments) away from its master. A total of 64 repeaters can be used in one network. All segments shall operate at the same communication speed. A repeater shall set its master port to the speed of its slave port.

5.7.10.3 Placement of terminators in each segment

Terminators are located internally in the master ports of the master and repeaters. In addition to these internal resistors, a terminator shall be added to the network at the opposite end of the master port as shown at Figure 84.

The connection position of the master port depends on the network topology. For general wiring, master ports shall be at one end of a trunk or sub-trunk. For flexible wiring, master ports can be connected freely.

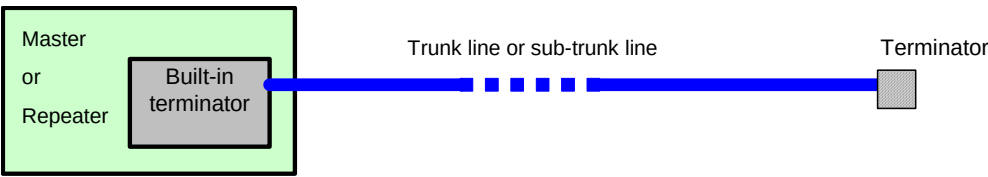


Figure 84 – Position of a terminator

5.7.10.4 Number of devices in one segment

One master port and 32 slave ports can be connected on each segment as shown in Figure 85. This includes slave ports on repeaters and slave ports on any T-branches which are part of the segment.

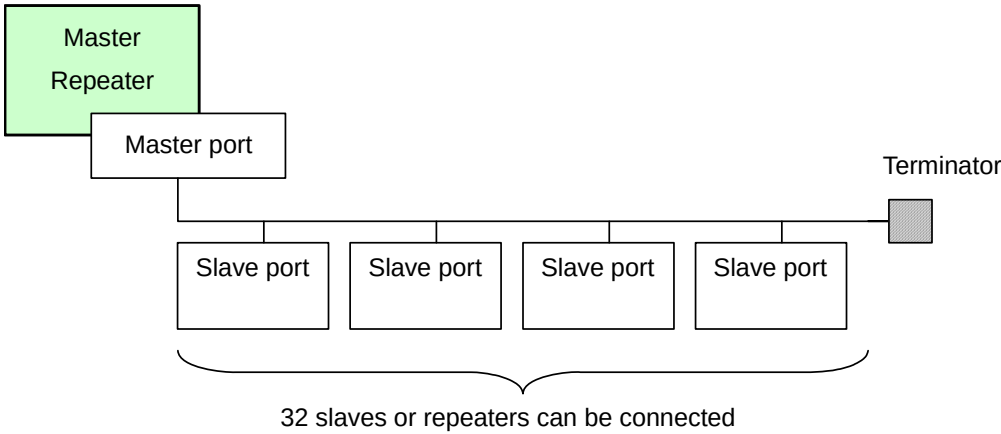


Figure 85 – Number of devices per segment

5.7.10.5 Cable type and cable length

The trunk line length, sub-trunk line length, maximum length of one branch line, total branch line length, and maximum number of devices are all dependant on the transmission speed. Table 107, Table 108 and Figure 86 define the limits based on transmission speed.

Figure 87 indicates branch restrictions which shall apply.

Table 107 – CompoNet round cable I: network limitations

Transmission speed kbit/s	Wiring pattern	Trunk line max. length m	Total number of slaves	Max. length of one branch line m	Total branch line length m	Number of slaves connected to one branch line	Max. sub-branch line length m	Total sub-branch line length m
4 000	General ^a	30	32	0	0	0	0	0
3 000	General	30	32	0,5	8	1	0	0
1 500	General	100	32	0	0	0	0	0
		30	32	2,5	25	3	0	0
93,75	General	500	32	6	120	1	0	0
^a See 5.7.10.6.2.								

Table 108 – CompoNet 4-conductor cables: network limitations

Transmission speed kbit/s	Wiring pattern	Trunk line max. length m	Total number of Slaves	Max. length of one branch line m	Total branch line length m	Number of slaves connected to one branch line	Max. sub-branch line length m	Total sub-branch line length m
4 000	General	30	32	0	0	0	0	0
3 000	General	30	32	0,5	8	1	0	0
1 500	General	30	32	2,5	25	3	0,1	2
93,75	Flexible ^a	200	32	Flexible wiring is available if the total wiring length is 200 m or less.				
^a See 5.7.10.6.3.								

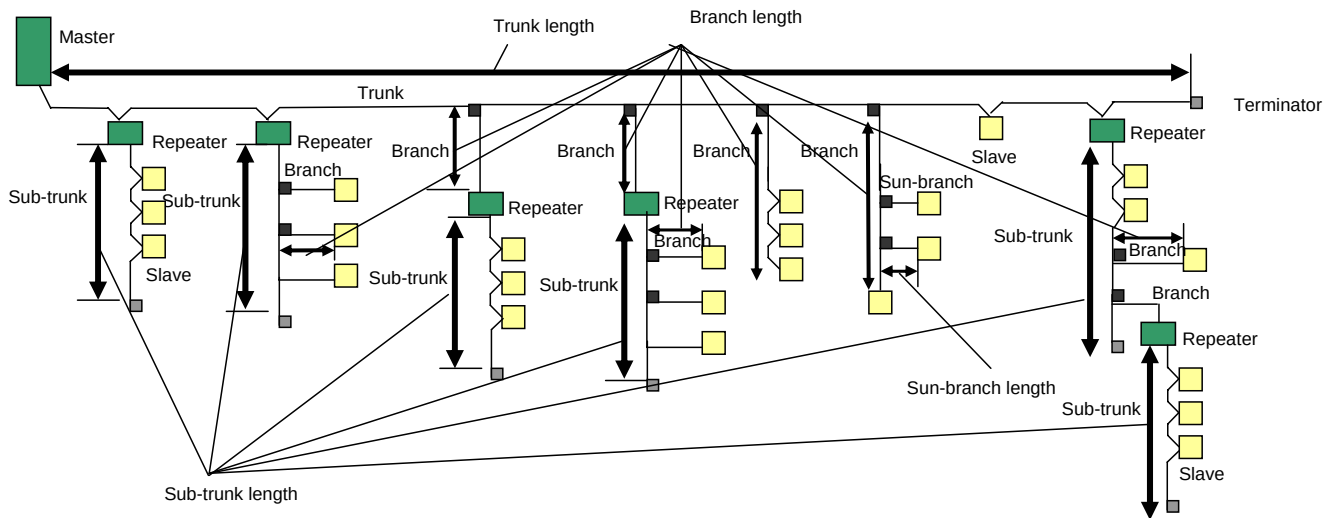
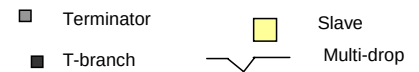


Figure 86 – Cable length limitation Illustration

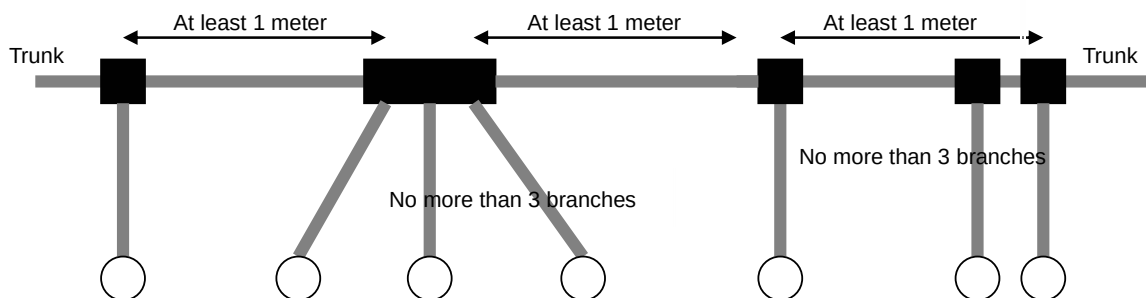


Figure 87 – Branch restriction

5.7.10.6 Wiring types in one segment

5.7.10.6.1 General

There are 2 types of wiring patterns in a segment: general wiring and flexible wiring.

As shown in Figure 88, CompoNet round cable I is only for general wiring, and can be used for all data rates. CompoNet 4-conductor cables support general wiring at 4 Mbit/s; 3 Mbit/s and 1,5 Mbit/s. At 93,75 kbit/s, the 4-conductor flat cables support flexible wiring.

At 93,75 kbit/s, there are the following design criteria:

- the trunk line length needs to support long distance communications (approximately 500 m for general wiring);
- restrictions on wiring method need to be reduced as much as possible (flexible wiring);
- for optimal use at 93,75 kbit/s, round cable I can be used for the general wiring method. Round cable II, Flat cable I and Flat cable II can be used for the flexible wiring method.

Dimension : kbit/s

Cable	Speed			
	4 000	3 000	1 500	93,75
CompoNet Round Cable I				
CompoNet 4-conductor Cables				



General



Flexible

Figure 88 – Wiring selection

5.7.10.6.2 General wiring

General wiring is illustrated in Figure 89.

The restrictions are:

- the master port shall be connected to one end of a trunk line or a sub-trunk line;
- only one master port is connected on one segment;
- a terminator is connected to the other end of the trunk line or sub-trunk line;
- a slave port can be connected to the trunk line or sub-trunk line via a multi-drop (daisy chain)
- a slave port can be connected to the trunk line or sub-trunk line via a branch.
- a slave port can be connected to a branch line via a sub-branch;
- the end of any communication line shall not be left open or unconnected. It shall be connected to a master port, a slave port or a terminator;
- L1>L2, L3>L4, L5>L6. See Figure 89.

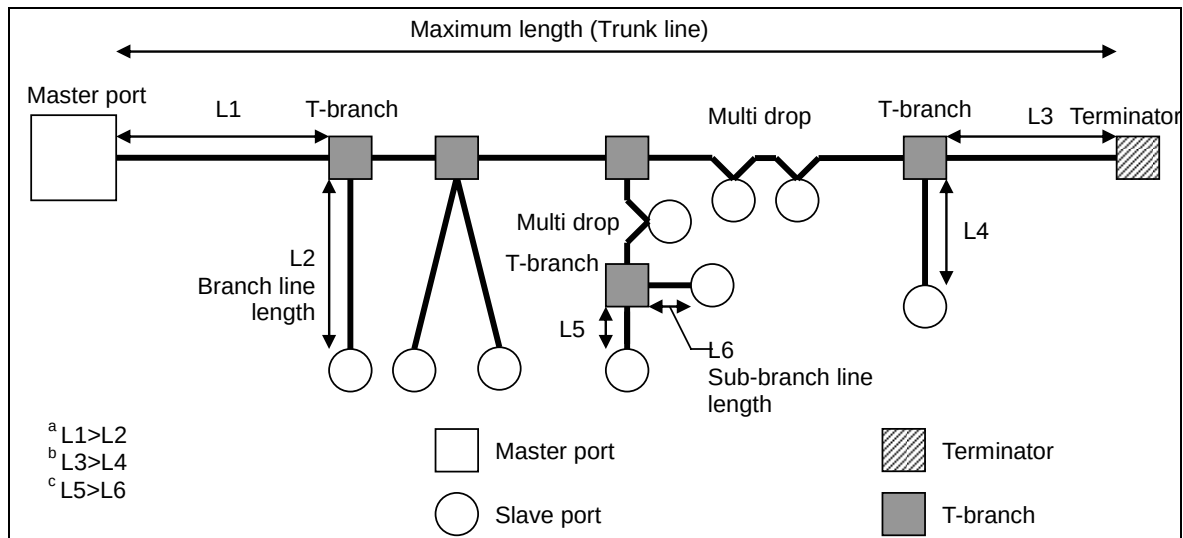


Figure 89 – General wiring method

5.7.10.6.3 Flexible wiring

Flexible wiring structures are supported only using CompoNet 4-conductor cables at speeds of 93,75 kbit/s. This wiring approach is suitable for applications where:

- many branches are needed;
- network lengths are short.

Flexible wiring is illustrated in Figure 90. The rules for flexible wiring are shown below:

- in flexible wiring, there is no distinction between trunk line and branch line;
- only one master port is connected on one segment;
- the master port may be placed anywhere in a segment (it does not have to be end connected);
- one terminator is connected to the farthest point from the master port (cable distance, not installed geographical distance);
- several branch points can be added to a branch;
- the length of all cables is counted within the specified total wiring length;
- the end of any cable shall not be left open (unconnected). It shall be connected to the master port, a slave port or a terminator.

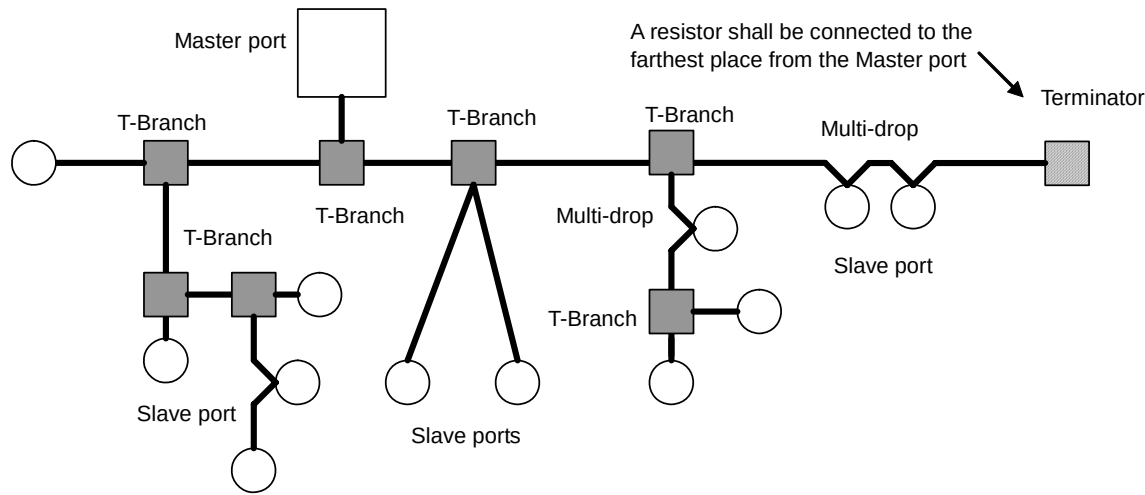


Figure 90 – Flexible wiring method

5.7.10.7 Network terminator

A terminator shall be mounted on the farthest end of the trunk line from the master device or master ports of repeaters. The terminator is defined by Table 109.

Table 109 – Resistance characteristics

Item	Characteristic
Rated power	1/4 W
Resistance	121 Ω
Maximum accuracy	1 %
Metal Film	

5.7.11 Link power

5.7.11.1 CompoNet power supply

5.7.11.1.1 Specification for network power supply at the master port

Network power supply is provided only by a master port. Mid span power insertion is not supported. The network power supply shall comply with Table 110.

This is the case shown in Figure 79

Table 110 – Network power supply specifications

Specification	Parameter
Output voltage	24 $\pm$ 2,4 V d.c.
Maximum output ripple	600 mV _{peak to peak}
Temperature range	Specified by vender
Over voltage protection	Yes (no value specified)
Over current protection	Yes (continuous current: limit 5 A max)
Maximum turn-on overshoot	5 %
Output current	Up to 5 A continuous
Isolation (based on IEC 61131-2)	2,3 kV a.c.

5.7.11.1.2 Specification for local power supply at slave ports

The local power supply connected to slave ports shall comply with Table 111.

Table 111 – Local power supply specifications

specification	Parameter
Output voltage	14 V d.c. to 26,4 V d.c.
Maximum output ripple	600 mV _{peak to peak}
Temperature range	Specified by vender
Over voltage protection	Yes (no value specified)
Over current protection	Yes
Maximum turn-on overshoot	5 %
Isolation (based on IEC 61131-2	2,3 kV a.c.

5.7.11.1.3 Specification for external power supply at the node

When nodes are powered by external power supplies, the requirements are shown in Table 112.

Table 112 – Node external power supply specifications

Specification	Parameter
Isolation	2,3 kV a.c. (based on IEC 61131-2

5.7.11.2 Power dispatching method

5.7.11.2.1 General

This subclause describes how to power the network when using 4-conductor cable. For networks using 2-conductor cable, each device requires local network power and this clause is not applicable.

The power dispatching method is shown by Figure 91.

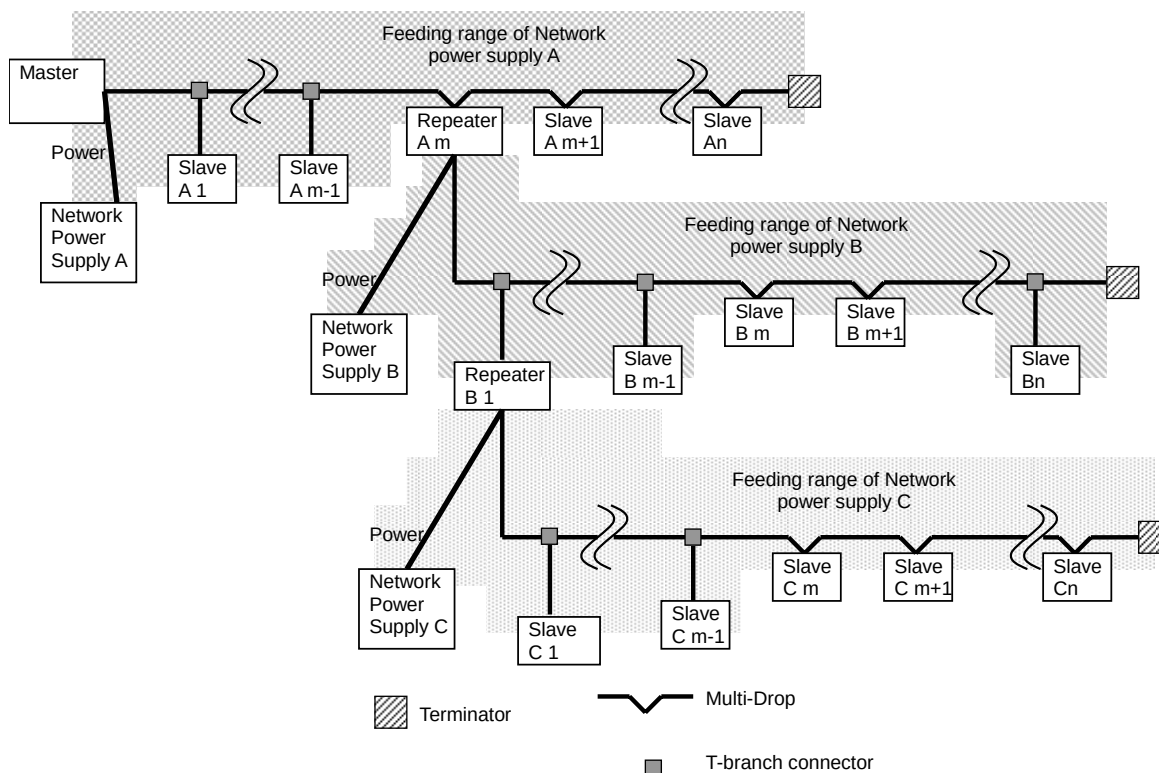


Figure 91 – Power dispatching method

5.7.11.2.2 Powering the network by a power supply connected to the master

When the network is powered via master as shown by Figure 92 and Figure 93, the power cable between the master and the power supply shall be no greater than 3 m.

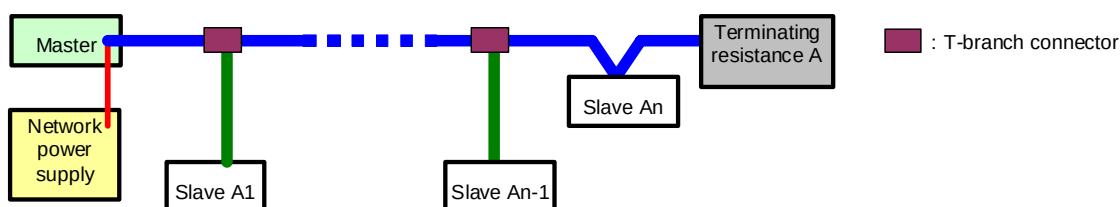


Figure 92 – Network segment powered by the master

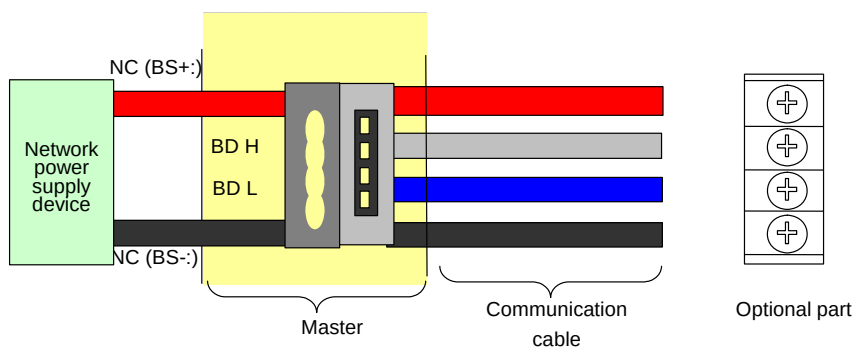


Figure 93 – Connection with power supply

Figure 93 shows two approaches to providing power. An adapter can provide coupling between the cable connector from the power supply to the cable connector on the communication cable. Alternatively the “Optional part” shown can be a single connector attached to both power and line cables and plugged into the the master.

5.7.11.2.3 Powering the network by a power supply connected to a repeater

The master port of a repeater may power its sub-network using an external power supply and subject to the same restriction that the line between the master port and the power supply shall not be greater than 3 m, as shown by Figure 94.

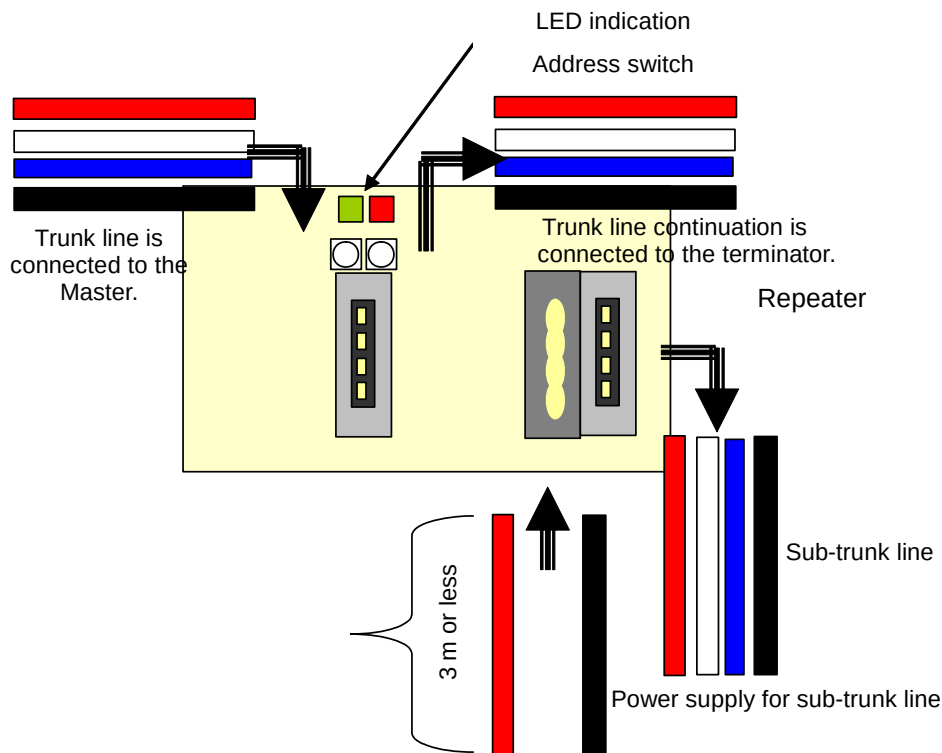


Figure 94 – Network segments powered by repeaters

Powering range of repeater Am:

- network power supply A is connected to the power supply connector of the master to power units from slave A1 to An, and repeater Am;
- network power supply B is used to power repeater Bm and slave B1 to Bn on the sub-trunk line connected after repeater Am.

Powering range of repeater Bm:

- network power supply C is used to feed Slave C1 to Cn on the branch line connected after repeater Bm;
- network power supply C is connected to the terminal BS+C/BS-C of repeater Bm.

5.7.12 Repeater implementation

A repeater shall consist of:

- a slave port as defined in 5.7.4,
- a master port as defined in 5.7.3,

- a built-in power supply or an external power supply port. For an external port, the connector shall conform to 5.7.11.1.1, and
- an addressable MAC conformant to 5.7.6.

The propagation delay requirements are defined in 5.6.2.4.

A simplified block diagram is shown as Figure 95.

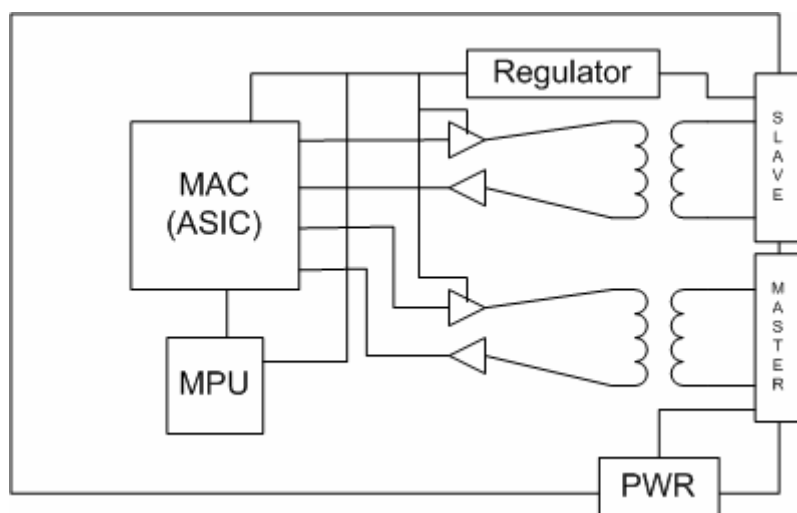


Figure 95 – A simplified diagram for a repeater

Power shall be provided to the downstream slaves from the master port of a repeater using the same methods that are specified for the master port of a master. In all cases the power at the master port shall conform to 5.7.11.1.1.

Power at the repeater slave port shall be isolated from the repeater master port power source.

The network supply at the slave port side shall be isolated from the power supply for the master port.

6 Product information

In accordance with IEC 62026-1.

7 Normal service, mounting and transport conditions

7.1 Normal service conditions

7.1.1 General

Components of a CompoNet CDI shall be capable of operating under the following conditions.

If the conditions for operation differ from those given in this part, the user shall state the deviation from the standard conditions and consult the manufacturer on the suitability for use under such conditions.

7.1.2 Ambient air temperature

7.1.2.1 Round cable I

The cable shall operate normally within an ambient temperature range of -10 °C to 60 °C.

7.1.2.2 Round cable II, flat cable I, flat cable II

The cable shall operate normally within an ambient temperature range of -10 °C to 55 °C.

7.1.2.3 Other CDI components

All other components of the CDI shall operate between the ambient temperatures of -5 °C to +40 °C if not otherwise defined, for example in conjunction with a specific actuator or sensor type. The operating characteristics shall be maintained over the permissible range of ambient temperature.

7.1.3 Altitude

Components shall be capable of operating at altitudes in accordance with IEC 62026-1.

7.1.4 Climatic conditions

7.1.4.1 Humidity

Components shall be capable of operating at 40 °C, with the relative humidity of the air not exceeding 85 %.

7.1.4.2 Pollution degree

Components shall be capable of operating in polluted conditions in accordance with IEC 62026-1.

7.2 Conditions during transport and storage

A special agreement shall be made between the user and manufacturers if the conditions during transport and storage, for example temperature and humidity conditions, differ from those defined in 7.1.

7.3 Mounting

Components shall be mounted in accordance with IEC 62026-1.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Indicators and configuration switches

8.1.1 Status indicators

8.1.1.1 General

Devices may have one module status indicator and one CDI status indicator. If they are included, they shall comply with these requirements and shall also be clearly distinguishable from any other indicators.

8.1.1.2 Module status indicator

Module status shall be shown by a bicolour (green/red) indicator to indicate whether or not the circuitry is powered and operating correctly. The indicator states shall be as specified in Table 113.

Table 113 – Module status indicator

Indicator status	Meaning
Off	Not powered
Green	Operating correctly
Flashing Green	In standby
Flashing Red	Recoverable fault
Red	Unrecoverable fault
Flashing Red-Green	Undergoing self-test
NOTE Indicator flash rates are given in 8.1.1.5.	

8.1.1.3 CDI status indicator

This shall be a bicolour (green/red) indicator and shall indicate the status of the communication link as specified in Table 114.

Table 114 – CDI status indicator

Indicator status	Meaning
Off	The circuitry is not powered, or device is in speed detection.
Flashing Green	Device knows data rate but is not participated. If device is slave, waiting for STW and allocate. If device is repeater, Waiting for STW.
Green	Device is participated. If device is slave, allocated and I/O connection established. If device is repeater, repeating.
Flashing Red	Device knows timeout, or device is in speed detection with timeout.
Red	Device is in communication fault with the duplicate MAC ID detection.
Flashing Red-Green	Device is in self-test.
NOTE Indicator flash rates are given in 8.1.1.5.	

8.1.1.4 Module and CDI status indicators at power-up

The following indicator test sequence shall be performed at power-up:

- CDI status indicator OFF;
- module status indicator ON green for $0,25\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$;
- module status indicator ON red for $0,25\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$;
- module status indicator ON green;
- CDI status indicator ON green for $0,25\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$;
- CDI status indicator ON red for $0,25\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$;
- CDI status indicator OFF;
- both indicators assume states according to Table 113 and Table 114.

8.1.1.5 Indicator flash rate

Unless otherwise specified in this part, the flash rate of an indicator shall be 1 flash per second $\pm 0,5\text{ s}$. An indicator shall be ON for $0,5\text{ s} \pm 0,25\text{ s}$ and OFF for $0,5\text{ s} \pm 0,25\text{ s}$.

8.1.2 Switches

8.1.2.1 General

Devices may be fitted with switches, depending on the device type.

- master devices may have data rate switches.
- slave and repeater devices may have node address switches.

8.1.2.2 Data rate switches

If switches are used to set data rate, they shall be encoded as shown in Table 115.

Table 115 – Data rate switch encoding

Bit rate (bit/s)	Switch setting
4 M	0
3 M	1
1,5 M	2
93,75 k	3

A slave or repeater shall not have a data rate switch.

8.1.2.3 Node addresses switches

Node addresses switches and the set values depend on the device switch type.

If DIP switches are used;

- they shall be in binary format.
- the orientation of greatest to least significant bits shall be from left to right or top to bottom.
- unless otherwise labelled, the on position shall be the top or right position.

If rotary or push wheel switches are used;

- they shall be in decimal format.
- the more significant digit is always to the left or to the top.

8.1.2.4 Device type, node address switches and their setup range

Table 116 summarizes the node address switches and their set range for different device types.

Table 116 – Addresses switches

Device type	Address switches
Word slave	Setting range from 0 to 63. Binary format or decimal format. Addresses larger than 63 cannot participate in the communication.
Bit slave	Setting range from 0 to 127. Binary format or decimal format. Addresses larger than 127 cannot participate in the communication.
Repeater	Setting range from 0 to 63. Binary format or decimal format. Addresses larger than 63 cannot participate in the communication.

8.1.3 CompoNet marking

8.1.3.1 General

This subclause includes specifications of the following markings:

- indicators;
- switches and device types;
- connectors.

8.1.3.2 Indicator marking

Indicators shall be marked with either their full names or their abbreviated names, as specified in Table 117.

Table 117 – Indicator marking

Description	Full name	Abbreviated name
Module status indicator	Module status	MS
CDI status indicator	Network status	NS

8.1.3.3 Node address switch and device type marking

Node address switches and device types shall be marked with either their full names or their abbreviated names, as specified in Table 118.

Table 118 – Node address switch and device type marking

Device type		Marking specification	Device marking appearance	Switch marking
Word slave	IN	Label: IN Color: Orange Color code: 2,5YR/6/13 Font size: Min. heights 1,5 mm		One of the following: NODE ADDRESS NA WORD NODE ADDRESS WORD NODE ADR
	OUT	Label: OUT Color: Yellow Color code: 2,5Y8/14 Font size: Min. heights 1,5 mm		
	MIX	Label: IN Color: Orange Color code: 2,5YR/6/13 Label: OUT Color: Yellow Color code: 2,5Y8/14 Font size: Min. heights 1,5 mm	 	
Bit slave	IN	Label: BIT IN Color: Orange Color code: 2,5YR/6/13 Font size: Min. heights 1,5 mm		One of the following: NODE ADDRESS NA BIT NODE ADDRESS BIT NODE ADR
	OUT	Label: BIT OUT		

Device type		Marking specification	Device marking appearance	Switch marking
		Color: Yellow Color code: 2,5Y8/14 Font size: Min. heights 1,5 mm		
	MIX	Label: BIT IN Color: Orange Color code: 2,5YR/6/13 Label: BIT OUT Color: Yellow Color code: 2,5Y8/14 Font size: Min. heights 1,5 mm	 	
Repeater		Label: RPT Color: Green Color code: 10GY6/10 Font size: Min. heights 1,5 mm		One of the following: NODE ADDRESS NA RPT NODE ADDRESS RPT NODE ADR

The labels may be black and white. However, if colored labels are used, then the colors specified above shall be used.

Label text shown above is for devices that use only one node address. For devices that use multiple node addresses, the label text shall include “xN” immediately following the above text. “N” represents the number of addresses used. For example, for an IN device that uses two addresses, the label shows “IN x2”. If the number of addresses used by a node is variable depending on user configuration (e.g. a modular I/O block), then the label would show “IN x__”.

8.1.3.4 Connector marking

Connectors may include markings to identify their pin and cable assignment using either their full names or their color, as specified in Table 119.

Table 119 – Connector marking

Signal name	Pin No.	Open connector	Flat connector I
BS+	1	BS+	Red
BDH	2	BDH	White
BDL	3	BDL	Blue
BS	4	BS	Black

8.2 CompoNet cable

8.2.1 Overview

This subclause includes specifications of following cable profiles:

- round cable I;
- round cable II;
- flat cable I;

- flat cable II.

8.2.2 Cable profile template

A cable profile defines the data pair specifications, d.c. power pair specifications, general specifications, topology and the physical configuration for the cable. The orientation of the data and power pairs is a requirement of the specification. Table 120, Table 121, Table 122 and Table 29 define the minimum fields that shall be defined for a cable profile.

Table 120 – Cable profile: data pair specification

Physical characteristics	Specification
Conductor pair size	<size> <material>; <#> strands
Insulation diameter	<size>
Colors – (BDH, BDL)	
Pair twist	<#> / <distance>
Tape shield over pair	<material>
Electrical characteristics	Specification
Impedance	82 Ω to 115 Ω (at 1 MHz, for 2-conductor cable) 95 Ω to 132 Ω (at 1 MHz, for 4-conductor cable)
Maximum propagation delay	6,5 ns/ <distance>
Maximum capacitance between conductors	<#> pF/ <distance> at 100 kHz
Maximum capacitance between one conductor and other conductor connected to shield.	<#> pF/ <distance> at <#> Hz
Maximum capacitive unbalance	<#> pF/ <distance> at <#> kHz ASTM D4566
Maximum DCR - at 20 °C	<#> Ω /1 000 m <distance>
Maximum attenuation:	<#> dB/<distance> at 8 MHz <#> dB/<distance> at 6 MHz <#> dB/<distance> at 4 MHz <#> dB/<distance> at 3 MHz <#> dB/<distance> at 93,75 kHz

Table 121 – Cable profile: d.c. power pair specification

Physical characteristics	Specification
Conductor pair size	<#> <material>; <#> strands
Insulation diameter	<#>
Colors - (BS+, BS-)	
Pair twist	<#>/ <distance>
Tape shield over pair	<material>
Electrical characteristics	Specification
Maximum DCR - at 20 °C	<#> Ω /1 000 m

Table 122 – Cable profile: general specification

Physical characteristics	Specification
Geometry	
Overall braid shield	<#> % coverage, <#> <material>
Drain wire	<#> <material>; <#> strands
Outside diameter	<size> minimum to <size> maximum
Roundness	Radius delta to be <#> % of O.D.
Jacket marking	Vendor name, part # and additional markings
Electrical characteristics	Specification
Maximum DCR – (braid+tape+drain) at 20 °C	<#> Ω/ <distance>
Applicable environmental characteristics	Specification
Agency certifications	
Flexure	<#> cycles at bend radius, <#> degrees, <#> pull force, <#> cycles/minute, <method>
Bend radius	<#> × diameter (installation) / <#> × diameter (fixed) <method>
Operating ambient temperature	<#> °C to <#> °C
Storage temperature	<#> °C to <#> °C
Minimum pull tension	<#> kg
Connector compatibility	<Open, Flat, M12.....,>
Topology compatibility	<Trunk, Drop, ...>
Unique characteristics	Application specific

8.2.3 Round cable I profile

The following specifications apply to round cable I:

- data pair specifications, see Table 123;
- power pair specifications, see Table 124;
- general specifications, see Table 125.

Table 123 – Round cable I: data pair specification

Physical characteristics	Specification
Conductor pair size	0,75 mm ² ±0,075 mm ² or 18 AWG, Cu (Sn plating), Minimum strands is 17 strands. Maximum twist pitch is 1 twist / 50 mm.
Insulation diameter	2,3 mm ±0,23 mm
Colors – (BDH, BDL)	BDH: white, BDL: blue (preferred) or black (optional)
Pair twist	Maximum twist pitch is 1 twist / 92 mm.
Tape shield over pair	N/A
Electrical characteristics	Specification
Impedance	97 Ω ±14,55 Ω (at 1 MHz)
Maximum propagation delay	6,5 ns/m (6 MHz to 40 MHz, 20 °C)
Maximum capacitance between conductors	100 pF/m (at 100 kHz, 20 °C)
Maximum capacitance between one conductor and other conductor connected to shield	N/A
Capacitive unbalance	N/A
Maximum DCR - at 20 °C	25,1 Ω / 1 000 m
Maximum attenuation:	116 dB / 1 000 m at 8 MHz 88 dB / 1 000 m at 6 MHz 60 dB / 1 000 m at 4 MHz 45 dB / 1 000 m at 3 MHz 4,6 dB / 1 000 m at 93,75 kHz

Table 124 – Round cable I: d.c. power pair specification

Physical characteristics	Specification
Conductor pair size	N/A
Insulation diameter	N/A
Colors – (BS+, BS-)	N/A
Pair twist	N/A
Tape shield over pair	N/A
Electrical characteristics	Specification
Maximum DCR - at 20 °C	N/A

Table 125 – Round cable I: general specification

Physical characteristics	Specification
Geometry	One twisted pair
Over braid shield	N/A
Drain wire	N/A
Outside diameter	About 6,6 mm
Roundness	90 % to 110 %
Jacket marking	Vendor name, part number and additional markings
Electrical characteristics	Specification
Maximum DCR – (braid+tape+drain) at 20 °C	N/A
Applicable environmental characteristics	Specification
Agency certification	N/A
Flexure	Specified by vendor
Bend radius	Specified by vendor
Operating ambient temperature	-10 °C to +60 °C
Storage temperature	-20 °C to +65 °C
Minimum pull tension	29,48 kg maximum
Connector compatibility	Open connector
Topology compatibility	Trunk, branch

8.2.4 Round cable II profile

The following specifications apply to round cable II:

- data pair specifications, see Table 126;
- power pair specifications, see Table 127;
- general specifications, see Table 128;
- physical configuration, see Figure 96.

Table 126 – Round cable II: data pair specification

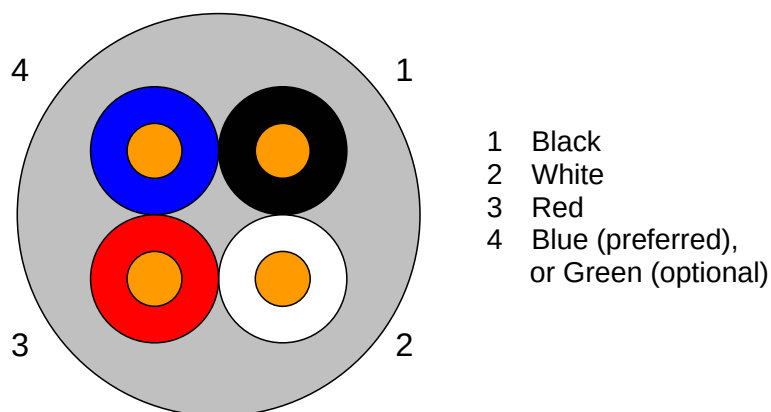
Physical characteristics	Specification
Conductor pair size	0,75 mm ² ±0,075 mm ² or 18 AWG maximum, Cu (Sn plating), Minimum strands is 17 strands. Maximum twist pitch is 1 twist / 50 mm
Insulation diameter	2,3 mm ±0,23 mm
Colors – (BDH, BDL)	BDH: white, BDL: blue (preferred) or green (optional)
Pair twist	None
Tape shield over pair	None
Electrical characteristics	Specification
Impedance	120 Ω -18 Ω to 120 Ω+12 Ω (at 1 MHz)
Maximum propagation delay	6,5 ns/m (6 MHz to 40 MHz, 20 °C)
Maximum capacitance between conductors	73 pF/m (at 100 kHz, 20 °C)
Maximum capacitance between one conductor and other conductor connected to shield	N/A
Maximum capacitive unbalance	7 260 pF / 1 000 m, at 100 kHz
Maximum DCR - at 20 °C	25,1 Ω / 1 000 m
Maximum attenuation	116 dB / 1 000 m at 8 MHz 88 dB / 1 000 m at 6 MHz 60 dB / 1 000 m at 4 MHz 45 dB / 1 000 m at 3 MHz 4,6 dB / 1 000 m at 93,75 kHz

Table 127 – Round cable II: d.c. power pair specification

Physical characteristics	Specification
Conductor pair size	0,75 mm ² ±0,075 mm ² or 18 AWG max, Cu (Sn plating), Minimum strands is 17 strands. Maximum twist pitch is 1 twist / 50 mm.
Insulation diameter	2,3 mm ±0,23 mm
Colors – (BS+, BS-)	BS+: red, BS-: black
Pair twist	None
Tape shield over pair	None
Electrical characteristics	Specification
Maximum DCR - at 20 °C	25,1 Ω / 1 000 m

Table 128 – Round cable II: general specification

Physical characteristics	Specification
Geometry	Non-paired, 4-conductor twisted. rotation: black, white, red, blue (preferred) or green (optional)
Overall braid shield	N/A
Drain wire	N/A
Outside diameter	About 7,6 mm
Roundness	90 % to 110 %
Jacket marking	Vendor name, part number and additional markings
Electrical characteristics	Specification
Maximum DCR – (braid+tape+drain) at 20 °C	N/A
Applicable environmental characteristics	Specification
Agency certifications	N/A
Flexure	Specified by vender
Bend radius	Specified by vender
Operating ambient temperature	-10 °C to +60 °C
Storage temperature	-20 °C to +65 °C
Minimum pull tension	29,48 kg
Connector compatibility	M12, Open
Topology compatibility	Trunk, Branch

**Figure 96 – Outline of round cable II****8.2.5 Flat cable I profile**

The following specifications apply to flat cable I:

- data pair specifications, see Table 129;
- power pair specifications, see Table 130;
- general specifications, see Table 131;
- physical configuration, see Figure 97 and Figure 98.

Table 129 – Flat cable I: data pair specification

Physical characteristics	Specification
Conductor pair size	20 strands of 0,18 mm $\pm$ 0,008 mm (0,5mm ²), Cu (Sn plating), Maximum twist pitch is 1 twist / 25 mm.
Insulation diameter	2,54 mm $\pm$ 0,06 mm
Colors – (BDH, BDL)	BDH: white, BDL: blue
Pair twist	None
Tape shield over pair	None
Electrical characteristics	Specification
Impedance	120 Ω $\pm$ 12 Ω (at 1 MHz)
Maximum propagation delay	5,9 ns/m (6 MHz to 40 MHz, 20 °C)
Maximum capacitance between conductors	54,4 pF/m (at 1 kHz, 20 °C)
Maximum capacitance between one conductor and other conductor connected to shield	None
Maximum capacitive unbalance	6 050 pF / 1 000 m, at 100 kHz ASTM D4566
Maximum DCR - at 20 °C	37,5 Ω / 1 000 m
Maximum attenuation:	106 dB / 1 000 m at 8 MHz 81 dB / 1 000 m at 6 MHz 55 dB / 1 000 m at 4 MHz 42 dB / 1 000 m at 3 MHz 5,1 dB / 1 000 m at 93,75 kHz

Table 130 – Flat cable I: d.c. power pair specification

Physical characteristics	Specification
Conductor pair size	30 strands of 0,18 mm $\pm$ 0,008 mm (0,75 mm ²), Cu (Sn plating), Maximum twist pitch is 1 twist / 30 mm
Insulation diameter	2,54 mm $\pm$ 0,06 mm
Colors – (BS+, BS-)	BS+: red, BS-: black
Pair twist	None
Tape shield over pair	None
Electrical characteristics	Specification
Maximum DCR - at 20 °C	25,1 Ω / 1 000 m

Table 131 – Flat cable I: general specification

Physical characteristics	Specification
Geometry	Flat 4-wire
Over braid shield	None
Drain wire	None
Outside diameter	Width: 10,16 mm - 0,5 mm to ± 0 mm; height: 2,54 mm $\pm 0,6$ mm
Roundness	N/A
Jacket marking	Vendor name, part number, and additional markings
Electrical characteristics	Specification
Maximum DCR – (braid+tape+drain) at 20 °C	None
Applicable environmental characteristics	Specification
Agency certification	Specified by vendor
Flexure	Specified by vendor
Bend radius	Specified by vendor
Operating ambient temperature	-10 °C to +55 °C
Storage temperature	-20 °C to +65 °C
Minimum pull tension	18,14 kg
Connector compatibility	Flat connector I
Topology compatibility	Trunk, branch



Figure 97 – Outline of flat cable I

Dimensions in millimetres

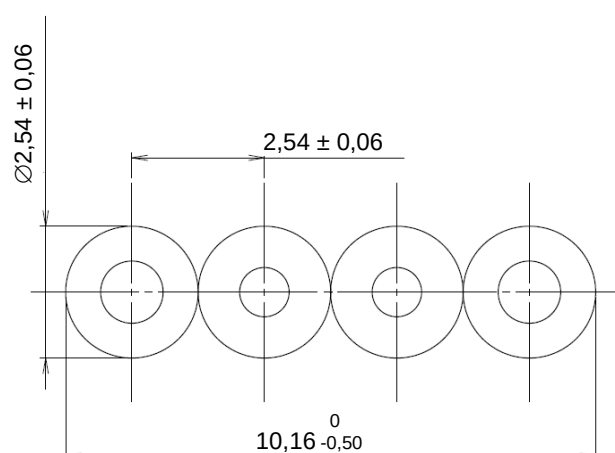


Figure 98 – Dimension of flat cable I

8.2.6 Flat cable II profile

The following specifications apply to flat cable II:

- data pair specifications, see Table 132;
- power pair specifications, see Table 133;
- general specifications, see Table 134;
- physical configuration, see Figure 99 and Figure 100.

Table 132 – Flat cable II: data pair specification

Physical characteristics	Specification
Conductor pair size	20 strands of 0,18 mm $\pm$ 0,008 mm (0,5 mm ²), Cu (Sn plating), Maximum twist pitch is 1 twist / 25 mm
Insulation diameter	2,54 mm $\pm$ 0,06 mm
Colors – (BDH, BDL)	BDH: white, BDL: blue
Pair twist	None
Tape shield over pair	None
Electrical characteristics	Specification
Impedance	120 Ω -24 Ω to 120 Ω +12 Ω (at 1 MHz)
Maximum propagation delay	6,3 ns/m (at 1 kHz, 20 °C)
Maximum capacitance between conductors	89 pF/m (at 100 kHz, 20 °C)
Maximum capacitance between one conductor and other conductor connected to shield	None
Maximum capacitive unbalance	8 910 pF / 1 000 m, at 100 kHz ASTM D4566
Maximum DCR - at 20 °C	37,5 Ω / 1 000 m
Maximum attenuation:	114 dB / 1 000 m at 8 MHz 86 dB / 1 000 m at 6 MHz 59 dB / 1 000 m at 4 MHz 45 dB / 1 000 m at 3 MHz 5,5 dB / 1 000 m at 93,75 kHz

Table 133 – Flat cable II: d.c. power pair specification

Physical characteristics	Specification
Conductor pair size	30 strands of 0,18 mm $\pm$ 0,008 mm (0,75 mm ²), Cu (Sn plating), Maximum twist pitch is 1 twist / 30 mm
Insulation diameter	2,54 mm $\pm$ 0,06 mm
Colors - (BS+, BS-)	BS+: red, BS-: black
Pair twist	None
Tape shield over pair	None
Electrical characteristics	Specification
Maximum DCR - at 20 °C	25,1 Ω / 1 000 m

Table 134 – Flat cable II: general specification

Physical characteristics	Specification
Geometry	Flat 4-wire
Over braid shield	None
Drain wire	None
Outside diameter	Width: 12,15 mm $\pm$ 0,3 mm; height: 4,56 mm $\pm$ 0,2 mm
Roundness	N/A
Jacket marking	Vendor name, part number and additional markings
Electrical characteristics	Specification
Maximum DCR – (braid+tape+drain) at 20 °C	None
Applicable environmental characteristics	Specification
Agency certification	Specified by vendor
Flexure	Specified by vendor
Bend radius	Specified by vendor
Operating ambient temperature	-10 °C to +55 °C
Storage temperature	-20 °C to +65 °C
Minimum pull tension	36,28 kg
Connector compatibility	Flat connector II
Topology compatibility	Trunk, branch

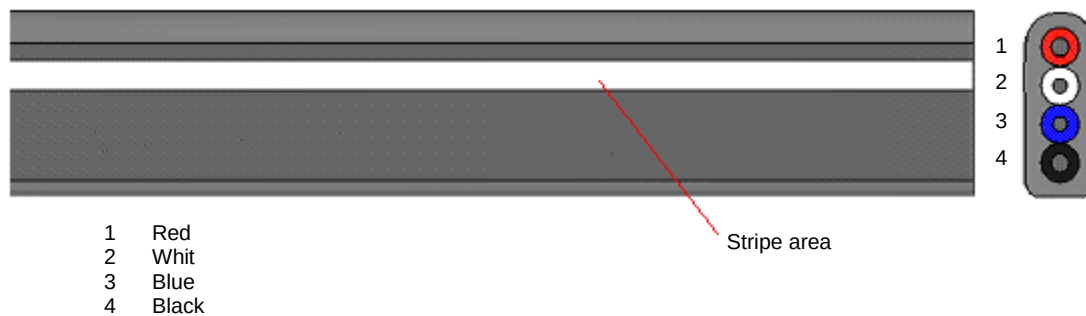


Figure 99 – Outline of flat cable II

The cable shall be marked with a contrasting stripe in the upper 3/4 quadrant as shown by Figure 99.

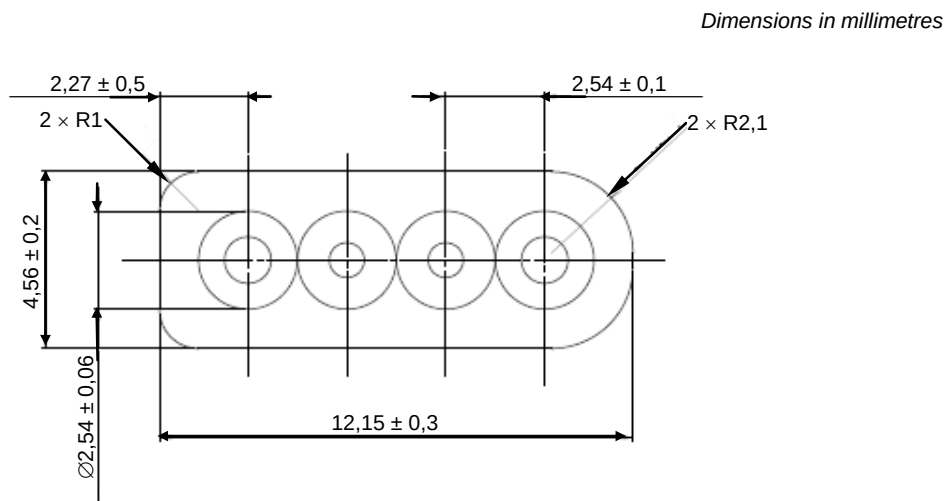


Figure 100 – Dimension of flat cable II

8.3 Terminator

8.3.1 General

A terminator consists of a terminating resistor and a terminating capacitor.

8.3.2 Terminating resistor

A metal film resistor of $121 \Omega \pm 1,21 \Omega$ and 0,25 W shall be connected between BDH and BDL, at an end of a trunk and at the end of a sub-trunk.

8.3.3 Terminating capacitor

A d.c. capacitor of $0,01 \mu F \pm 0,001 \mu F$ and more than 50 V shall be connected between BS+ and BS-, at an end of the trunk and at the end of the sub-trunk in all networks using 4-conductor cable.

8.4 Connectors

8.4.1 General

This subclause includes specifications of following connector profiles:

- open connector;
- flat connector I;
- flat connector II;
- sealed M12 connector.

8.4.2 Template

A connector profile defines the male and female orientation, general specifications, contact specifications, electrical specifications and environmental specifications. Table 135 defines the minimum fields that shall be defined for a connector profile.

In this specification plugs are male connectors which mate with jacks which are female connectors. Adapters are cabling accessories used to connect cables of the same type and connectors of the same type which may have different gender. They are normally used in a network to support branching and multi-drop topology.

Table 135 – Connector profile template

Plug general characteristics	Specification
Number of pins	<#>
Coupling nut	<#>
Coupling nut thread	<#>
Rotation	<#>
Standard	<#>
Pinout	BS+: Pin<#>, BDH: Pin<#>, BDL: Pin<#>, BS-: Pin<#>
Jack general characteristics	Specification
Number of pins	<#>
Coupling nut	<#>
Coupling nut thread	<#>
Rotation	<#>
Standard	<#>
Pinout	BS+: Pin<#>, BDH: Pin<#>, BDL: Pin<#>, BS-: Pin<#>
Physical characteristics	Specification
Wiping contact	Nickel under plated over <#> µm,
Plating requirements	Gold plated over <#> µm
Minimum wiping Contact Life	<#> insertion-extractions
Contact physical dimensions	Conform to xxxxx
Electrical characteristics	Specification
Minimum operating voltage	30 V d.c.
Minimum contact rating	<#> A
Maximum contact resistance	<#> mΩ (Initial) <#> mΩ (Final)
Environmental characteristics	Specification
Water resistance	<#>
Oil resistance	<#>
Operating ambient temperature	<#> °C to <#> °C
Storage temperature	<#> °C to <#> °C
Mechanical shock	Acceptance criteria Test conditions
Vibration	Acceptance criteria Test conditions
Cables	Specification
Connectable cable	<Round cable I,.....>

8.4.3 Engaging specification for connector profiles: open, flat I, flat II

All plugs of connectors having this profile shall conform to the specifications in Figure 101 and Figure 102.

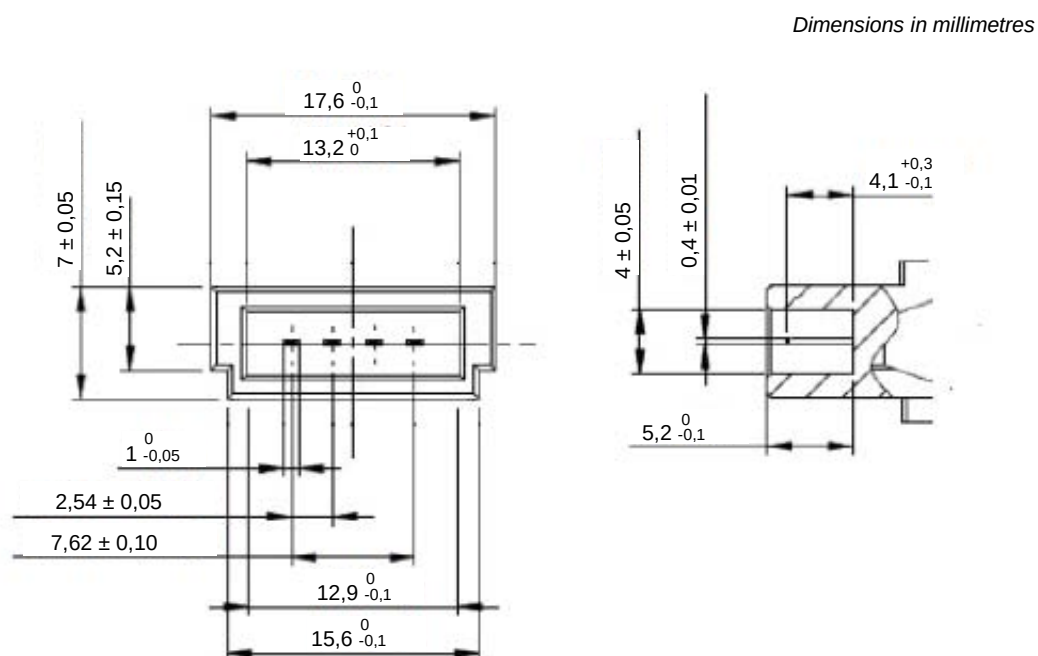


Figure 101 – Engaging dimensions of plug connector

Dimensions in millimetres

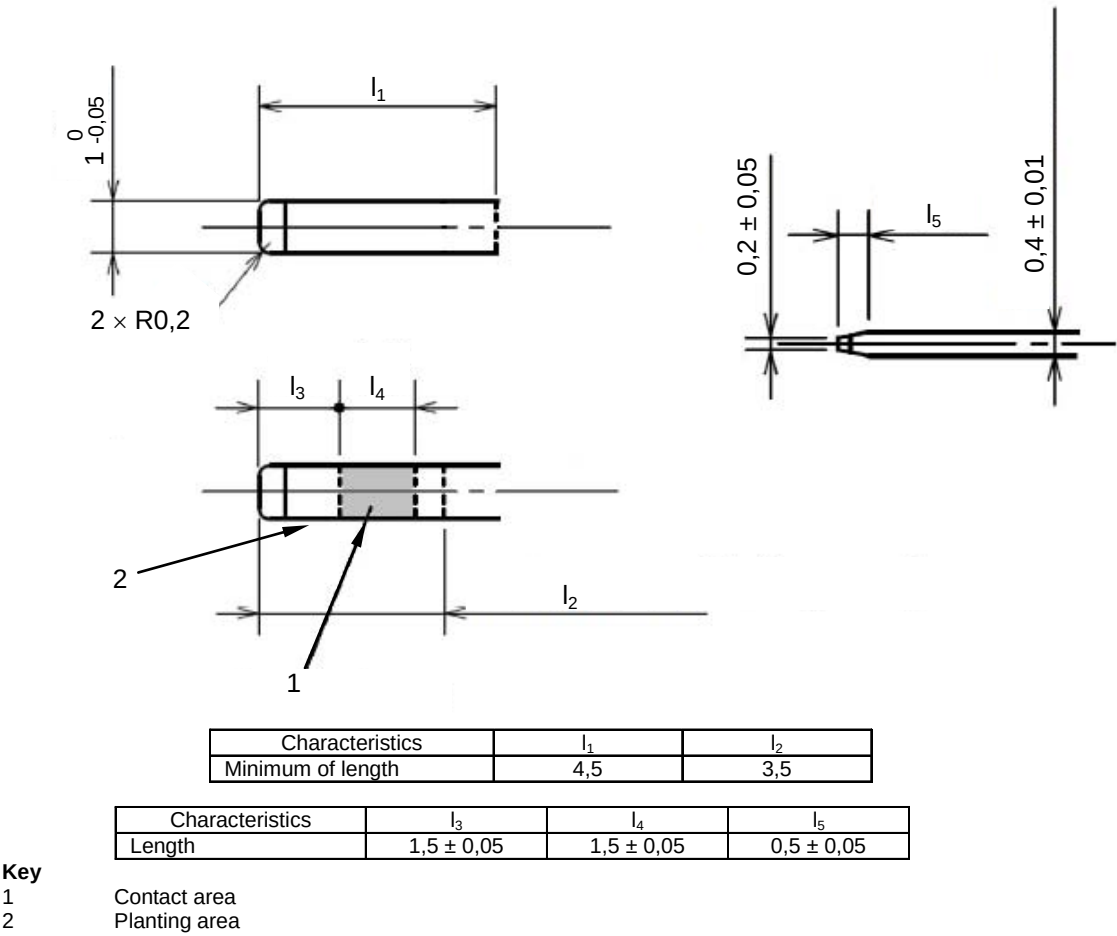


Figure 102 – Contact space for plug connector

All jacks of connectors having this profile shall conform to the specifications in Figure 103. The dimensions of jack contact are not provided. The jack shall be designed to meet that of plug.

Dimensions in millimetres

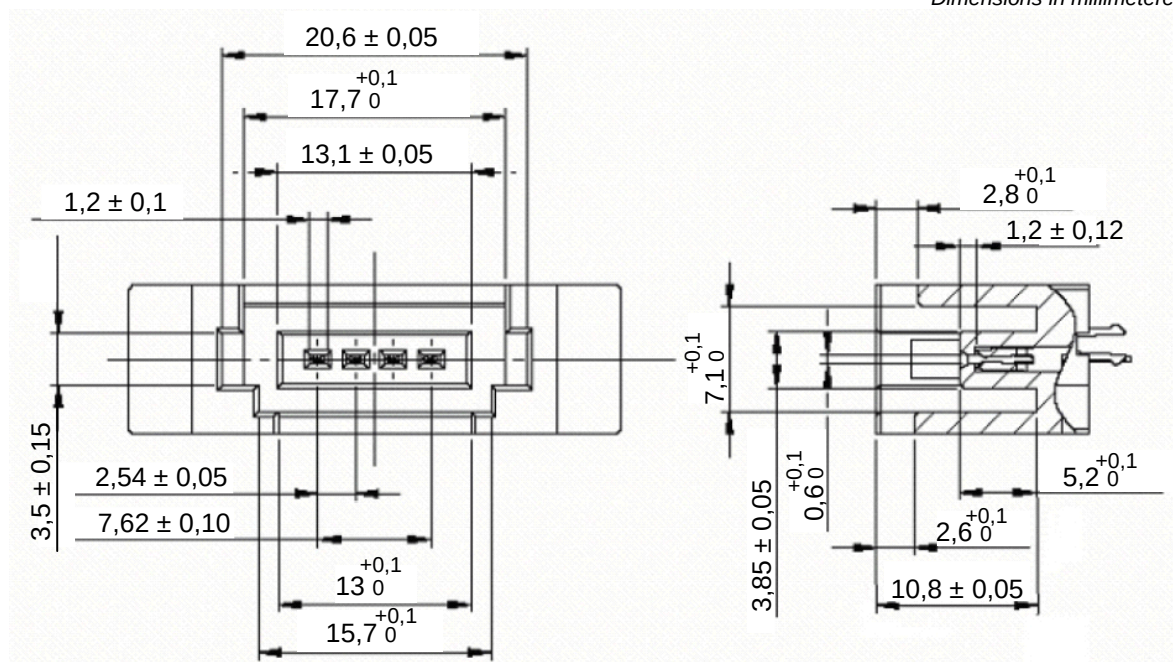


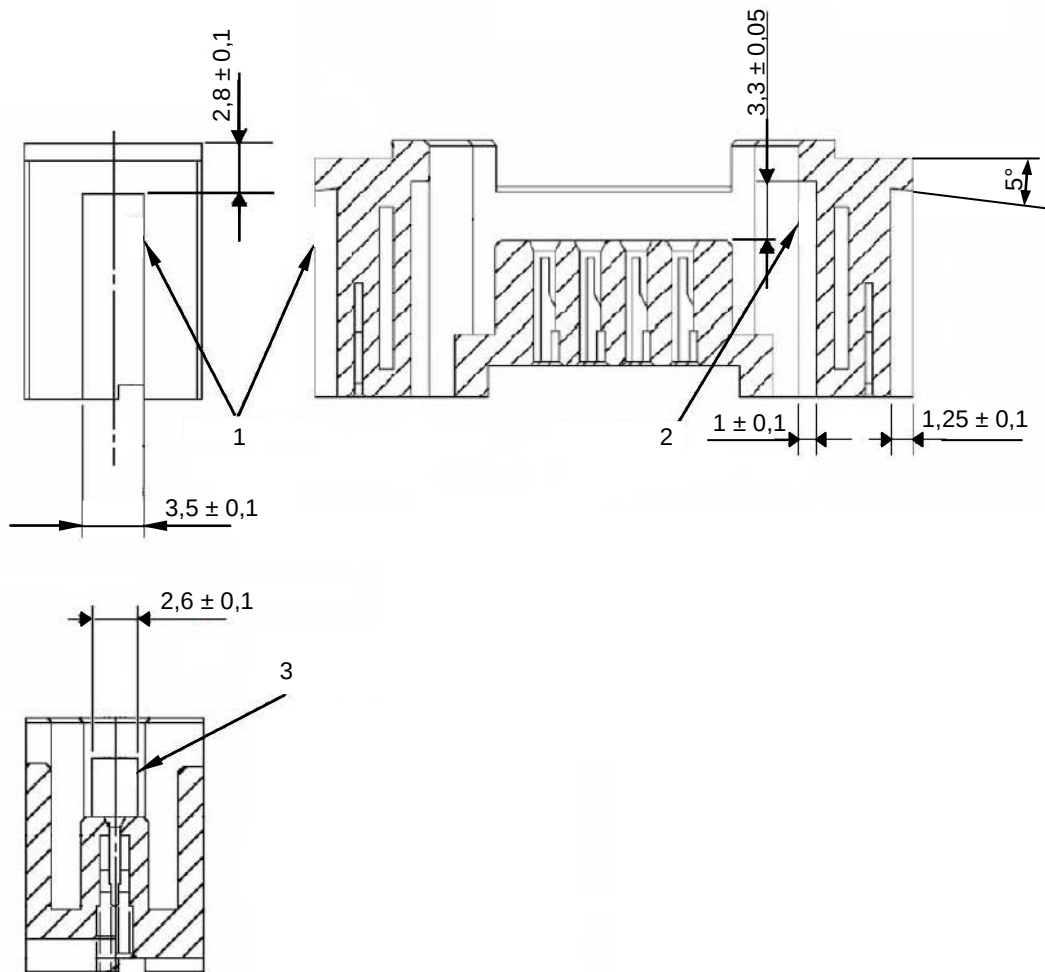
Figure 103 – Engaging dimensions of jack connector

8.4.4 Specifications of hooks for connector profiles: open, flat I, flat II

Hooks are used to lock the connecting parts of jacks and plugs in the mated position. As shown in Figure 104, the jack areas of open connectors, the profile I and profile II shall have internal hooks and notches for external hooks (which are optional). Designs of plug hooks and the jack hooks shall be compatible.

The external hooks are options however experience has shown that Jacks that do not support external hooks are limited in use. It is recommended that vendor catalogues clearly indicate all jacks that do not support external hooks.

Dimensions in millimetres



Key

- 1 External hooks
- 2 Internal hooks
- 3 Internal hooks

Figure 104 – Connector hook

8.4.5 Open connector profile

Table 136 defines the open connector profile. Pinout and geometry are defined in Figure 105 and Figure 106.

Table 136 – Specification of open connector

Plug general characteristics	Specification
Number of pins	4
Coupling nut	N/A
Coupling nut thread	N/A
Rotation	N/A
Standard	Specified by vender
Pinout	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4
Jack general characteristics	Specification
Number of pins	4
Coupling nut	N/A
Coupling nut thread	N/A
Rotation	N/A
Standard	Specified by vender
Pinout	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4
Physical characteristics	Specification
Wiping contact	Nickel under plated over 2,0 µm,
Plating requirements	Gold plated over 0,4 µm
Minimum wiping contact life	100 insertion-extractions
Contact physical dimensions	Conform to 8.4.3
Electrical characteristics	Specification
Minimum operating voltage	30 V d.c.
Minimum contact rating	5 A a, b
Minimum contact resistance ^c	40 mΩ (Initial) 50 mΩ (Final) IEC 60512-1 and see Figure 107
Environmental characteristics	Specification
Water resistance	N/A
Oil resistance	N/A
Operating ambient temperature	-30 °C to +55 °C full power with linear de-rating to 2,5 A at 70 °C. b
Storage temperature	-35 °C to +80 °C
Mechanical shock	<u>Acceptance criteria</u> During the test, no current interruption shall last 1 µs or longer. Contact resistance: 50 mΩ or less, Appearance and shape: No physical damage <u>Test conditions</u> Acceleration: 490 m/s ² , Duration: 11 ms. 3 times in each of the 6 direction in 3 axes (Total: 18 times)

Vibration	<u>Acceptance criteria</u> During the test, no current interruption shall last 1µs or longer. Contact resistance: 50 Ω or less Appearance and shape: No physical damage <u>Test conditions</u> Frequency: 10 Hz to 500 Hz Sweep time: 20 min. Amplitude: 1,52 mm or 98 m/s² 2 h in each of the 3 axes (Total 6 h)
Cables	Specified by vendor
Connectable cable	Round cable I, round cable II, flat cable I
^a Connector mating and un-mating are not supported when the network is powered. ^b See Figure 108 for de-rating current. ^c This includes the resistance of IDC to wires and the resistance of plug to jack contacts. (see Figure 108)	

Dimensions in millimetres

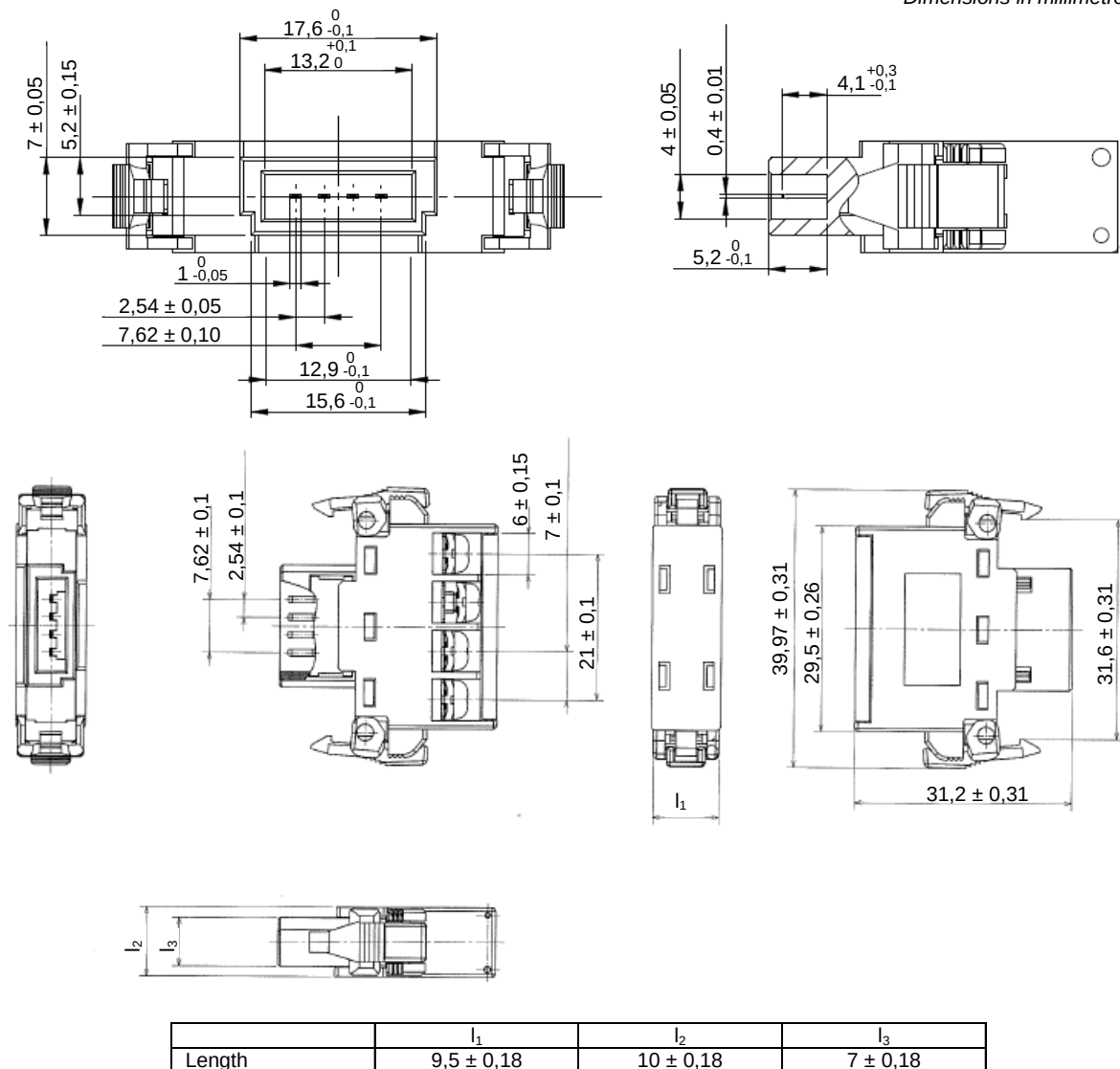


Figure 105 – Open connector plug (informative)

Dimensions in millimetres

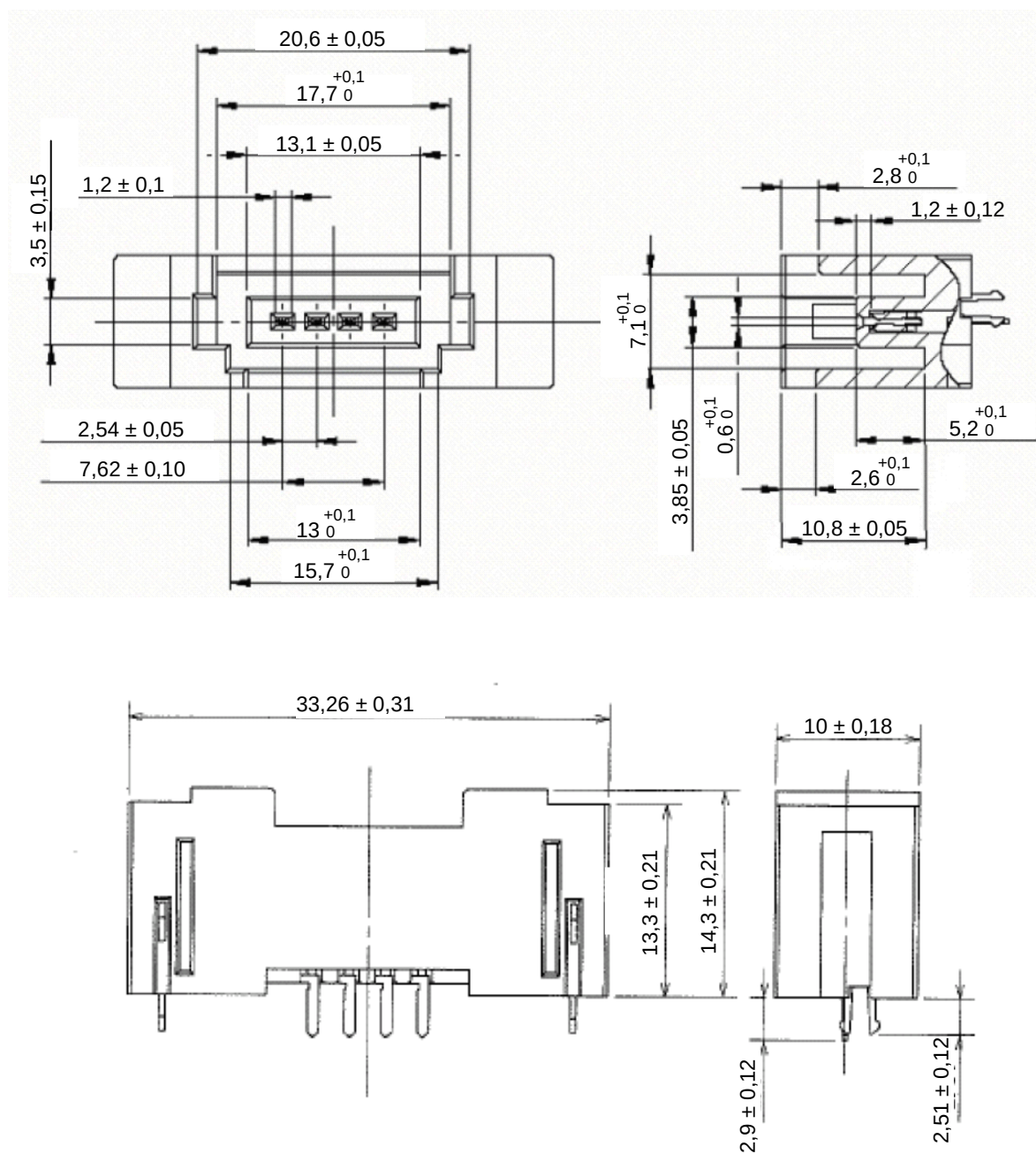


Figure 106 – Open connector jack (informative)

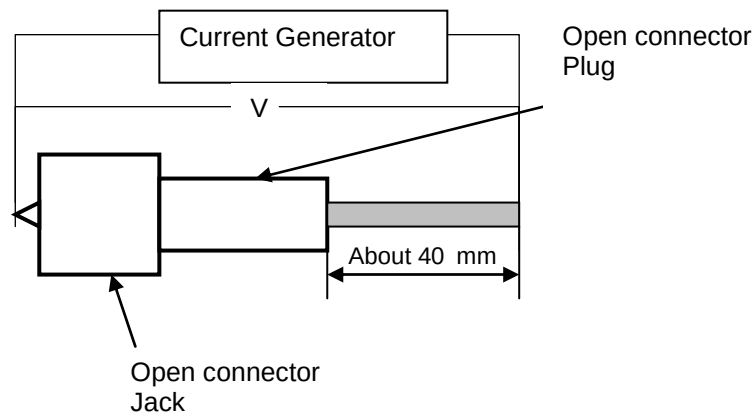


Figure 107 – Method to measure contact resistance (open connectors)

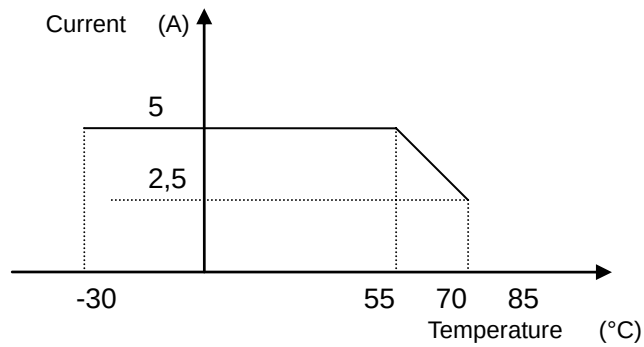


Figure 108 – De-rating current for connectors

8.4.6 Profile of flat connector I

Table 137 defines the flat connector I profile. Pinout and geometry are defined in Figure 109 and Figure 110.

Table 137 – Specification of flat connector I

General characteristics of plugs	Specification
Number of pins	4
Coupling nut	N/A
Coupling nut thread	N/A
Rotation	N/A
Standard	Specified by vendor
Pinout	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4
General characteristics of Jacks	Specification
Number of pins	4
Coupling nut	N/A
Coupling nut thread	N/A
Rotation	N/A
Standard	Specified by vendor
Pinout	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4
Capacitor between BS+ and BS-	0,01 μ F $\pm$ 0,001 μ F or 0,22 μ F $\pm$ 0,022 μ F, 50 V minimum d
Physical characteristics	Specification
Wiping contact	Nickel under plated over 2,0 μ m,
Plating requirements	Gold plated over 0,4 μ m
Minimum wiping contact life	100 insertion-extractions
Contact physical dimensions	Conform to 8.4.3
Electrical characteristics	Specification
Minimum operating voltage	30 V d.c.
Minimum contact rating	5 A ^{a, b}
Maximum contact resistance ^c	40 m Ω (Initial) 50 m Ω (Final) IEC 60512-1 and See Figure 111.
Environmental characteristics	Specification
Water resistance	N/A
Oil resistance	N/A
Operating ambient temperature	-30 °C to +55 °C full power with linear de-rating to 2,5 A at 70 °C. ^b
Storage temperature	-35 °C to +80 °C
Mechanical shock	<u>Acceptance criteria</u> During the test, no current interruption shall occur for 1 μ s or more. Contact resistance: 50 m Ω or less, Appearance and shape: No physical damage <u>Test Conditions</u> Acceleration: 490 m/s ² Duration: 11 ms. 3 times in each of the 6 direction in 3 axes (Total 18 times)
Vibration	<u>Acceptance criteria</u> During the test, no current interruption shall last 1 μ s or longer.

	Contact resistance: 50 mΩ or less Appearance and shape: No physical damage <u>Test Conditions</u> Frequency: 10 Hz to 500 Hz Sweep time: 20 min. Amplitude: 1,52 mm or 98 m/s² 2 hours in each of the 3 axes (Total 6 hours)
Cables	Specification
Connectable cable	Flat cable I
a Connector mating and un-mating are not supported when the network is powered. b See Figure 108 for de-rating current. c This includes the resistance of IDC to wires and the resistance of plug to jack contacts. See Figure 111. d All jacks in a trunk or a branch shall have a 0,01 μF or 0,22 μF capacitor embedded. For a PC board mounted jack, the capacitor can be mounted to the PC board of a master port or a slave port. See 5.7.3, 5.7.4 and Figure 116.	

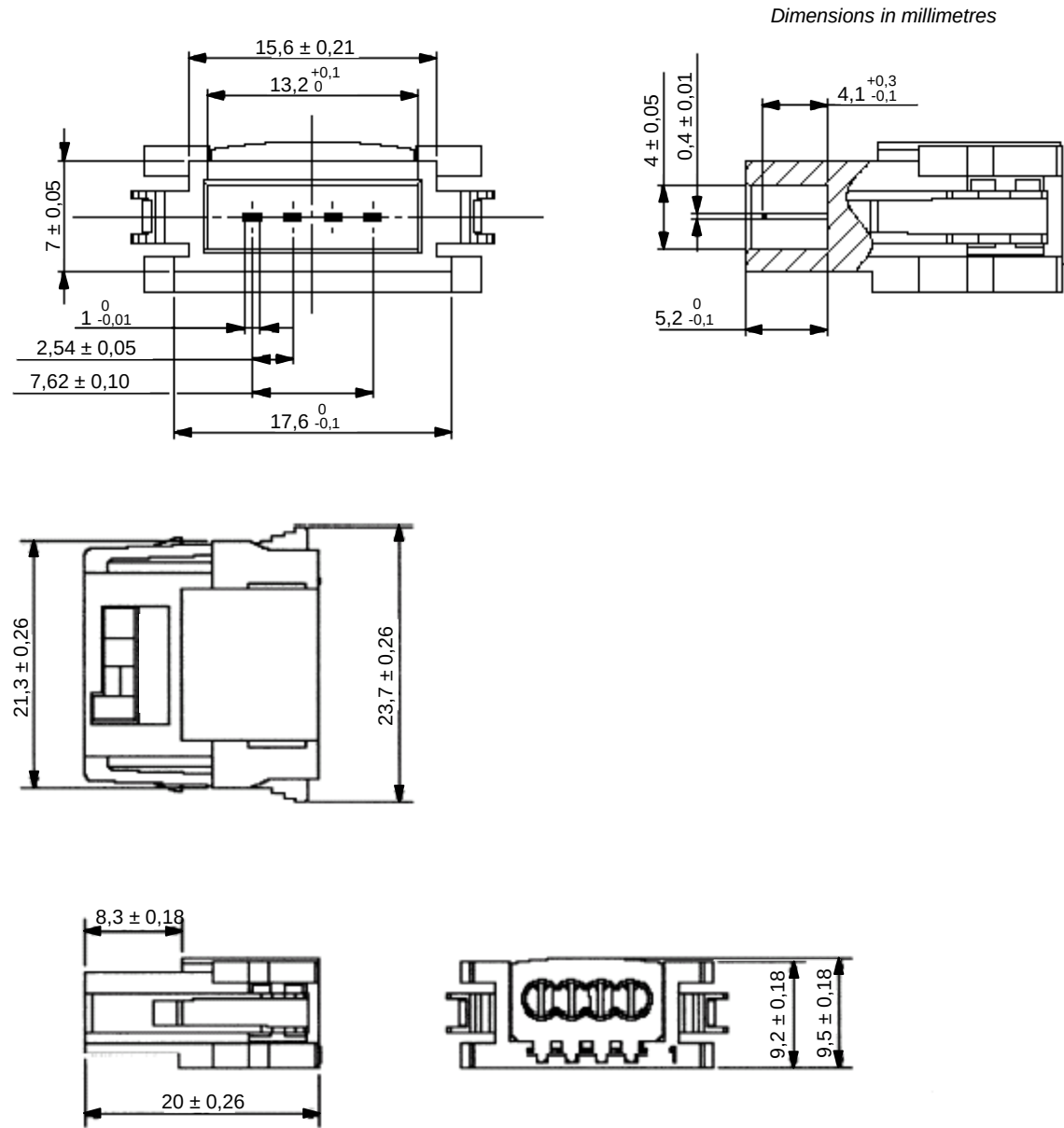


Figure 109 – Flat connector I plug

Dimensions in millimetres

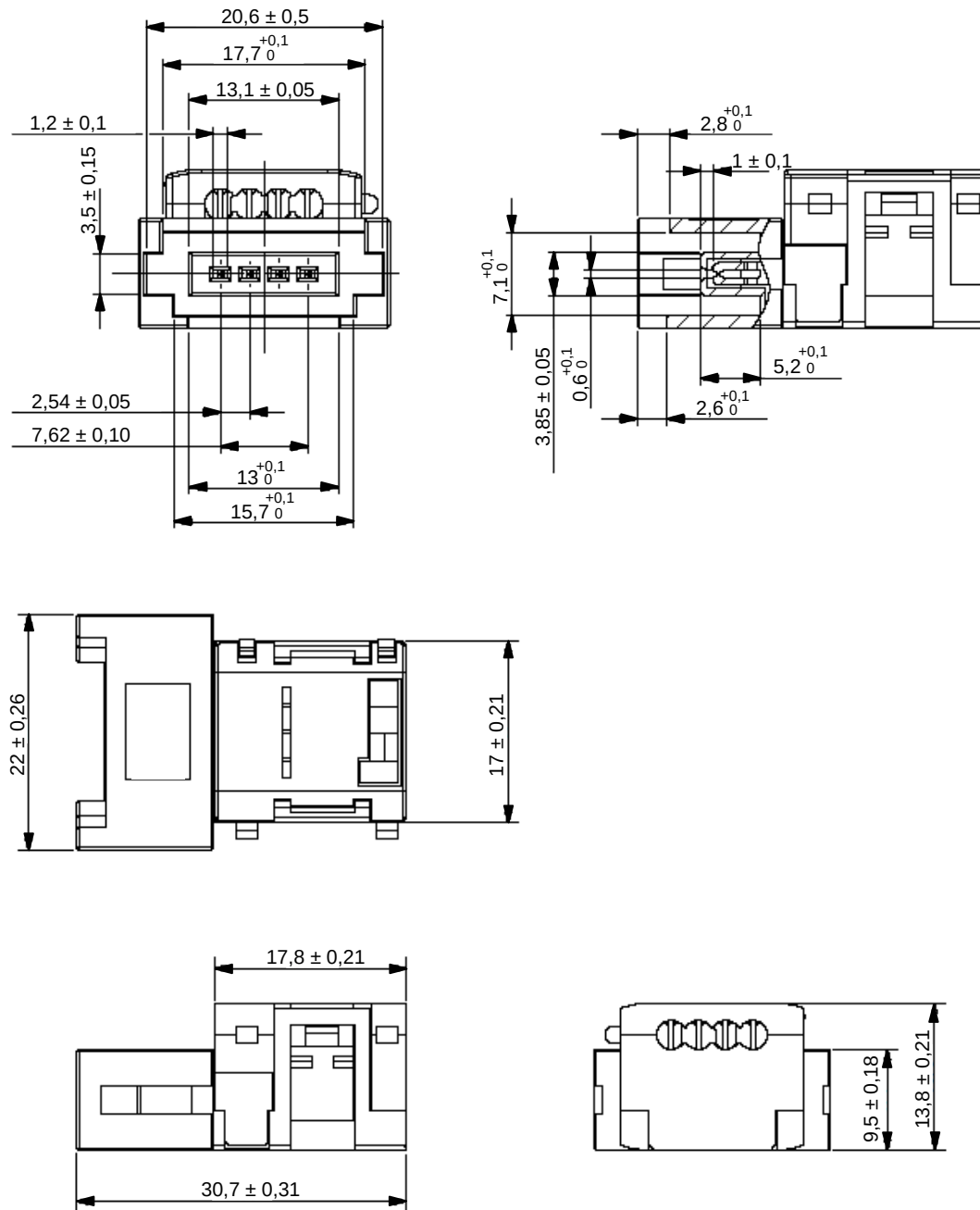


Figure 110 – Flat connector I jack (informative)

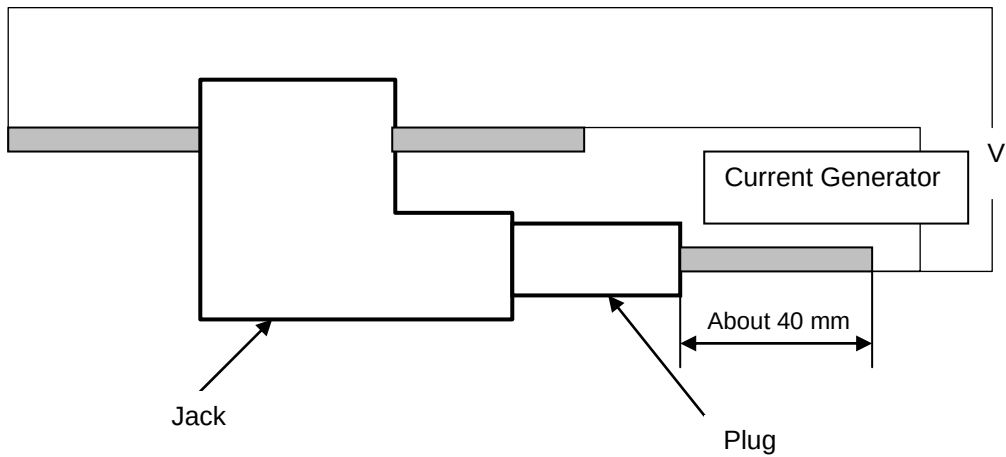


Figure 111 – Method to measure contact resistance (flat I, II connectors)

In the case of a PCB-mounted jack, the contact resistance shall be measured between the PCB pin and the end of 40 mm cable on the plug.

8.4.7 Profile of flat connector II

Table 138 defines the flat connector II profile. Pinout and geometry are defined in Figure 112, Figure 113 and Figure 114.

Table 138 – Specification of flat connector II

General characteristics of Plugs	Specification
Number of pins	4
Coupling nut	N/A
Coupling nut thread	N/A
Rotation	N/A
Standard	
Pinout	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4
General characteristics of jacks	Specification
Number of pins	4
Coupling nut	N/A
Coupling nut thread	N/A
Rotation	N/A
Standard	
Pinout	BS+: Pin1, BDH: Pin2, BDL: Pin3, BS-: Pin4
Capacitor between BS+ and BS-	0,01 μ F $\pm$ 0,001 μ F or 0,22 μ F $\pm$ 0,022 μ F, 50 V d.c. minimum ^d
Physical characteristics	Specification
Wiping contact	Nickel under plated over 1,5 μ m,
Plating requirements	Gold plated over 1,2 μ m
Minimum wiping contact Life	100 insertion-extractions

Electrical characteristics	Specification
Minimum operating voltage	30 V d.c.
Minimum contact rating	5 A ^a , ^b
Maximum contact resistance ^c	40 mΩ (Initial) 50 mΩ (Final) IEC 60512-1 and See Figure 111.
Contact physical dimensions	Conform to 8.4.3.
Environmental characteristics	Specification
Water resistance	IP54 (according to IEC 60529)
Oil resistance	N/A
Operating ambient temperature	-30 °C to +55 °C full power with linear de-rating to 2,5 A at 70 °C ^b
Storage temperature	-35 °C to +80 °C
Mechanical shock	<u>Acceptance criteria</u> During the test, no current interruption shall last 1 µs or longer. Contact resistance: 50 mΩ or less Appearance and shape: No physical damage <u>Test conditions</u> Acceleration: 490 m/s ² Duration: 11 ms. 3 times in each of the 6 direction in 3 axes (Total 18 times)
Vibration	<u>Acceptance criteria</u> During the test, no current interruption shall last 1 µs or longer. Contact resistance: 50 mΩ or less Appearance and shape: No physical damage <u>Test Conditions</u> Frequency: 10 Hz to 500 Hz Sweep time: 20 min. Amplitude: 1,52 mm or 98 m/s ² 2 hours in each of the 3 axes (total 6 h)
Cables	Specification
Connectable cable	Flat cable II
^a Connector mating and un-mating are not supported when the network is powered. ^b See Figure 108 for de-rating current. ^c This includes the resistance of IDC to wires and the resistance of plug to jack contact. See 8.4.3. ^d For a PC board mounted jack, the capacitor can be mounted to the PC board of a master port or a slave port. See 5.7.3, 5.7.4 and Figure 116.	

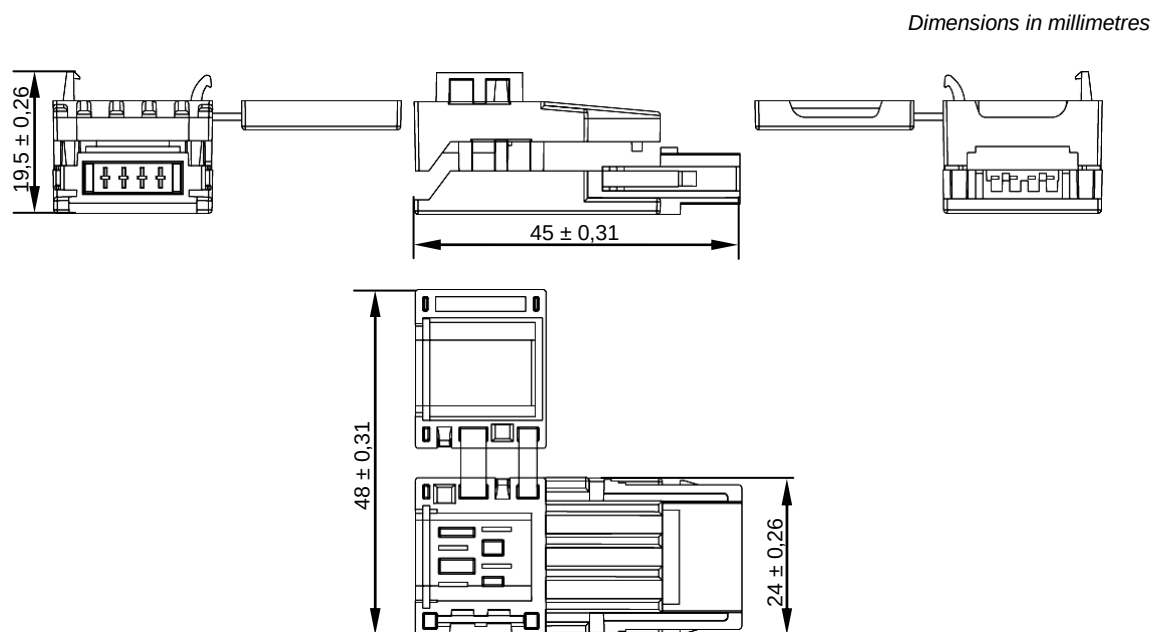


Figure 112 – Flat connector II plug (informative)

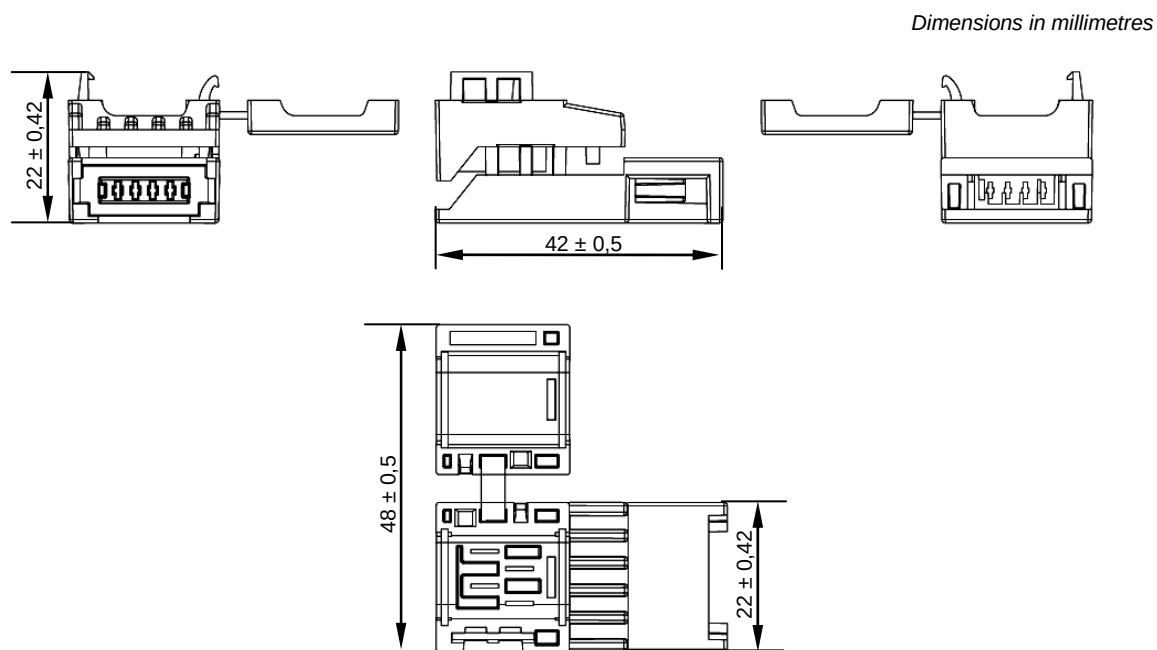


Figure 113 – Flat connector II jack (informative)

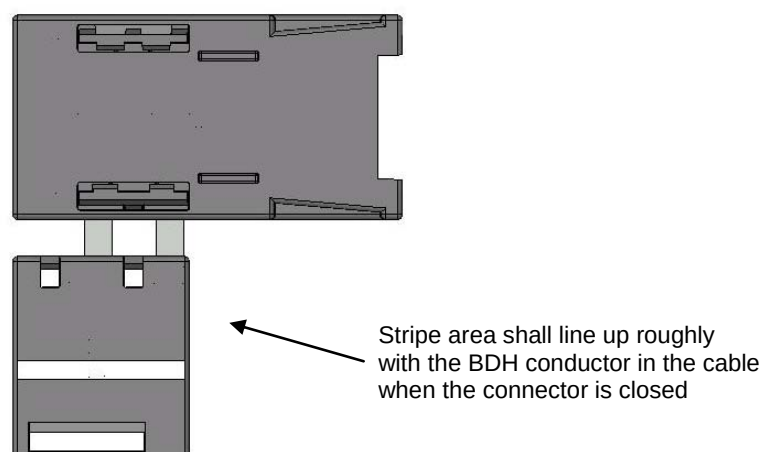


Figure 114 – Marking connector for trunk lines

The connector for trunk line (jack of type flat connector II) shall be marked to match the stripe area defined for flat II cable. See 8.2.6.

8.4.8 Profile of sealed M12 connector

Table 139 defines the sealed M12 connector profile. Pinout and geometry are defined in Figure 115.

Table 139 – Specification of sealed M12 connector

Plug general characteristics	Specification
Number of pins	4
Coupling nut	Male
Coupling nut thread	M12
Rotation	Required
Standard	IEC 61076-2-101
Pinout	BDH: Pin1, BS+: Pin2, BS-: Pin3, BDL-: Pin4
Jack general characteristics	Specification
Number of pins	4
Coupling nut	Female
Coupling nut thread	M12
Rotation	Optional
Standard	IEC 61076-2-101
Pinout	BDH: Pin1, BS+: Pin2, BS-: Pin3, BDL-: Pin4
Physical characteristics	Specification
Wiping contact Plating requirements	30 micro inch gold minimum over 50 micro inch nickel minimum or 5 micro inch gold minimum over 20 micro inch palladium-nickel minimum over 50 micro inch nickel. All gold shall be 24 Karat
Minimum wiping contact life	1 000 insertion-extractions
Electrical characteristics	Specification
Minimum operating voltage	30 V d.c.

Minimum contact rating	3 A, ambient temperature at 20 °C
Maximum contact resistance	1 mΩ (nominal) 5 mΩ over life
Environmental characteristics	Specification
Water resistance	IP67 (according to IEC 60529)
Oil resistance	UL-1277, OIL RES2
Operating ambient temperature	-35 °C to +70 °C
Storage temperature	-35 °C to +80° C
Mechanical shock	IEC 61076-2-101
Vibration	IEC 61076-2-101
Cables	Specification
Connectable cable	Round cable II

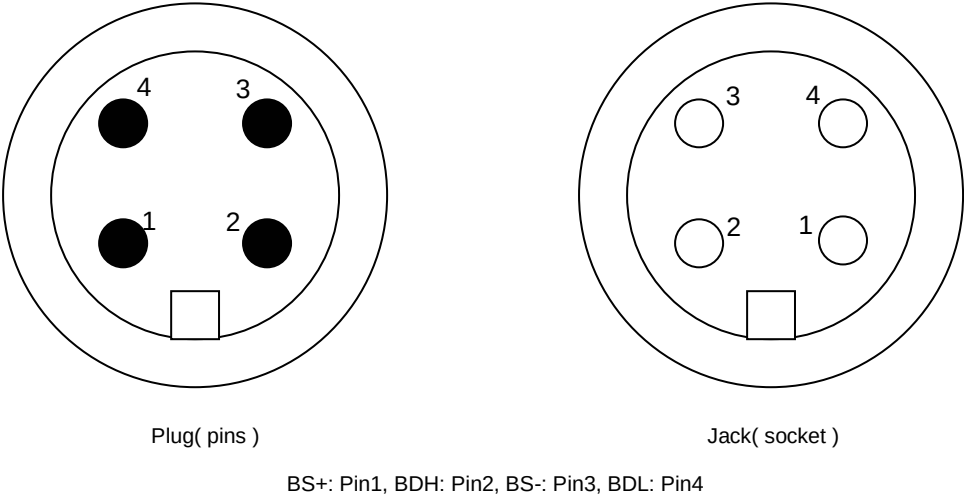


Figure 115 – M12 connector pinout

8.5 Node power supply implementation

8.5.1 General

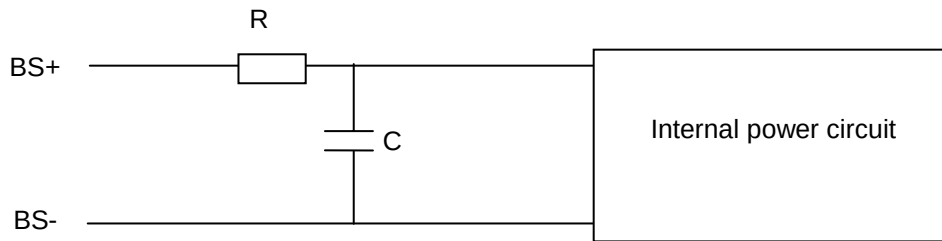
Devices are able to draw power from the network using this implementation.

If BS+ and BS- of the device are connected to network power supply lines, a 0,01 μF capacitor shall be connected as shown in Figure 116.

Devices may be powered from the network. A slave may use a limiting resistor in series with BS+ as shown in Figure 116.

8.5.2 Requirement for node power supply connection

All node designs shall include the circuit of Figure 116.



- R This device is either a fuse or a resistor; in either case it shall not exceed 10 Ω
 C 0,01 $\mu\text{F} \pm 10\%$, temperature change ratio $\pm 15\%$
 (operation temperature from minimum to maximum), voltage resist minimum 50 V d.c.

Figure 116 – Link power circuits

8.5.3 The requirements for nodes powered by network power supplies

CompoNet does not limit current consumption for individual nodes powered by a network power supply. But the following requirements shall be considered.

The total current transfer through a segment shall not exceed the cable capability.

The total current taken by a segment shall not exceed the network power supply's capability.

Operation range for nodes powered by a network power supply: 14 V d.c. to 26,4 V d.c.

Each node shall have at least 2 ms reserve against blackouts or short term power loss which could be caused by temporary short-circuit of d.c. voltage.

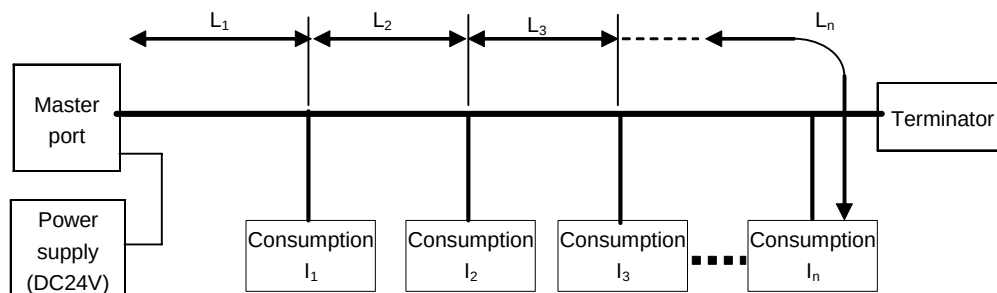


Figure 117 – Power-drop along a cable

The power-drop for node n should be less than (24 V d.c. to 14 V d.c.), see Figure 117:

$$\{(I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n) \times R_1 \times L_1 \times 2 + (I_2 + I_3 + \dots + I_n) R_2 \times L_2 \times 2 + (I_3 + \dots + I_n) \times R_3 \times L_3 \times 2 + \dots + (I_n \times R_n \times L_n \times 2)\} < 10$$

where

R is DCR of the cable;

L is length of the cable;

I is node consumption current.

The design of nodes powered by network power supplies shall include limits to inrush current, mis-wiring protection and 2 ms blackout capability. Figure 118 provides an implementation example.

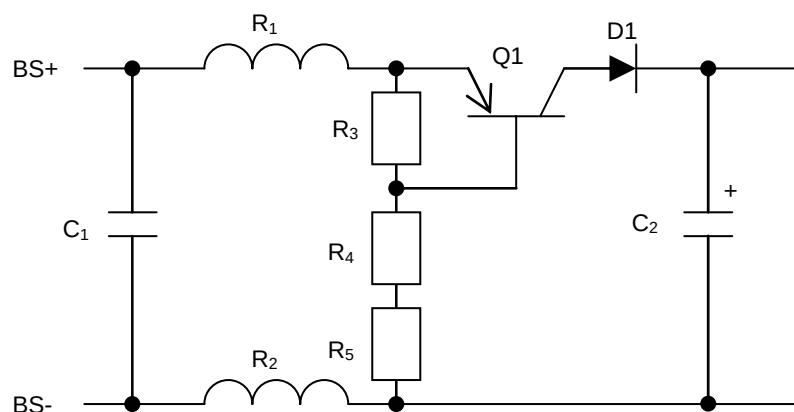


Figure 118 – Power design for a node (informative)

8.6 Miswiring protection

Devices shall be capable of sustaining misconnection without suffering damage if conductors BS+ and BS– are interchanged.

See 9.2.2 for test specifications.

8.7 Electromagnetic compatibility (EMC)

8.7.1 General

All immunity and emission tests are type tests and shall be carried out under representative conditions, both operational and environmental, using the recommended wiring practices and including all equipment necessary for communication and data transfer on the CompoNet cable (see 9.2.8 for test specifications).

8.7.2 Immunity

8.7.2.1 Performance criteria

The test results are specified using the following performance criteria:

- criterion A: no degradation of performance beyond specified limits is allowed when the apparatus is used as intended;
- criterion B: no change of actual operating state or stored data is allowed. During the test, degradation of performance is allowed. No degradation of performance or loss of function beyond specified limits is allowed after the test when the apparatus is used as intended.

8.7.2.2 Electrostatic discharge (ESD) immunity

In accordance with IEC 61000-4-2, 10 discharges of each polarity shall be applied follows:

- a test voltage of ± 8 kV shall be applied by the air gap discharge method to non-metallic device enclosures;
- a test voltage of ± 4 kV shall be applied by the contact discharge method to metallic device enclosures.

Performance criterion B applies.

8.7.2.3 Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity

In accordance with IEC 61000-4-3:

- 10 V/m over the frequency range 80 MHz to 1 000 MHz, amplitude modulated.

Performance criterion A applies.

8.7.2.4 Electrical fast transient/burst immunity

In accordance with IEC 61000-4-4:

- a maximum test voltage of ± 1 kV at 5 kHz shall be applied to cables that contain the CDI communication medium;
- a maximum test voltage of ± 2 kV at 5 kHz shall be applied to all other cables and ports.

Performance criterion B applies.

8.7.2.5 Surge immunity

In accordance with IEC 61000-4-5:

- five surges at a maximum of ± 2 kV shall be applied between a.c. mains line and earth;
- five surges at a maximum of ± 1 kV shall be applied between a.c. mains lines.

Performance criterion B applies.

8.7.2.6 Conducted radio-frequency disturbance immunity

In accordance with IEC 61000-4-6:

- 10 V r.m.s. over the frequency range 150 kHz to 80 MHz, amplitude modulated.

Performance criterion A applies.

8.7.2.7 Voltage dips and interruptions

Conformity of the power supply to the specified limits given in 5.7.11.1 eliminates the need for any further testing.

8.7.3 Emissions

8.7.3.1 Radiated emissions

This test shall be performed in accordance with CISPR 11, group 1, class A.

8.7.3.2 Conducted emissions

This test shall be performed in accordance with CISPR 11, group 1, class A.

9 Tests

9.1 General

This clause specifies type tests for electrical, mechanical, and logical requirements. The tests are divided into three parts:

- electrical testing,
- mechanical testing, and
- logical testing.

NOTE If CompoNet specifications are implemented as an integral part of a product, some logical tests may depend on the behaviour of the product itself. Conformance of a device to this part of the standard does not necessarily mean conformance to system requirements or other standards for applications which include CompoNet. Testing specific applications of CompoNet functions is outside the scope of this part of the standard.

The tests applicable to a specific EUT shall be performed in the sequence indicated.

9.2 Electrical testing

9.2.1 Slave port operation voltage test

9.2.1.1 Test purpose

The following tests are to verify correct slave port operation at the specified range of supply voltage. The test is only applicable to devices fitted with an MS indicator.

9.2.1.2 Test circuit

The test circuit shall be as shown in Figure 119.

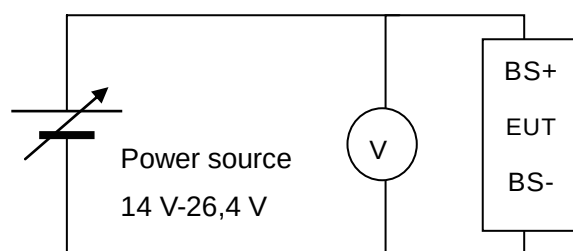


Figure 119 – Operating voltage test circuit

9.2.1.3 Test procedure

The Power of 14,0 V shall be supplied to EUT, and proper LED indication shall be confirmed. Then power of 26,4 V shall be supplied to it, and proper LED indication shall be confirmed.

9.2.1.4 Criteria for compliance

The MS LED indicator shall light solid green.

9.2.2 Reverse connected power supply line

9.2.2.1 Test purpose

The purpose of this test is to verify compliance with the requirements for protection of power supply reverse connection at a slave port.

9.2.2.2 Test circuit

The test circuit shall be as shown in Figure 120.

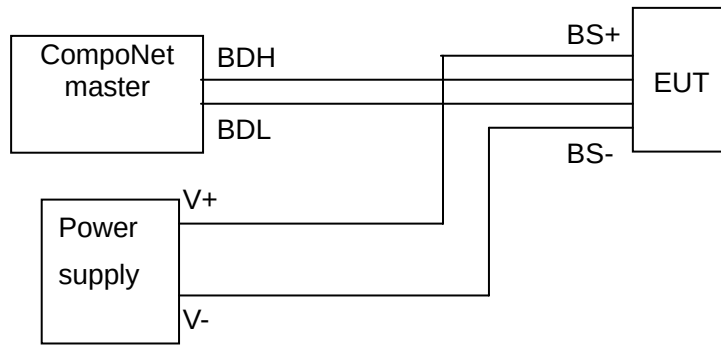


Figure 120 – Reverse connected power supply line

9.2.2.3 Test procedure

The BS+ terminal of EUT shall be connected to the V- of power supply, and the BS- terminal of EUT shall be connected to the V+ of power supply for 60 s, then returned to its normal state.

9.2.2.4 Criteria for compliance

When the wiring has been returned to its normal state, proper communication between the device and the master shall be verified.

9.2.3 Momentary power interruption

9.2.3.1 Test purpose

The purpose of this test is to verify compliance with the requirements for momentary power interruption.

9.2.3.2 Test circuit

The test circuit shall be as shown in Figure 120.

9.2.3.3 Test procedure

During normal communication between the master and the EUT, the power shall be switched off for 2 ms.

9.2.3.4 Criteria for compliance

Momentary power interruption shall not cause any communication error.

9.2.4 Isolation

9.2.4.1 Test purpose

The purpose of this test is to verify compliance with the requirements node isolation.

9.2.4.2 Test circuit

The test circuit shall be as shown in Figure 121.

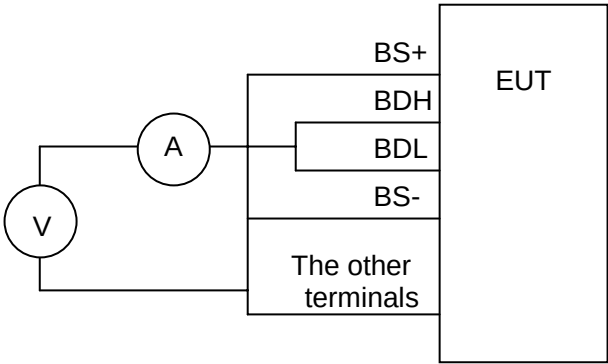


Figure 121 – Isolation

9.2.4.3 Test procedure

The terminals BDH and the BDL shall be shunted. Power of 500 V a.c. (50 Hz or 60 Hz) shall be applied for 1 min between them and other terminals to check leakage of current.

9.2.4.4 Criteria for compliance

The leakage current shall be 5 mA or less.

9.2.5 Input impedance

9.2.5.1 Test purpose

The purpose of this test is to verify compliance with the physical layer input impedance specification.

9.2.5.2 Test circuit

The test circuit shall be as shown in Figure 122.

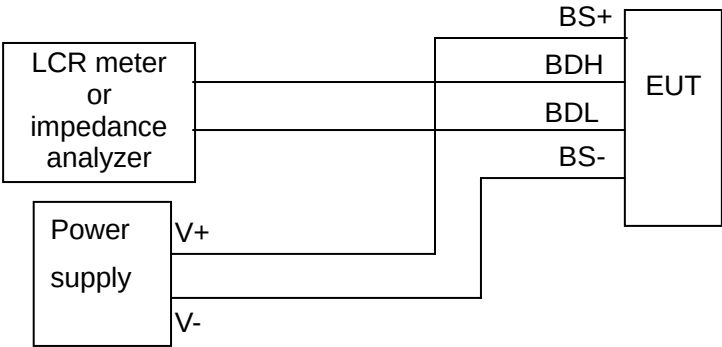


Figure 122 – Input impedance

9.2.5.3 Test procedure

The EUT shall be switched on, and the impedance shall be measured at frequencies of 750 kHz and 4 MHz.

9.2.5.4 Criteria for compliance

The input impedance value at each physical layer port shall be within the standard value defined in the Table 140 for master, and Table 141 for slave.

Table 140 – Input impedance for master

Frequency	Impedance
750 kHz	140 Ω to 164 Ω
4 MHz	116 Ω to 135 Ω

Table 141 – Input impedance for slave

Frequency	Impedance
750 kHz	847 Ω to 985 Ω
4 MHz	476 Ω to 555 Ω

9.2.6 Output waveform

9.2.6.1 Test purpose

The purpose of this test is to verify compliance with the transmitting waveform specification at a node.

9.2.6.2 Test circuit

The test circuit shall be as shown in Figure 64 for master port.

The test circuit shall be as shown in Figure 123 for slave port.

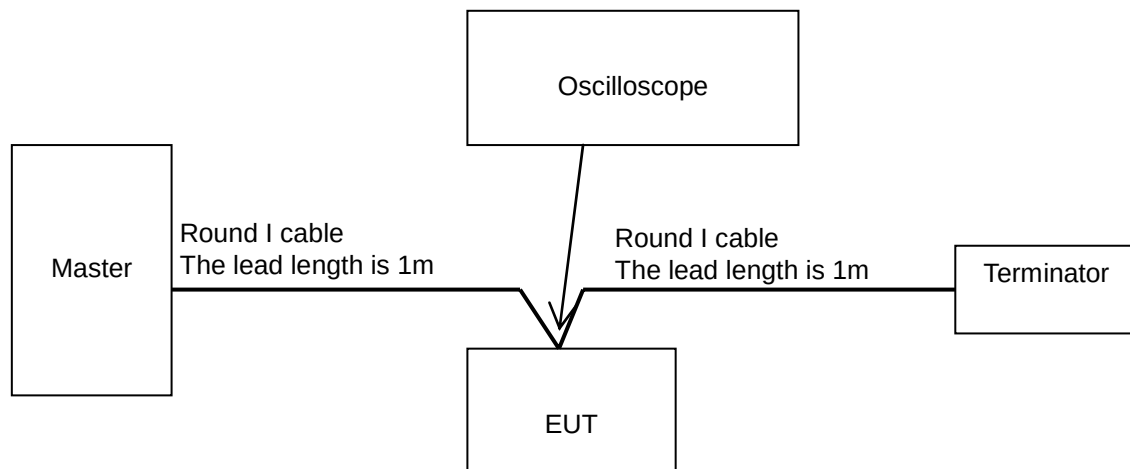


Figure 123 – Output slave test circuit for slave port

9.2.6.3 Test procedure

The waveform between the BDH and the BDL of the EUT shall be recorded in an oscilloscope. The test shall be conducted at two data rates: 4 Mbit/s and 92,75 kbit/s.

9.2.6.4 Criteria for compliance

The measured waveforms shall conform to the requirements shown in 5.7.3.4.1 for master port, and 5.7.4.4.1 for slave port.

9.2.7 Minimum input waveform

9.2.7.1 Test purpose

The purpose of this test is to verify compliance with the receiving signal specification for a master port and a slave port.

9.2.7.2 Test circuit

The test circuit shall be as shown in Figure 124 for master ports and slave ports.

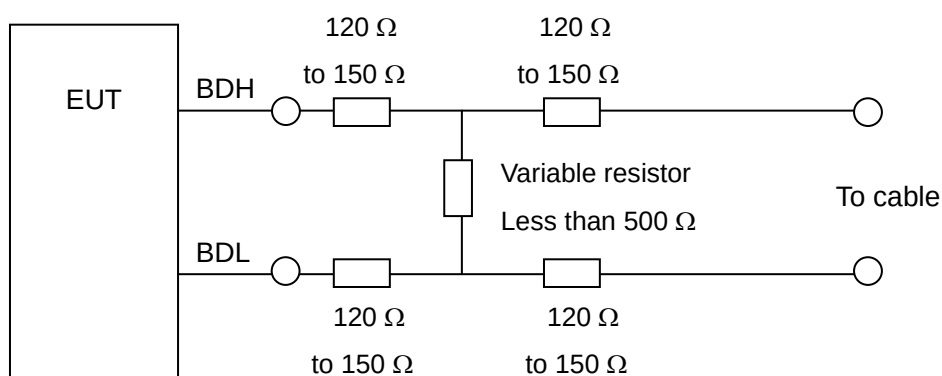


Figure 124 – Minimum input waveform test circuit

9.2.7.3 Test procedure

The data rate shall be 4 Mbit/s. The variable resistor shall be adjusted so that the transmission signals entered in the EUT conform to those on Figure 125.

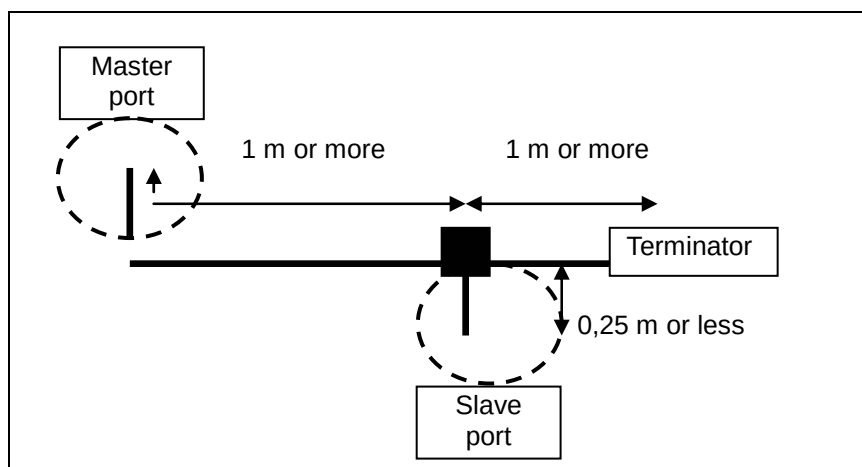


Figure 125 – Minimum input waveform test system

9.2.7.4 Criteria for compliance

Normal communication shall be maintained for all waveforms within the specified masks.

9.2.8 Electromagnetic compatibility testing

9.2.8.1 General

The system shall be tested whilst operating at the maximum bit rate supported by the EUT. Unless otherwise noted, the tests shall be carried out at an ambient temperature of $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. The EUT shall be mounted in free air and shall be connected to the CompoNet CDI according to the manufacturer's instructions and supplied with its rated voltage.

Criteria for compliance shall be as specified in the listed specifications.

9.2.8.2 Immunity

9.2.8.2.1 Electrostatic discharge (ESD) immunity

This test shall be performed in accordance with 8.7.2.2.

9.2.8.2.2 Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity

This test shall be performed in accordance with 8.7.2.3.

9.2.8.2.3 Electrical fast transient/burst immunity

This test shall be performed in accordance with 8.7.2.4.

9.2.8.2.4 Surge immunity

This test shall be performed in accordance with 8.7.2.5.

9.2.8.2.5 Conducted radio-frequency disturbance immunity

This test shall be performed in accordance with 8.7.2.6

9.2.8.3 Emissions

9.2.8.3.1 Radiated emissions

This test shall be performed in accordance with 8.7.3.1.

9.2.8.3.2 Conducted emissions

This test shall be performed in accordance with 8.7.3.2.

9.3 Mechanical test

None required in this subclause.

9.4 Logical test

9.4.1 General

The logical tests shall only be performed on nodes that support the particular functionality being tested.

9.4.2 Test of slaves and repeaters

9.4.2.1 General

This subclause contains protocol test items, methods and criteria for the following target nodes: Word IN slaves, Word OUT slaves, Bit IN slaves, Bit OUT slaves and repeaters. A MIX slave is referred to as an IN slave for the test purpose. The target node is also called a Device Under Test or a DUT.

9.4.2.2 System configuration

The test equipments shall include:

- a CompoNet master which allows manual transmission of frames and recording of responses, and
- a 24 V d.c. power supply.

The target node address shall be set to 31.

NOTE This address selection aims to check for correctness of the time domain – the node responds with CN frame in 4th bus cycle if it is targeted with setting of 8 CN frames per bus cycle, 2nd bus cycle if 16 CN frames, and at last CN frame position of every bus cycle if 32 CN frames.

The test configuration is as shown in Figure 126.

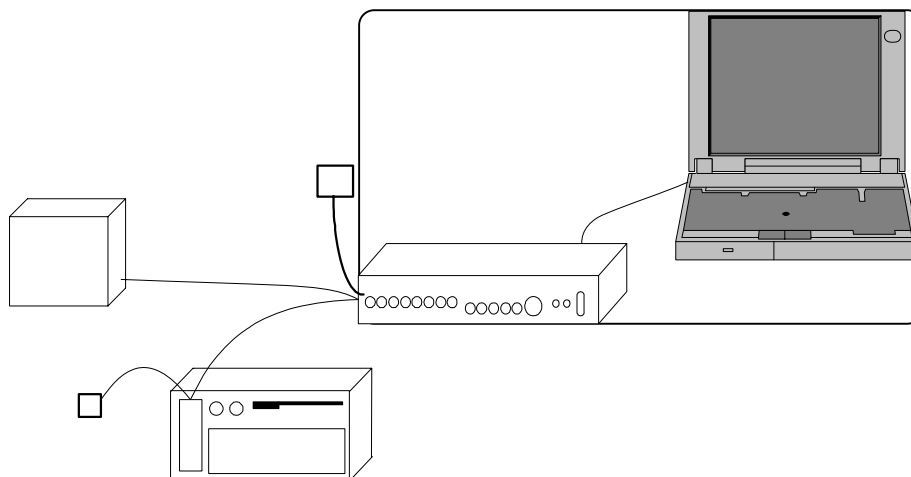


Figure 126 – Data link test for slave and repeater DUT

Unless otherwise provided, this test shall be performed at a data rate of 4 Mbit/s.

9.4.2.3 Test of frame types

9.4.2.3.1 BEACON

9.4.2.3.1.1 Test purpose

This test verifies correct transmission speed detection at 4 Mbit/s, 3 Mbit/s, 1,5 Mbit/s and 93,75 kbit/s.

9.4.2.3.1.2 Test procedure

The master shall be configured to search for a DUT, and check it is in the normal operation state. The test shall be conducted in the following sequence:

- search for a non-participated DUT;
- send STRNP;
- send STWNP_Run;
- send ALLOCATE;
- send poll; and
- check the response in each case.

This set of tests shall be executed at transmission speeds of 4 Mbit/s, 3 Mbit/s, 1,5 Mbit/s and 93,75 kbit/s.

9.4.2.3.1.3 Criteria for compliance

The DUT shall communicate with the master without error, and the correct response shall be received.

**Power
Supply**

9.4.2.3.2 B_EVENT

9.4.2.3.2.1 Test purpose

This test verifies correct responses of STR and STW.

9.4.2.3.2.2 Test procedure

The following items shall be conducted and the response shall be recorded.

- a) STRNP shall be sent to the DUT when it is in the “offline state”.
- b) STWNP shall be sent to the DUT when it is in the “offline state”.
- c) STRP shall be sent to the DUT when it is in the “online state”.
- d) STWP shall be sent to the DUT when it is in the “online state”.
- e) STRNP shall be sent to the DUT when it is in the “online state”.
- f) STWNP shall be sent to the DUT when it is in the “online state”.
- g) STRP shall be sent to the DUT when it is in the “offline state”.
- h) STWP shall be sent to the DUT when it is in the “offline state”.
- i) STWP_Reset shall be sent to the DUT when it is in the “online state”.
- j) STWNP_Reset shall be sent to the DUT when it is in the “offline state”.

9.4.2.3.2.3 Criteria for compliance

The test items performed by 9.4.2.3.2.2 shall meet the following criteria respectively.

- a) The STRNP response data shall be correct in VendorCode, DeviceType, InIoModeStatus, OutIoModeStatus, ProductCode and MajorRevision. If the DUT is a repeater, RepeaterMode shall be 1. If not, it shall be 0.
- b) STWNP shall be acknowledged.
- c) STRP shall be acknowledged.
- d) STWP shall be acknowledged.
- e) STRNP shall not be acknowledged.
- f) STWNP shall not be acknowledged.
- g) STRP shall not be acknowledged.
- h) STWP shall not be acknowledged.
- i) DUT shall be reset.
- j) DUT shall be reset.

9.4.2.3.3 A_EVENT

This test is included in other tests. No individual test is required here.

9.4.2.3.4 CN

9.4.2.3.4.1 Test purpose

This test verifies the DUT duplicate check function.

9.4.2.3.4.2 Test procedure

The master shall be search for a non-participating DUT without issuing any STR.

9.4.2.3.4.3 Criteria for compliance

The DUT shall make the transition to Communication Fault state.

9.4.2.3.5 IN

9.4.2.3.5.1 Test purpose

This test shall be executed for a DUT that includes the IN function, i.e. for Word IN/MIX devices and Bit IN/MIX devices. It verifies the timing of IN frames.

9.4.2.3.5.2 Test procedure

The master shall be configured to test the DUT in its normal operation state. The time between start of transmission of an IN frame and completion of the previous OUT or TRG frame shall be recorded.

9.4.2.3.5.3 Criteria for compliance

The recorded time shall be within 0,1% of “InTimeDomain” in STW.

9.4.2.4 Duplicate MAC ID detection

9.4.2.4.1 Test purpose

The test verifies the duplicate check function of a DUT.

9.4.2.4.2 Test procedure

The master shall be configured to issue STWNP with parameter “Serial Number = 0xFFFFFFFF”. The test shall be conducted in the following sequence:

- a) search for a non-participated DUT;
- b) send STRNP;
- c) send STWNP_Run with parameter “Serial Number = 0xFFFFFFFF”; and
- d) check the DUT.

9.4.2.4.3 Criteria for compliance

The DUT shall be in Communication Fault state.

9.4.3 Test of master

9.4.3.1 Test of minimum traffic

9.4.3.1.1 Purpose

This test verifies that a master DUT is able to send out BEACON frames and OUT or TRG frames to initialize communication with connected slaves and repeaters.

9.4.3.1.2 Test configuration

The test equipment shall include:

- a frame analyzer to catch frames on the wire, and
- a 24 V d.c. power supply.

Figure 127 shows the test configuration to check the minimum traffic of a master DUT.

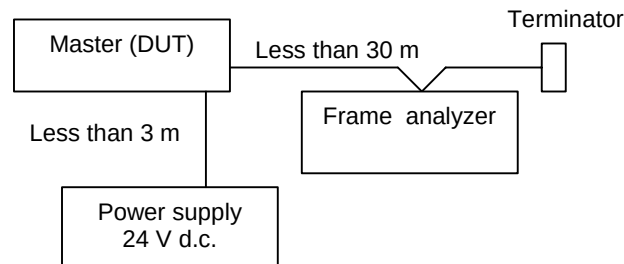


Figure 127 – Test configuration for minimum traffic of master DUT

9.4.3.1.3 Test procedure

The test shall be conducted in the following sequence:

- configure the network as shown in Figure 127;
- run any analyzer software needed to set up;
- start to capture network traffic;
- power the master;
- let the DUT start communication;
- stop the capture process after approximately 10 s of network traffic has been captured, following the DUT start of sending frames, or the analyzer buffer becoming full; and
- check the captured frames against the criteria.

9.4.3.1.4 Criteria for compliance

The test performed by 9.4.3.1.3 shall meet the following criteria respectively:

- at least one frame shall be sent every 30 ms.
- at least one BEACON shall be sent every 250ms.
- the “Speed Code” in BEACON shall match the data rate, the “Gate Counter” shall be 0, and the “Last Repeater Node Address” shall be 0.
- there are OUT and TRG frames to request CN frames for non-participated nodes.
- the OUT and TRG frames shall be sent at least once per 650 ms when the transmission speed is 93,75 kbit/s, and at least once per 200 ms for other speeds.

9.4.3.2 Test of proxy

9.4.3.2.1 Purpose

This test verifies the proxy function of a master DUT.

9.4.3.2.2 Test configuration

The test equipments shall include:

- a special device shown as “Special slave 1” in Figure 128 with the ability to send explicit messages to other slaves,
- a standard slave, and
- a 24 V d.c, power supply.

Figure 128 shows the test configuration to see minimum traffic of a master DUT.

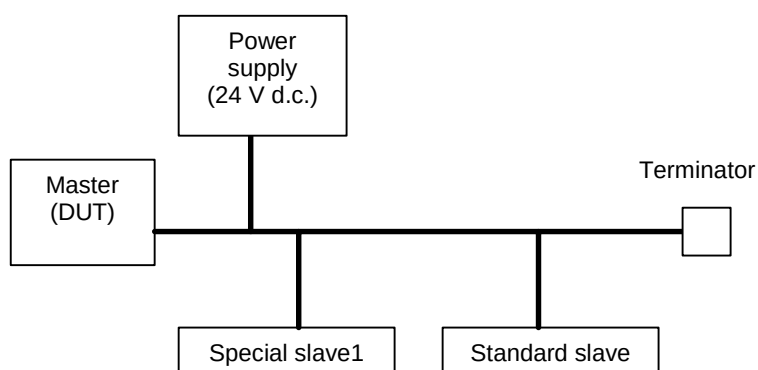


Figure 128 – Test configuration for proxy of master DUT

9.4.3.2.3 Test procedure

The test shall be conducted in the following sequence:

- a) configuring network per Figure 128;
- b) creating I/O connections between DUT and slaves.
- c) letting special slave 1 issue an explicit request addressed to the standard slave;
- d) checking response received by special slave 1.

9.4.3.2.4 Criterial for compliance

The special slave 1 shall receive an explicit message response from the standard slave.

Annex A (normative)

CompoNet common services

CompoNet shall use CIP common services (see IEC 61158-5-2, 6.2.1.3 and IEC 61158-6-2, 4.1.8).

No additional common services exist in CompoNet at this time.

Annex B (normative)

CompoNet error codes

B.1 General

CompoNet shall use error codes defined in CIP (see IEC 61158-5-2, 6.2.1.3.3 and IEC 61158-6-2, 4.1.11) and error codes defined in the following section.

B.2 Additional error codes

The additional error codes are defined in Table B.1.

Table B.1 – Newly defined CompoNet error codes

Error code (hex)	Error name	Description of error
23	Buffer Overflow	The message received is larger than the receiving buffer can handle. The entire message was discarded.
24	Message Format Error	The format of the received message is not supported by the server.

Annex C (normative)

Connection path attribute definition

CompoNet shall use CIP connection path definitions (see IEC 61158-6-2, 4.1.9).

No additional connection path attribute definitions exist in CompoNet at this time.

Annex D (normative)

Data type specification and encoding

D.1 General

CompoNet shall use the CIP definition of data type specification and encoding which is specified in IEC 61158-5-2, Clause 5 and IEC 61158-6-2, 4.2 and Clause 5.

Additions are presented in the following.

D.2 CompoNet CRC Algorithms

D.2.1 CompoNet CRC Algorithms

The C++ routines below generate CRC16 and CRC8 via the polynomial driven method.

EXAMPLE

```
CRCH crc;

unsigned short CRC_CCITT= ~crc.crc_ccitt(data,bitsize);

unsigned char CRC8= ~crc.crc_8(data,bitsize);
```

A CRC generation class definition:

```
class CRCH
{
private:

    // CRC-CCITT(CRC-ANSI)
    //   Left shift (LSB -> MSB)
    unsigned short crc_ccitt_word(unsigned short crc, unsigned char dat, int bit_len)
    {
        int j, flg;

        if(bit_len <= 0) {
            return crc;
        } else if(bit_len > 8) {
            bit_len = 8;
        }

        // 8bit repeating
        for (j = 0; j < bit_len; ++j) {
            // check, then left-shift
```

```

    flg = ((crc >> 15) ^ (dat & 1)); // CRC's MSB XORs dat's LSB.

    crc <<= 1;           // 1bit shift

    dat >>= 1;

    if(flг) { // Need a logic operation?
        crc ^= 0x1021;    // CRC-CCITT
    }
}

return crc;
}

```

```

// CRC-8

// Left shift (LSB -> MSB)

unsigned char crc_8_byte(unsigned char crc, unsigned char dat, int bit_len)
{
    int j, flg;

    if(bit_len <= 0) {
        return crc;
    } else if(bit_len > 8) {
        bit_len = 8;
    }

    // 8bit repeating operation
    for (j = 0; j < bit_len; ++j) {
        // Check MSB, then left shift;

        flg = (((crc>>7) ^ dat) & 0x1); // CRC's MSB XORs dat's LSB

        crc <<= 1;           // 1bit shift

        dat >>= 1;

        if(flг) { // Need a logic operation?
            crc ^= 0x9b;    // CRC-8
        }
    }

    return crc;
}

```

public:

```

// CRC-CCITT(CRC-ANSI)

```

```

// Left shift (LSB -> MSB)
unsigned short crc_ccitt(unsigned char *data, int bit_len)
{
    int i, len;

    unsigned short crc;

    // Initial value
    crc = 0xffff;

    len = bit_len >> 3;

    for(i = 0; i < len; ++i) {        // Get a octet
        crc = crc_ccitt_word(crc, *(data+i), 8);
    }

    crc = crc_ccitt_word(crc, *(data+i), bit_len & 0x0007);

    return crc;
}

// CRC-8
// Left shift (LSB -> MSB)
unsigned char crc_8(unsigned char *data, int bit_len)
{
    int i, len;

    unsigned char  crc;

    // Initial value
    crc = 0xff;

    len = bit_len >> 3;

    for(i = 0; i < len; ++i) {
        // Get 1 octet
        crc = crc_8_byte(crc, *(data+i), 8);
    }

    crc = crc_8_byte(crc, *(data+i), bit_len & 0x0007);

    return crc;
}
};

```

D.2.2 An example to Generate CompoNet CRC

An example of CRC generation for OUT frames is shown in Figure D.1

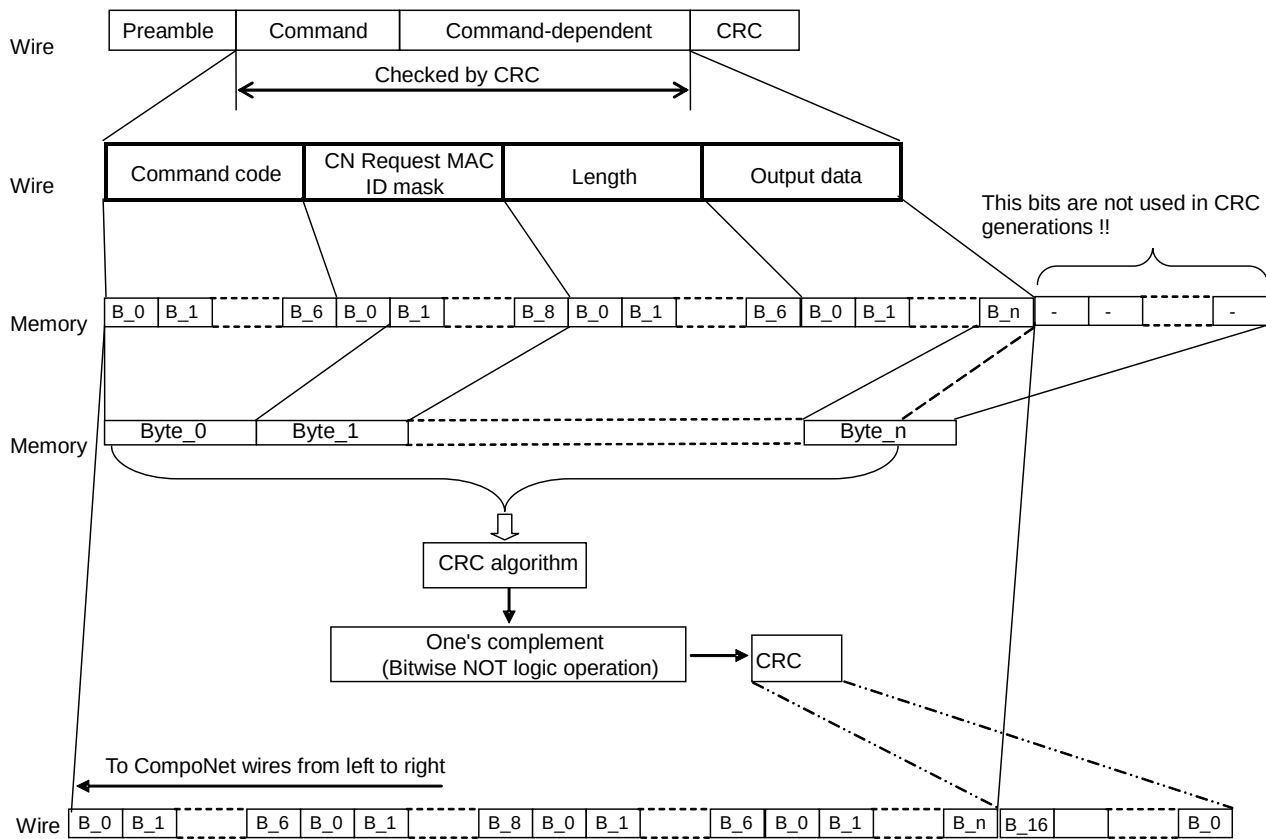


Figure D.1 – An example to generate CRC

Annex E (normative)

Communication objects library

CompoNet link object and repeater object are fully defined in 5.3.5 and 5.3.6 respectively.

Other object class codes and their names are specified in IEC 61158-6-2, 4.1.10.2.1.

Annex F (normative)

Value ranges

CompoNet shall use value ranges defined in IEC 61158-6-2, 4.1.10. Additionally, MAC ID and node address ranges are defined in Table F.1.

Table F.1 – MAC ID and node address ranges

Device category	Node address	MAC ID
Master	0 only	0x1C0 (448)
Word IN	0 - 0x3F	0x0-0x3F (0-63)
Word OUT	0 - 0x3F	0x40-0x7F (64-127)
Word MIX	0 - 0x3F	0x0-0x3F (0-63)
Bit IN	0 - 0x7F	0x80-0xFF (128-255)
Bit OUT	0 - 0x7F	0x100-0x17F (256-383)
Bit MIX	0 - 0x7F	0x80-0xFF (128-255)
Repeater	0 - 0x3F	0x180-0x1BF (384-447)
NOTE MIX and IN devices share the same range of MAC ID.		

Annex G (normative)

CN default time domain

This annex contains additions to the CN Default Time Domain.

The default CN time domain depends on the Control Code in BEACON frames. It is calculated by algorithms presented in 5.6.3. The values in Table G.1, Table G.2, Table G.3 and Table G.4 are rounded values from these calculation. All nodes shall comply with the values in these tables.

The unit of CN time domain is Marks

Table G.1 – CN default time domain table for 4 Mbit/s data rate

Control code	Node address	1 st segment	2 nd segment	3 rd segment
0	0+4*n	170	106	42
	1+4*n	286	222	158
	2+4*n	402	338	274
	3+4*n	518	454	390
1	0+8*n	170	106	42
	1+8*n	286	222	158
	2+8*n	402	338	274
	3+8*n	518	454	390
	4+8*n	634	570	506
	5+8*n	750	686	622
	6+8*n	866	802	738
	7+8*n	982	918	854
2	0+16*n	170	106	42
	1+16*n	286	222	158
	2+16*n	402	338	274
	3+16*n	518	454	390
	4+16*n	634	570	506
	5+16*n	750	686	622
	6+16*n	866	802	738
	7+16*n	982	918	854
	8+16*n	1 099	1 035	971
	9+16*n	1 216	1 152	1 088
	10+16*n	1 333	1 269	1 205
	11+16*n	1 450	1 386	1 322
	12+16*n	1 567	1 503	1 439
	13+16*n	1 684	1 620	1 556
	14+16*n	1 801	1 737	1 673
	15+16*n	1 918	1 854	1 790

Table G.2 – CN default time domain table for 3 Mbit/s data rate

Control code	Node address	1 st segment	2 nd segment	3 rd segment
0	0+4*n	170	106	42
	1+4*n	286	222	158
	2+4*n	402	338	274
	3+4*n	518	454	390
1	0+8*n	170	106	42
	1+8*n	286	222	158
	2+8*n	402	338	274
	3+8*n	518	454	390
	4+8*n	634	570	506
	5+8*n	750	686	622
	6+8*n	866	802	738
	7+8*n	982	918	854
2	0+16*n	170	106	42
	1+16*n	286	222	158
	2+16*n	402	338	274
	3+16*n	518	454	390
	4+16*n	634	570	506
	5+16*n	750	686	622
	6+16*n	866	802	738
	7+16*n	982	918	854
	8+16*n	1 099	1 035	971
	9+16*n	1 216	1 152	1 088
	10+16*n	1 333	1 269	1 205
	11+16*n	1 450	1 386	1 322
	12+16*n	1 567	1 503	1 439
	13+16*n	1 684	1 620	1 556
	14+16*n	1 801	1 737	1 673
	15+16*n	1 918	1 854	1 790

Table G.3 – CN default time domain table for 1,5 Mbit/s data rate

Control code	Node address	1 st segment	2 nd segment	3 rd segment
0	0+4*n	170	106	42
	1+4*n	304	240	176
	2+4*n	438	374	310
	3+4*n	572	508	444
1	0+8*n	170	106	42
	1+8*n	304	240	176
	2+8*n	438	374	310
	3+8*n	572	508	444
	4+8*n	706	642	578
	5+8*n	840	776	712
	6+8*n	974	910	846
	7+8*n	1 109	1 045	981
2	0+16*n	170	106	42
	1+16*n	304	240	176
	2+16*n	438	374	310
	3+16*n	572	508	444
	4+16*n	706	642	578
	5+16*n	840	776	712
	6+16*n	974	910	846
	7+16*n	1 109	1 045	981
	8+16*n	1 244	1 180	1 116
	9+16*n	1 379	1 315	1 251
	10+16*n	1 514	1 450	1 386
	11+16*n	1 649	1 585	1 521
	12+16*n	1 784	1 720	1 656
	13+16*n	1 919	1 855	1 791
	14+16*n	2 055	1 991	1 927
	15+16*n	2 191	2 127	2 063

Table G.4 – CN default time domain table for 93,75 kbit/s data rate

Control code	Node address	1 st segment	2 nd segment	3 rd segment
0	0+4*n	170	106	42
	1+4*n	280	216	152
	2+4*n	390	326	262
	3+4*n	500	436	372
1	0+8*n	170	106	42
	1+8*n	280	216	152
	2+8*n	390	326	262
	3+8*n	500	436	372
	4+8*n	610	546	482
	5+8*n	720	656	592
	6+8*n	830	766	702
	7+8*n	940	876	812
2	0+16*n	170	106	42
	1+16*n	280	216	152
	2+16*n	390	326	262
	3+16*n	500	436	372
	4+16*n	610	546	482
	5+16*n	720	656	592
	6+16*n	830	766	702
	7+16*n	940	876	812
	8+16*n	1 051	987	923
	9+16*n	1 162	1 098	1 034
	10+16*n	1 273	1 209	1 145
	11+16*n	1 384	1 320	1 256
	12+16*n	1 495	1 431	1 367
	13+16*n	1 606	1 542	1 478
	14+16*n	1 717	1 653	1 589
	15+16*n	1 828	1 764	1 700

Bibliography

- [1] IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*
 - [2] IEC 61158 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*
 - [3] IEC 62026-3:2008, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet*
 - [4] TIA/EIA-485-A:1998, *Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	199
INTRODUCTION.....	201
1 Domaine d'application	203
2 Références normatives	203
3 Termes, définitions, symboles, termes abrégés et conventions	204
3.1 Termes et définitions	204
3.2 Symboles et termes abrégés.....	208
4 Classification.....	209
4.1 Généralités.....	209
4.2 Spécifications du réseau.....	210
4.3 Composants	211
4.4 Modèle de communication CompoNet	212
4.5 CompoNet et CIP.....	212
5 Caractéristiques	213
5.1 Cycle de communication	213
5.1.1 Généralités	213
5.1.2 Domaines temporels	213
5.1.3 Cycle de communication type	214
5.2 Protocole de messagerie	214
5.2.1 Format de trame de message.....	214
5.2.2 Types de trames de messages	217
5.2.3 Messagerie explicite	239
5.2.4 Exigences de temporisation client/serveur de messagerie explicite	250
5.3 Classes d'objets de communication CompoNet.....	251
5.3.1 Généralités	251
5.3.2 Définition de la classe d'objet Identité (code d'ID de classe: 01 _{Hex})	251
5.3.3 Définition de la classe d'objet Routeur de messages (code d'ID de classe: 02 _{Hex})	252
5.3.4 Définition de la classe d'objet Connexion (code d'ID de classe: 05 _{Hex}).....	252
5.3.5 Définition de la classe d'objet Liaison CompoNet (code d'ID de classe: F7 _{Hex}).....	262
5.3.6 Objet Répéteur CompoNet (code d'ID de classe: F8 _{Hex})	269
5.4 Machine d'état d'accès au réseau	271
5.4.1 Généralités	271
5.4.2 Événements d'accès au réseau	271
5.4.3 Diagramme de la machine d'état.....	272
5.4.4 Détection automatique du débit de données	274
5.4.5 Détection de duplication d'adresse MAC ID	275
5.4.6 Comportement d'un répéteur	276
5.5 Connexion d'E/S.....	277
5.6 AMRT.....	278
5.6.1 Généralités	278
5.6.2 Caractéristiques de temporisation de la liaison de données.....	278
5.6.3 Calcul du domaine temporel	282
5.7 Couche physique.....	287
5.7.1 Généralités	287

5.7.2	Signalisation physique	287
5.7.3	Exigences applicables au port maître	288
5.7.4	Exigences applicables au port esclave.....	291
5.7.5	Exigences relatives aux signaux de réception pour des ports maîtres et esclaves	294
5.7.6	Exigences de traitement numérique	296
5.7.7	Circuits recommandés et paramètres des composants	299
5.7.8	Isolation.....	304
5.7.9	Support de transmission.....	306
5.7.10	Topologie.....	306
5.7.11	Alimentation de la liaison	313
5.7.12	Implémentation d'un répéteur	316
6	Information sur le matériel	317
7	Conditions normales de service, de montage et de transport	317
7.1	Conditions normales de service	317
7.1.1	Généralités	317
7.1.2	Température de l'air ambiant.....	317
7.1.3	Altitude	317
7.1.4	Conditions climatiques	317
7.2	Conditions de transport et de stockage	317
7.3	Montage	318
8	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	318
8.1	Voyants et commutateurs de configuration	318
8.1.1	Voyants d'état.....	318
8.1.2	Commutateurs	319
8.1.3	Marquage des composants CompoNet.....	320
8.2	Câbles CompoNet	322
8.2.1	Aperçu.....	322
8.2.2	Modèle de profil de câble	322
8.2.3	Profil de câble rond I.....	324
8.2.4	Profil de câble rond II.....	325
8.2.5	Profil de câble plat I	327
8.2.6	Profil de câble plat II	330
8.3	Termineur.....	332
8.3.1	Généralités	332
8.3.2	Résistance de terminaison	332
8.3.3	Condensateur de terminaison.....	332
8.4	Connecteurs.....	332
8.4.1	Généralités	332
8.4.2	Modèle	332
8.4.3	Spécification d'accouplement des profils de connecteurs: ouvert, plat I, plat II.....	334
8.4.4	Spécifications des crochets pour les profils de connecteurs: ouvert, plat I, plat II	336
8.4.5	Profil de connecteur ouvert	337
8.4.6	Profil de connecteur plat I	342
8.4.7	Profil de connecteur plat II	347
8.4.8	Profil de connecteur scellé M12.....	350
8.5	Implémentation de l'alimentation des stations.....	351

8.5.1	Généralités	351
8.5.2	Exigences applicables à la connexion d'alimentation d'une station	351
8.5.3	Exigences applicables aux stations desservies par les alimentations du réseau:	352
8.6	Protection contre les erreurs de câblage	353
8.7	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	353
8.7.1	Généralités	353
8.7.2	Immunité.....	353
8.7.3	Emissions	355
9	Essais	355
9.1	Généralités.....	355
9.2	Essais électriques	355
9.2.1	Essai de la tension de fonctionnement d'un port esclave	355
9.2.2	Connexion inversée de la ligne d'alimentation.....	356
9.2.3	Coupure momentanée de l'alimentation	356
9.2.4	Isolation.....	357
9.2.5	Impédance d'entrée.....	357
9.2.6	Forme d'onde de sortie	358
9.2.7	Forme d'onde d'entrée minimale	359
9.2.8	Essais de compatibilité électromagnétique.....	360
9.3	Essai mécanique	360
9.4	Essai logique	360
9.4.1	Généralités	360
9.4.2	Essais portant sur des esclaves et des répéteurs.....	361
9.4.3	Essai relatif au maître	364
Annexe A (normative)	Services communs CompoNet.....	367
Annexe B (normative)	Codes d'erreurs CompoNet	368
Annexe C (normative)	Définition de l'attribut « chemin d'accès de connexion »	369
Annexe D (normative)	Spécification et codage des types de données	370
Annexe E (normative)	Bibliothèque d'objets de communication	374
Annexe F (normative)	Plages de valeurs	375
Annexe G (normative)	Domaine temporel CN par défaut	376
Bibliographie	.....	380
Figure 1 – Couches de segments	.....	209
Figure 2 – Composants CompoNet.....	.....	212
Figure 3 – Domaines temporels.....	.....	213
Figure 4 – Cycle de communication type .....	.....	214
Figure 5 – Trame générique .....	.....	214
Figure 6 – Préambule de trames .....	.....	215
Figure 7 – Sens de transmission .....	.....	216
Figure 8 – Sens de transmission .....	.....	216
Figure 9 – Format de trame de sortie (OUT) .....	.....	217
Figure 10 – Code de commande OUT.....	.....	218
Figure 11 – Format de trame TRG.....	.....	219
Figure 12 – Code de commande TRG.....	.....	220

Figure 13 – Format de trame d'état de connexion (CN)	220
Figure 14 – Code de commande CN	221
Figure 15 – Format de trame d'entrée (IN)	222
Figure 16 – Code de commande IN	223
Figure 17 – Format d'une trame A_EVENT	223
Figure 18 – Code de commande A_EVENT	224
Figure 19 – Format d'une trame B_EVENT	225
Figure 20 – Signification des codes de commande B_EVENT	226
Figure 21 – Format de message B_EVENT	227
Figure 22 – Bloc E_CMD	227
Figure 23 – Bloc "Groupe"	228
Figure 24 – Bloc "Entité"	228
Figure 25 – Données d'événements Status Read (lecture d'état) (Réponse STR)	231
Figure 26 – Données d'événements de Configuration (requête STW)	233
Figure 27 – Données d'interrogation	234
Figure 28 – Phase de décodage générique d'une trame B_EVENT	235
Figure 29 – Organigramme de traitement d'une requête STW concordante	237
Figure 30 – Format de trame BEACON (balise)	238
Figure 31 – Code de commande BEACON	238
Figure 32 – Diagramme d'objets de flux de messages A_Event	240
Figure 33 – Format de message A_EVENT	240
Figure 34 – Format de requête de type de message compact (trame non-fragmentée/trame de premier fragment)	241
Figure 35 – Format de requête de type de message étendu (trame non-fragmentée/trame de premier fragment)	241
Figure 36 – Format de réponse réussie d'un message compact/étendu (trame non fragmentée/trame de premier fragment)	242
Figure 37 – Format de réponse non réussie d'un message compact/étendu (trame non fragmentée/trame de premier fragment)	242
Figure 38 – Format de requête d'un message compact/étendu pour des fragments	243
Figure 39 – Format de réponse à un message compact/étendu pour des fragments	243
Figure 40 – Format des données de service	243
Figure 41 – Diagramme de la machine d'état d'un objet Connexion d'E/S du jeu de connexions maître/esclave prédéfinies	258
Figure 42 – Diagramme de la machine d'état de connexions d'E/S maître/esclave prédéfinies	260
Figure 43 – Flux de connexion	261
Figure 44 – Données de service de requête d'attribution	267
Figure 45 – Données de service de réponse d'Attribution	268
Figure 46 – Données de service d'une requête de libération	268
Figure 47 – Paramètre du service de réinitialisation	270
Figure 48 – Diagramme de la machine d'état	273
Figure 49 – Sous-état de l'état de « Non Participation »	274
Figure 50 – Sous-état de l'état de « Participation »	274
Figure 51 – Schéma de détection du débit de données	275

Figure 52 – Trame BEACON modifiée par des répéteurs.....	277
Figure 53 – Connexions d'E/S multidestinataires	278
Figure 54 – Schéma du MAC et du circuit physique du maître.....	278
Figure 55 – Schéma du MAC et du circuit physique de l'esclave	279
Figure 56 – Schéma du MAC et du circuit physique du répéteur.....	280
Figure 57 – Processus de transmission	281
Figure 58 – Modèle de cycle de transmission	283
Figure 59 – Modèle de cycle CnDefaultTimeDomain	284
Figure 60 – Modèle de communication d'événements du maître	286
Figure 61 – Modèle de communication d'événements de l'esclave.....	286
Figure 62 – Codage Manchester (inversé)	288
Figure 63 – Masque d'émission du port maître.....	290
Figure 64 – Circuit d'essai de la forme d'onde de sortie pour un port maître ou esclave.....	291
Figure 65 – Masque d'émission de port esclave.....	293
Figure 66 – Masque de réception 1	294
Figure 67 – Masque de réception 2	295
Figure 68 – Masque de réception 3	296
Figure 69 – Schéma de l'interface PHY/MAC.....	296
Figure 70 – Masque de réception numérique 1	297
Figure 71 – Masque de réception numérique 2	297
Figure 72 – Masque de réception numérique 3	298
Figure 73 – Masque d'émission logique	299
Figure 74 – Circuit recommandé pour un port maître	300
Figure 75 – Circuit recommandé pour un port esclave.....	301
Figure 76 – Schéma du transformateur.....	301
Figure 77 – Circuit de mesure de la tension de l'excitateur	303
Figure 78 – Circuit d'essai du temps de propagation.....	304
Figure 79 – Exemple d'isolation d'un port maître.....	305
Figure 80 – Exemple d'isolation d'un module E/S avec connectivité à d'autres sources d'alimentation	305
Figure 81 – Exemple d'isolation d'un simple esclave nécessitant une connexion à des appareils ayant un câblage de signalisation non mis à la masse	305
Figure 82 – Exemple d'isolation d'un esclave non alimenté par le réseau	306
Figure 83 – Topologie des supports	307
Figure 84 – Position d'un terminateur	308
Figure 85 – Nombre d'appareils par segment.....	308
Figure 86 – Illustration des restrictions en matière de longueur du câblage	310
Figure 87 – Restriction pour les dérivations	310
Figure 88 – Choix du câblage.....	311
Figure 89 – Méthode de câblage d'usage général	311
Figure 90 – Méthode de câblage souple	312
Figure 91 – Méthode de distribution de l'alimentation.....	314
Figure 92 – Segment de réseau alimenté par le maître	314
Figure 93 – Connexion à la source d'alimentation	315

Figure 94 – Segments de réseau alimentés par des répéteurs	315
Figure 95 – Schéma simplifié d'un répéteur	316
Figure 96 – Aperçu du câble rond II.....	327
Figure 97 – Aperçu du câble plat I.....	329
Figure 98 – Dimension du câble plat I	330
Figure 99 – Aperçu du câble plat II.....	331
Figure 100 – Dimension du câble plat II.....	332
Figure 101 – Dimensions d'accouplement du connecteur à fiche	334
Figure 102 – Espace de contact d'un connecteur à fiche.....	335
Figure 103 – Dimensions d'accouplement des connecteurs à prise jack	336
Figure 104 – Crochet de connecteur.....	337
Figure 105 – Fiche de connecteur ouvert (informative).....	340
Figure 106 – Prise jack de connecteur ouvert (informative)	341
Figure 107 – Méthode de mesure de la résistance de contact (connecteurs ouverts)	342
Figure 108 – Courant de déclassement des connecteurs	342
Figure 109 – Fiche de connecteur plat I.....	345
Figure 110 – Prise jack de connecteur plat I (<u>informative</u>).....	346
Figure 111 – Méthode de mesure de la résistance de contact (connecteurs plats I et II)	347
Figure 112 – Fiche de connecteur plat II (<u>informative</u>)	349
Figure 113 – Prise jack de connecteur plat II (<u>informative</u>).....	349
Figure 114 – Marquage de connecteur pour lignes principales	350
Figure 115 – Configuration de broches de connecteur M12.....	351
Figure 116 – Circuits d'alimentation des liaisons.....	352
Figure 117 – Chute de tension sur un câble donné	352
Figure 118 – Conception de l'alimentation d'une station (informative).....	353
Figure 119 – Circuit d'essai de la tension de fonctionnement	355
Figure 120 – Connexion inversée de la ligne d'alimentation	356
Figure 121 – Isolation	357
Figure 122 – Impédance d'entrée	357
Figure 123 – Circuit d'essai du port esclave d'un esclave de données de sortie.....	358
Figure 124 – Circuit d'essai de forme d'onde d'entrée minimale	359
Figure 125 – Système d'essai de forme d'onde d'entrée minimale	359
Figure 126 – Essai de liaison de données pour un DUT esclave et répéteur	361
Figure 127 – Configuration d'essai de trafic minimal d'un DUT maître	364
Figure 128 – Configuration d'essai d'un mandataire de DUT maître.....	365
Figure D.1 – Exemple de génération de CRC	373
Tableau 1 – Spécifications du réseau	210
Tableau 2 – Modèle de référence OSI et CompoNet	213
Tableau 3 – Codes de commande	215
Tableau 4 – Restrictions de commande pour un MAC esclave.....	217
Tableau 5 – Description des dénominations de blocs.....	218
Tableau 6 – Cible du CN.....	218

Tableau 7 – Rafraîchissement des E/S	218
Tableau 8 – Description des dénominations de blocs	220
Tableau 9 – Description des dénominations de blocs	220
Tableau 10 – Etat de la fonction de vérification de duplication d'adresses	221
Tableau 11 – Requête d'envoi de trame A_EVENT	221
Tableau 12 – Etat de trames CN	222
Tableau 13 – Bit d'avertissement de trames CN	222
Tableau 14 – Bit d'alarme de trames CN	222
Tableau 15 – Description des dénominations de blocs	222
Tableau 16 – Longueur codée	223
Tableau 17 – Description des dénominations de blocs	224
Tableau 18 – Bit d'acquittement de A_EVENT	224
Tableau 19 – Type de commande de trame A_EVENT	224
Tableau 20 – Description des dénominations de blocs	225
Tableau 21 – Bit d'acquittement de B_EVENT	226
Tableau 22 – Type de commande de trame B_EVENT	226
Tableau 23 – Significations du bloc E_CMD	227
Tableau 24 – Significations du bloc « Groupe »	228
Tableau 25 – Significations du bloc « Entité »	228
Tableau 26 – Règles de traitement d'une requête STR	236
Tableau 27 – Règles de traitement d'une requête d'interrogation A_EVENT	236
Tableau 28 – Règles de traitement d'une requête STW	236
Tableau 29 – Commandes de requête STW	237
Tableau 30 – Description des dénominations de blocs	238
Tableau 31 – Code de contrôle de trames BEACON	238
Tableau 32 – Code de vitesse de trames BEACON	239
Tableau 33 – Format de code de contrôle	243
Tableau 34 – Exemple de codage de données	245
Tableau 35 – Valeurs de type de fragment	246
Tableau 36 – Emission fragmentée	247
Tableau 37 – Réception fragmentée	248
Tableau 38 – Valeurs du délai d'expiration de message explicite	250
Tableau 39 – Valeur maximale du débit du datagramme attendu	252
Tableau 40 – Règles d'accès de l'attribut objet Connexion CompoNet	253
Tableau 41 – Codes d'erreurs supplémentaires spécifiques à l'objet Liaison CompoNet	256
Tableau 42 – ID d'instance de connexion pour des connexions maître/esclave prédéfinies	256
Tableau 43 – Valeurs par défaut des attributs d'objet Connexion d'interrogation multidestinataire	257
Tableau 44 – Table états-événements des connexions d'E/S maître/esclave prédéfinies	258
Tableau 45 – Attributs de classe d'objet Liaison CompoNet	262
Tableau 46 – Services de classe d'objet Liaison CompoNet	262
Tableau 47 – Attributs d'instance d'objet Liaison CompoNet	262

Tableau 48 – Plage de MAC ID	264
Tableau 49 – Débit de données.....	264
Tableau 50 – Choix d'attribution.....	264
Tableau 51 – Valeurs du commutateur de débit de données	265
Tableau 52 – Définitions des bits de l'octet d'état des stations	265
Tableau 53 – Définitions des bits d'état du réseau de station	265
Tableau 54 – Services communs d'objet Liaison CompoNet.....	266
Tableau 55 – Services spécifiques à la classe d'objet Liaison CompoNet.....	266
Tableau 56 – Contenu de l'octet choix d'attribution	267
Tableau 57 – Valeur du EPR.....	267
Tableau 58 – Temporisateur de message explicite.....	267
Tableau 59 – Paramètres de requête de libération d'un jeu de connexions maître/esclave	268
Tableau 60 – Contenu de l'octet de choix de libération	268
Tableau 61 – Attributs de classe d'objet Répéteur	269
Tableau 62 – Services de classe d'objet Répéteur.....	269
Tableau 63 – Attributs d'instance de classe d'objet Répéteur	269
Tableau 64 – Services communs d'objet Répéteur.....	270
Tableau 65 – Attributs de réinitialisation	271
Tableau 66 – Débit de données et périodes de surveillance du réseau.....	272
Tableau 67 – Description de la machine d'état.....	273
Tableau 68 – Mécanisme de détection de la duplication d'adresses MAC ID.....	276
Tableau 69 – Sens de répétition des trames	276
Tableau 70 – Caractéristiques de temporisation du maître	279
Tableau 71 – Caractéristiques de temporisation de l'esclave.....	279
Tableau 72 – Caractéristiques de temporisation du répéteur	280
Tableau 73 – Délai de propagation dû au câble	281
Tableau 74 – Longueur maximale du câble.....	281
Tableau 75 – Paramètres utilisés dans le calcul du domaine temporel	282
Tableau 76 – Marques de trames	282
Tableau 77 – Réglage des domaines temporels pour des stations du segment de première couche.....	283
Tableau 78 – Réglage des domaines temporels pour des stations de segments de seconde et de troisième couches	284
Tableau 79 – Délai de répéteur pour le calcul de CnDefaultTimeDomain	284
Tableau 80 – Paramètres de calcul de CnDefaultTimeDomain	285
Tableau 81 – Réglages du segment de première couche	285
Tableau 82 – Réglage des segments de seconde et de troisième couches	285
Tableau 83 – Paramètres pour le calcul de domaines temporels d'événements	287
Tableau 84 – Codage Manchester de CompoNet	288
Tableau 85 – Connecteurs admissibles pour le port maître	288
Tableau 86 – Impédance de port maître à la réception.....	289
Tableau 87 – Impédance de port maître à l'émission	289

Tableau 88 – Spécifications d'émission du port maître pour des débits de données de 4 kbit/s, de 3 Mbit/s et de 1,5 Mbit/s	290
Tableau 89 – Spécifications d'émission du port maître pour un débit de données de 93,75 kbit/s.....	290
Tableau 90 – Connecteurs admissibles pour des câbles fixés à demeure	291
Tableau 91 – Connecteurs admissibles pour le port esclave	291
Tableau 92 – Impédance de port esclave en réception.....	292
Tableau 93 – Impédance de port esclave en émission	292
Tableau 94 – Spécifications d'émission de port esclave pour des débits de données de 4 Mbit/s, de 3 Mbit/s et de 1,5 Mbit/s.....	293
Tableau 95 – Spécifications d'émission du port esclave pour un débit de données de 93,75 kbit/s.....	293
Tableau 96 – Spécifications du masque de réception numérique 1	297
Tableau 97 – Spécifications du masque de réception numérique 2.....	297
Tableau 98 – Spécifications du masque de réception numérique 3.....	298
Tableau 99 – Spécifications d'émission logique	299
Tableau 100 – Spécifications du transformateur d'impulsions.....	302
Tableau 101 – Spécifications du noyau du transformateur	302
Tableau 102 – Spécifications du transcepteur.....	303
Tableau 103 – Emission.....	304
Tableau 104 – Réception	304
Tableau 105 – Types de câbles.....	306
Tableau 106 – Couleurs des conducteurs de câbles	306
Tableau 107 – Câble rond CompoNet I: Restrictions liées au réseau.....	309
Tableau 108 – Câbles CompoNet à 4 conducteurs: Restrictions liées au réseau.....	309
Tableau 109 – Caractéristiques de résistance	312
Tableau 110 – Spécifications d'alimentation réseau	313
Tableau 111 – Spécifications de l'alimentation locale.....	313
Tableau 112 – Spécifications de l'alimentation externe des stations	313
Tableau 113 – Voyant d'état de module.....	318
Tableau 114 – Voyant d'état de CDI	318
Tableau 115 – Codage du commutateur de débit de données	319
Tableau 116 – Commutateurs d'adresses	320
Tableau 117 – Marquage des voyants	320
Tableau 118 – Marquage des commutateurs d'adresses de stations et des types d'appareils.....	321
Tableau 119 – Marquage des connecteurs	322
Tableau 120 – Profil de câble: spécification de la paire des données	322
Tableau 121 – Profil de câble: spécification des paires d'alimentation en courant continu	323
Tableau 122 – Profil de câble: spécification générale	323
Tableau 123 – Câble rond I: spécification des paires de données	324
Tableau 124 – Câble rond I: spécification des paires d'alimentation c.c.....	324
Tableau 125 – Câble rond I: spécification générale.....	325
Tableau 126 – Câble rond II: spécification des paires de données	326

Tableau 127 – Câble rond II: spécification des paires d'alimentation c.c.....	326
Tableau 128 – Câble rond II: spécification générale.....	327
Tableau 129 – Câble plat I: spécification des paires de données.....	328
Tableau 130 – Câble plat I: spécification des paires d'alimentation c.c.....	328
Tableau 131 – Câble plat I: spécification générale.....	329
Tableau 132 – Câble plat II: spécification des paires de données.....	330
Tableau 133 – Câble plat II: spécification des paires d'alimentation c.c.....	331
Tableau 134 – Câble plat II: spécification générale.....	331
Tableau 135 – Modèle de profil de connecteur.....	333
Tableau 136 – Spécification de connecteur ouvert.....	338
Tableau 137 – Spécification de connecteur plat I.....	343
Tableau 138 – Spécification de connecteur plat II.....	347
Tableau 139 – Spécification de connecteur scellé M12.....	350
Tableau 140 – Impédance d'entrée pour le maître.....	358
Tableau 141 – Impédance d'entrée pour l'esclave.....	358
Tableau B.1 – Codes d'erreurs CompoNet nouvellement définis.....	368
Tableau F.1 – Plages d'adresses MAC ID et stations.....	375
Tableau G.1 – Tableau de domaines temporels CN par défaut pour un débit de données de 4 Mbit/s.....	376
Tableau G.2 – Tableau de domaines temporels CN par défaut pour un débit de données de 3 Mbit/s.....	377
Tableau G.3 – Tableau de domaines temporels CN par défaut pour un débit de données de 1,5 Mbit/s.....	378
Tableau G.4 – Tableau de domaines temporels CN par défaut pour un débit de données de 93,75 kbit/s.....	379

NOTE Cette page a été intentionnellement insérée pour conserver l'alignement des pages paires et impaires du document.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION – INTERFACES APPAREIL DE COMMANDE-APPAREIL (CDI) –

Partie 7: CompoNet

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.

La Norme internationale CEI 62026-7 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

La présente norme annule et remplace la CEI/PAS 62026-7 publiée en 2009. Cette première édition constitue une révision technique générale comportant uniquement des clarifications et aucune modification importante concernant la technologie.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17B/1712/FDIS	17B/1722/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62026, présentées sous le titre général *Appareillage à basse tension – Interfaces appareil de commande – appareil (CDI)*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

L'utilisation de CompoNet™ est destinée, entre autres, à des applications industrielles d'automatisation. Ces applications peuvent inclure des appareils tels que les détecteurs de fin de course, les détecteurs de proximité, les vannes électropneumatiques, les relais, les démarreurs, les panneaux d'interface opérateur, les entrées analogiques, les sorties analogiques et les appareils de commande.

Déclaration de brevets

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) souhaite attirer l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité au présent document peut impliquer l'utilisation des brevets suivants détenus par OMRON Corporation:

Brevet JP numéro 4023342	METHODE DE DETECTION DE LA DUPLICATION D'ADRESSES MAC, ESCLAVE ET MAITRE DANS UN SYSTEME DE BUS DE TERRAIN, ET BUS DE TERRAIN
Brevet JP numéro 4107110	SYSTEME DE BUS DE TERRAIN, METHODE DE CONFIRMATION DE CONNEXION ET MAITRE
Brevet JP numéro 3293089	SYSTEME D'E/S DISTANT POUR AUTOMATES PROGRAMMABLES ET METHODE D'EXECUTION CORRESPONDANTE
Brevet JP numéro 3925660 et les brevets correspondants déposés dans d'autres pays	METHODE DE COMMANDE DE MISE EN ROUTE DU MAITRE DE COMMUNICATION
Brevet JP numéro 4006605 et les brevets correspondants déposés dans d'autres pays	SYSTEME DE COMMUNICATION A EFFETS REDUITS DU RETARD DU REPETEUR
Demande de brevet JP numéro 2004-059864	APPAREIL DE COMMUNICATION ET SYSTEME DE RESEAU
Demande de brevet JP numéro 2004-022243	CONNECTEUR DE CABLE DE CONNEXION
Demande de brevet JP numéro 2007-167281	SYSTEME DE COMMUNICATION A EFFETS REDUITS DU RETARD DU REPETEUR
Demande de brevet JP numéro 2005-252414	REPETITION DE RESEAU AVEC FONCTION DE FILTRAGE
Demande de brevet JP numéro 2005-252758	UNE METHODE DE COMMUNICATION D'EVENEMENTS POUR SYSTEMES D'AUTOMATES PROGRAMMABLES
Demande de brevet JP numéro 2005-203496	OBTENTION D'INFORMATIONS DE CONFIGURATION DE RESEAU DANS DES SYSTEMES D'AUTOMATES PROGRAMMABLES
Demande de brevet JP numéro 2002-334265	UNE METHODE DE MAPPAGE DES E/S POUR SYSTEMES DE RESEAUX ET APPAREILS DE COMMANDE
Demande de brevet JP numéro 2005-252682	UNE METHODE D'ORDONNANCEMENT POUR LES COMMUNICATIONS D'EVENEMENTS
Demande de brevet JP numéro 2005-105543 et les demandes correspondantes déposées dans d'autres pays	APPAREIL DE COMPENSATION DES DONNEES REÇUES

La CEI ne prend aucunement position pour ce qui concerne la démonstration, la validité et l'étendue de ces droits de propriété.

Les détenteurs de ces droits de propriété ont assuré la CEI qu'ils souhaitent négocier des licences avec des demandeurs du monde entier selon des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. De ce fait, les déclarations des détenteurs desdits droits de propriété sont enregistrées auprès de la CEI. Des informations peuvent être obtenues auprès de:

ODVA, Inc.
2370 E. Stadium Boulevard #1000
Ann Arbor, Michigan U.S.A. 48104

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues autres que ceux identifiés ci-dessus. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

L'ISO (www.iso.org/patents) et la CEI (http://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) maintiennent des bases de données de brevets en ligne correspondant à leurs normes. Les utilisateurs sont invités à consulter les bases de données pour obtenir les informations les plus récentes concernant les brevets.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION – INTERFACES APPAREIL DE COMMANDE-APPAREIL (CDI) –

Partie 7: CompoNet

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62026 spécifie un système d'interface assurant une communication au niveau bit et au niveau mot entre un appareil de commande et des appareils pour circuit de commande, tels que des capteurs, des actionneurs et des éléments de commutation. Le système d'interface utilise un câblage à profil rond ou plat comportant une paire de signalisation à deux conducteurs et éventuellement une paire d'alimentation à deux conducteurs. Cette partie définit des exigences permettant l'interchangeabilité des composants incluant de telles interfaces.

La présente partie de la CEI 62026 spécifie, pour CompoNet™ ¹⁾ les exigences particulières suivantes:

- les exigences concernant les interfaces entre un appareil de commande et des appareils de circuit de commande;
- les conditions normales de service des appareils;
- les exigences relatives à la construction et au fonctionnement;
- les essais de vérification de la conformité aux exigences.

Ces exigences particulières s'ajoutent aux exigences générales de la CEI 62026-1.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60512-1, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 1: Généralités*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

CEI 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

1) CompoNet™ est une marque commerciale de Open DeviceNet Vendor Association, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande le détenteur de ces marques commerciales ou d'un quelconque de ses produits. La conformité à la présente norme ne nécessite pas l'utilisation de la marque commerciale CompoNet™. L'utilisation de la marque commerciale CompoNet™ nécessite l'autorisation de Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

CEI 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en surs*

CEI 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

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 61131-2, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests* (disponible en anglais seulement)

IEC 61158-5-2:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-2: Application layer service definition – Type 2 elements* (disponible en anglais seulement)

IEC 61158-6-2:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-2: Application layer protocol specification – Type 2 elements* (disponible en anglais seulement)

IEC 61918:2010, *Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises* (disponible en anglais seulement)

CEI 62026-1, *Appareillage à basse tension – Interfaces appareil de commande-appareil (CDI) – Partie 1: Règles générales*

CISPR 11:2009, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

ISO/CEI 7498-1, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de référence de base: Le modèle de base*

3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1.1

BEACON

trame générée par le maître pour indiquer aux esclaves et répéteurs que l'émission d'informations de vitesse et de connexion au réseau est en cours

3.1.2

esclave en mode « bits »

appareil d'E/S travaillant avec des données dont la longueur est d'au plus 4 bits

3.1.3

dérivation

longueur de câble raccordée en T à une ligne principale ou secondaire

3.1.4

voyant d'état de CDI

indication visuelle qui rend compte de l'état de la liaison de communication à un appareil CompoNet

3.1.5**vitesse de circuit****débit en bauds**

débit de communication, en symboles ou marques de signalisation par seconde sur le support de transmission

NOTE Chaque bit CompoNet est codé Manchester en utilisant deux marques de sorte qu'une vitesse de circuit de 6 Mmarques/s donne une vitesse de transmission ou débit de données de 3 Mbits/s.

3.1.6**message explicite**

commande demandant l'exécution d'une tâche particulière et le renvoi des résultats correspondants à l'entité demanderesse

[CEI 62026-3, 3.1.22, modifiée]

3.1.7**esclave IN**

appareil d'E/S adressable ayant uniquement une fonction d'entrée, capable de produire des données d'entrée destinées au maître sans consommer de données

3.1.8**marque**

symbole de signalisation utilisé en technologie de codage Manchester et transmis sur le bus

NOTE Chaque bit de donnée est codé en utilisant 2 marques de sorte que les données 1 sont codées "01", et les données 0 sont codées "10".

3.1.9**maître**

appareil qui commande la communication

NOTE Il y a un seul maître sur un réseau CompoNet.

3.1.10**port maître**

port d'un maître ou d'un répéteur disposant de terminateurs intégrés

NOTE Il y a un seul port maître sur une ligne principale ou secondaire.

3.1.11**esclave MIX**

appareil d'E/S adressable ayant une fonction d'entrée et une fonction de sortie, capable de consommer des données de sortie en provenance du maître et de produire des données d'entrée destinées au maître

NOTE Les données produites et consommées peuvent être de tailles différentes.

3.1.12**voyant à DEL d'état de module (MS)****voyant d'état de module**

indication visuelle qui rend compte de l'état d'alimentation et de l'état opérationnel d'un appareil CompoNet

3.1.13**station**

appareil ayant un MAC ID unique

3.1.14

esclave OUT

appareil d'E/S adressable ayant uniquement une fonction de sortie, capable de consommer des données de sortie en provenance du maître sans produire des données d'entrée destinées au maître

3.1.15

répéteur

appareil adressable utilisé pour étendre le réseau et modifier les signaux de communication

NOTE Les répéteurs peuvent communiquer avec un maître et exécuter des fonctions telles que le filtrage de messages pour améliorer l'efficacité de communication réseau; il ne s'agit pas d'appareils passifs.

3.1.16

segment

ensemble de stations et de supports physiques de connexion sur une ligne principale ou ligne secondaire, délimité par un port maître et un terminateur

3.1.17

esclave

appareil adressable avec des données E/S réelles

NOTE Le nombre maximal d'esclaves sur un réseau CompoNet est de 384.

3.1.18

port esclave

port d'un appareil esclave ou d'un répéteur sans terminateurs intégrés

3.1.19

STRNP

commande STR destinée à une station à l'état de "non participation"

3.1.20

STRP

commande STR destinée à une station à l'état de "participation"

3.1.21

STWNP

commande STW destinée à une station à l'état de "non participation"

3.1.22

STWNP_Reset

commande STWNP incluant le paramètre "ResetRequest = 1" (requête de réinitialisation = 1)

3.1.23

STWNP_Run

commande STWNP incluant le paramètre "Running=1"

3.1.24

STWP

commande STW destinée à une station à l'état de "participation"

3.1.25

STWP_Reset

commande STWP incluant le paramètre "ResetRequest = 1" (requête de réinitialisation = 1)

3.1.26

STWP_Standby_Lock

commande STWP incluant le paramètre "Running=0, UnRegistrant=1"

3.1.27**STWP_Standby_Offline**

commande STWP incluant le paramètre "Running=0, UnRegistrant=0"

3.1.28**dérivation secondaire**

dérivation partant d'une autre dérivation

3.1.29**ligne secondaire**

ligne de communication la plus courte depuis le port maître d'un répéteur jusqu'à la résistance de terminaison, sans passage par un autre port maître

NOTE 1 « Ligne secondaire » fait référence au câblage connecté au port maître d'un répéteur; c'est une ligne principale qui est en aval d'un répéteur.

NOTE 2 Une ligne principale ou secondaire peut être étendue par enchaînement des connecteurs en cascade au niveau d'un appareil donné.

3.1.30**dérivation en T**

portion de câble connectée à une ligne principale ou secondaire par un connecteur en T

NOTE Une dérivation en T peut être étendue par enchaînement des connecteurs en cascade au niveau d'un appareil donné.

3.1.31**condensateur de terminaison**

condensateur interne à un terminateur

3.1.32**résistance de terminaison**

résistance interne à un terminateur

3.1.33**terminateur**

entité de terminaison d'une ligne de transmission de par son impédance caractéristique à empêcher les réflexions

NOTE 1 Dans certains cas, le terminateur peut être intégré à un dispositif d'extrémité ou à un connecteur.

[CEI 61918, 3.1.65]

NOTE 2 Pour les besoins de la présente norme, un terminateur se compose d'une résistance et d'un condensateur de terminaison.

3.1.34**vitesse de transmission****débit de données**

débit de communication, en bits de données par seconde, sur le support de transmission

NOTE Chaque bit de données CompoNet est codé Manchester en utilisant deux marques de sorte que la vitesse de transmission en bits/s est égale à la moitié de la vitesse de circuit en marques/s.

3.1.35**ligne principale**

ligne de communication la plus courte d'un maître à un terminateur sur le même segment

NOTE Une ligne principale ou secondaire peut être étendue par enchaînement des connecteurs en cascade au niveau d'un appareil donné.

3.1.36

esclave en mode « mots »

appareil d'E/S travaillant avec des données constituées d'un ou de plusieurs mots de 16 bits

3.2 Symboles et termes abrégés

A_EVENT ²	communication d'un événement lié à une application
B_EVENT ³	communication d'un événement lié à la mémoire de base
BEACON ⁴	trame d'information générée par le maître
CDI ⁵	interface appareil de commande-appareil
CRC ⁶	contrôle de redondance cyclique
CN ⁷	état de connexion
EPR ⁸	débit de datagramme attendu
EUT ⁹	matériel en essai
IN ¹⁰	données d'entrée
LED ¹¹	diode électroluminescente (DEL)
LSB ¹²	bit de poids faible
MAC ¹³	contrôleur d'accès au support
OUT ¹⁴	données de sortie
PHY ¹⁵	couche physique
PWB ¹⁶	carte de circuit imprimé
RMS ¹⁷	valeur moyenne quadratique (efficace)
SID ¹⁸	identificateur de sécurité
SEM ¹⁹	table états-événements

² A_EVENT = *Application EVENT*.

³ B_EVENT = *Base EVENT*.

⁴ BEACON = *Balise*.

⁵ CDI = *Controller Device Interface*.

⁶ CRC = *Cyclic Redundancy Check*.

⁷ CN = *ConNexion status*.

⁸ EPR = *Expected Package Rate*.

⁹ EUT = *Equipment Under Test*.

¹⁰ IN = *Input data*.

¹¹ LED = *Light Emitting Diode*.

¹² LSB = *Least Significant Bit*.

¹³ MAC = *Media Access Controller*.

¹⁴ OUT = *OUTput data*.

¹⁵ PHY = *Physical layer*.

¹⁶ PWB = *Printed Wiring Board*.

¹⁷ RMS = *Root Mean Square*.

¹⁸ SID = *Security Identifier*.

¹⁹ SEM = *State Event Matrix*.

STR ²⁰	lecture de l'état d'une trame B_Event
STW ²¹	écriture de l'état d'une trame B_Event
TRG ²²	déclenchement
UCMM ²³	gestionnaire de messages non connecté

4 Classification

4.1 Généralités

CompoNet est un réseau de bas niveau assurant une communication à grande vitesse entre des appareils de haut niveau, tels que des appareils de commande, et des appareils industriels simples, tels que des capteurs et des actionneurs.

CompoNet relie des appareils de commande à des capteurs et des actionneurs. L'appareil de commande agit comme maître tandis que les capteurs et les actionneurs sont esclaves. Il est prévu deux types d'esclaves: un esclave en mode « bits » avec une taille de données allant jusqu'à 4 bits, et un esclave en mode « mots » avec une taille de données de 16 bits. Des répéteurs permettent d'étendre la longueur du réseau de communication.

CompoNet est en général composé de plusieurs segments, séparés entre eux par un répéteur. Chaque segment est connecté au réseau mais est classé du point de vue de la couche physique. Comme l'illustre la Figure 1, le segment qui inclut le maître est appelé segment de première couche. Les segments de seconde et de troisième couches peuvent être ajoutés en utilisant des répéteurs; cependant il n'est pas possible d'ajouter plus de deux segments supplémentaires. Ainsi, la séparation entre maître et esclaves n'est jamais de plus de 2 répéteurs ou 3 segments. Au total, il est possible d'utiliser 64 répéteurs sur un réseau donné. Tous les segments doivent utiliser la même vitesse de transmission.

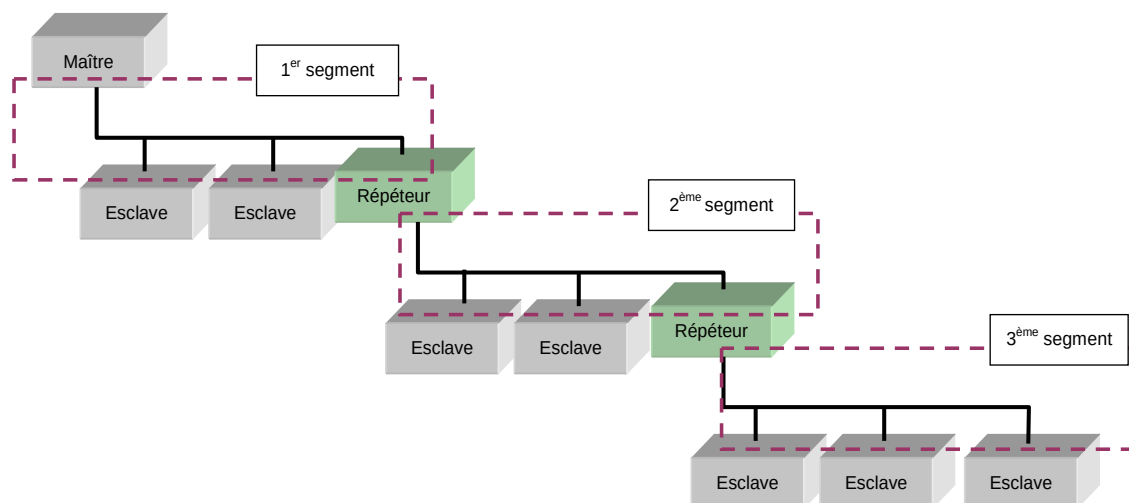


Figure 1 – Couches de segments

²⁰ STR = *S*tatus *R*ead of *B*_Event frame.

²¹ STW = *S*tatus *W*rite of *B*_Event frame.

²² TRG = *T*RIgger.

²³ UCMM = *U*nconnected *M*essage *M*anager.

Le maître ou les répéteurs doivent être connectés à l'extrémité des segments.

Au total, 384 esclaves peuvent être connectés, c'est-à-dire 256 esclaves en mode « bits » et 128 esclaves en mode « mots ». Dans le cadre des restrictions définies par la couche physique, un segment peut cependant avoir jusqu'à 32 stations esclaves ou répéteurs au total.

Quatre types de câbles réseau sont pris en charge:

- câble rond de type I, un câble rond non blindé à deux conducteurs,
- câble rond de type II, un câble rond non blindé à quatre conducteurs,
- câble plat de type I, un câble plat à quatre conducteurs,
- câble plat de type II, un câble plat à quatre conducteurs avec protection supplémentaire.

Les câbles à 2 conducteurs transmettent uniquement des signaux de communication et les câbles à 4 conducteurs transmettent à la fois des signaux de communication et l'alimentation.

Les vitesses de transmission disponibles sont les suivantes: 4 Mbit/s; 3 Mbit/s; 1,5 Mbit/s et 93,75 kbit/s. La longueur maximale d'une ligne principale dépend de cette vitesse. Elle est de 30 m à 4 Mbit/s et 3 Mbit/s, de 100 m à 1,5 Mbit/s et de 500 m à 93,75 kbit/s. L'utilisation de dérivations est possible quelle que soit la vitesse, sauf pour 4 Mbit/s.

CompoNet utilise la technologie de codage Manchester pour assurer une fiabilité plus élevée. Pour ce qui concerne l'isolation, les circuits de la couche physique utilisent des transformateurs d'impulsions et des transcepteurs différentiels. La couche physique comporte des ports maîtres et des ports esclaves. Un port maître comporte un terminateur intégré; il est utilisé par un maître et un répéteur. Les ports esclaves n'ont pas de terminateur; ils sont utilisés par des esclaves et des répéteurs.

CompoNet prend en charge la communication de données E/S ainsi que la communication de messages explicites. Le maître commande toutes les communications en fonction des réglages de configuration. Le maître divise le cycle de communication en plusieurs domaines temporels et en attribue certains aux communications E/S et d'autres aux communications de messages explicites. L'efficacité de la communication est ainsi assurée. Pour la communication des E/S, un domaine temporel est attribué à chaque intervalle de cycle, de manière à garantir la ponctualité et la synchronisation temporelle. Pour la communication de messages explicites, l'attribution des domaines temporels varie en fonction de la charge du réseau. De ce fait, la ponctualité n'est pas garantie.

4.2 Spécifications du réseau

Les spécifications du réseau sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Spécifications du réseau

Caractéristique	Spécification
Topologie	Méthodes de liaisons multipoints et de dérivations en T au moyen de composants de câblage passifs
Vitesse de transmission	4 Mbit/s, 3 Mbit/s, 1,5 Mbit/s, 93,75 kbit/s
Distance de transmission	Doit être décrite de manière séparée
Cycle de communication	Doit être décrit de manière séparée
Supports de communication	Câbles ronds CompoNet Câbles plats CompoNet
Maître connectable	Maître CompoNet. Il est admis un seul maître sur un réseau CompoNet
Répéteur connectable	Répéteur CompoNet

Caractéristique	Spécification
Esclave connectable	Esclave mots CompoNet Esclave bits CompoNet
Nombre maximal de répéteurs sur un réseau donné	64
Nombre maximal de stations sur un segment donné	Au maximum 32 stations connectées au port maître du segment
Nombre maximal de stations E/S sur des réseaux avec répéteurs	Au maximum 64 esclaves mots IN et 64 esclaves mots OUT, pour un total de 128 Au maximum 128 esclaves bits IN et 128 esclaves bits OUT, pour un total de 256 Des règles supplémentaires s'appliquent aux réseaux utilisant des esclaves MIX
Nombre maximal de stations E/S sur des réseaux sans répéteurs	32
Adresse de stations disponibles	
Mot	IN 0 à 63
Mot	OUT 0 à 63
Bit	IN 0 à 127
Bit	OUT 0 à 127
Répéteur	0 à 63
Nombre de points occupés par adresse de station E/S	16 points par adresse d'esclave en mode « mots » 2 points par adresse d'esclave en mode « bits »
Répéteurs disponibles	Au maximum 64 répéteurs sur un réseau donné
Nombre maximal de couches de segment	3
Fonction de débit de données automatique	Prise en charge par le MAC

4.3 Composants

Le réseau CompoNet est constitué des composants suivants qui forment le réseau illustré en Figure 2:

- **Maître CompoNet:** un appareil qui commande la communication. Il y a un seul maître sur un réseau CompoNet;
- **Esclave CompoNet:** un appareil qui produit et consomme des données E/S réelles. Il existe deux types d'esclaves, les esclaves en mode « mots » et les esclaves en mode « bits ». Les esclaves en mode « mots » traitent des mots constitués de données à 8 bits. Les esclaves en mode « bits » traitent d'unités de données de 2 ou 4 bits afin d'améliorer l'efficacité de la communication des appareils simples;
- **Répéteur CompoNet:** un appareil qui permet d'étendre le réseau et de modifier les signaux de communication. Chaque répéteur a une adresse de station. Il peut communiquer avec un maître et exécuter un certain nombre de fonctions intelligentes pour améliorer l'efficacité de la communication du réseau. Il ne s'agit pas d'appareils passifs;
- **(Bloc d') Alimentation CompoNet:** un appareil qui fournit du 24 V c.c. Sur les segments à 4 conducteurs, l'alimentation doit être fournie au niveau du port maître. Sur les segments à 2 conducteurs, il doit être utilisée une alimentation séparée au niveau de chaque esclave;
- **Termineur CompoNet:** un appareil passif améliorant les performances de communication. Un terminateur doit être monté à l'extrémité de la ligne principale la plus

éloignée du port maître d'un maître ou d'un répéteur. Tous les terminateurs comportent une résistance connectée entre les lignes de signalisation et un terminateur à 4 câbles comprend également un condensateur branché entre les lignes d'alimentation.

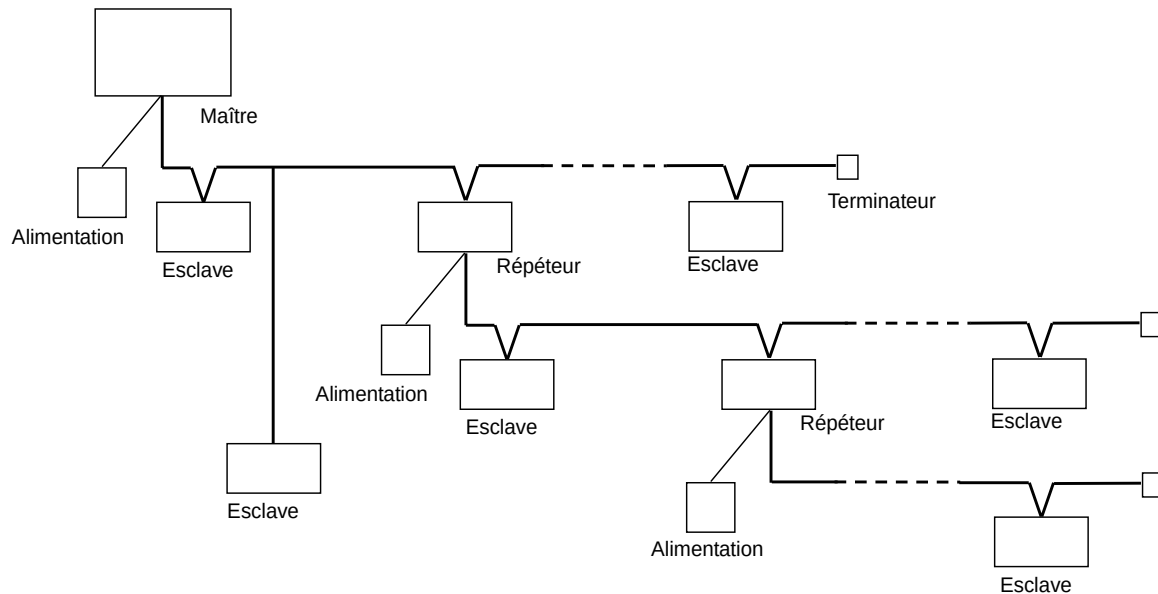


Figure 2 – Composants CompoNet

4.4 Modèle de communication CompoNet

Le modèle abstrait de communication orienté objet d'une station comprend les éléments suivants:

- **Gestionnaire de messages non connecté (UCMM):** traite les messages explicites en étant non connecté;
- **Objet Identité:** identifie et fournit des informations générales concernant l'appareil;
- **Classe Connexion:** attribue et gère les ressources internes associées aux connexions d'E/S et aux connexions de messagerie explicite;
- **Objet Connexion:** gère les aspects spécifiques de la communication associés à une relation particulière entre applications;
- **Objet Liaison CompoNet:** fournit la configuration et l'état d'une CDI CompoNet physique;
- **Routeur de messages:** transmet des messages explicites de requête à l'objet approprié;
- **Objets Applicatifs:** réalisent les fonctions prévues du produit.

4.5 CompoNet et CIP

Les couches supérieures de CompoNet utilisent un sous-ensemble du protocole CIP™²⁴ ainsi que des services spécifiés dans les CEI 61158-5-2 et CEI 61158-6-2.

Les relations entre CompoNet, CIP et le modèle de référence OSI (ISO/CEI 7498-1) sont illustrées dans le Tableau 2.

²⁴ CIP = Common Industrial Protocol.

Tableau 2 – Modèle de référence OSI et CompoNet

ISO OSI	CompoNet
7	CIP
6	néant
5	néant
4	néant
3	néant
2	domaine temporel CompoNet
1	couche physique CompoNet
0	câble and connecteur

5 Caractéristiques

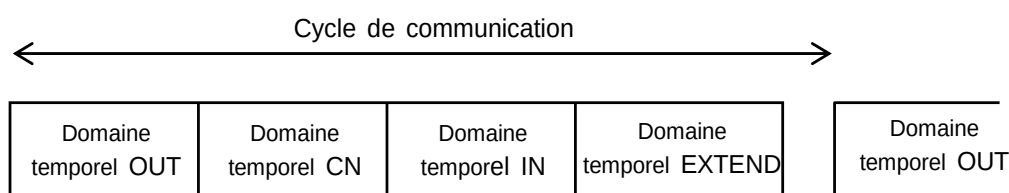
5.1 Cycle de communication

5.1.1 Généralités

Dans un réseau CompoNet, le maître commande les communications sur le bus en fonction de sa configuration. Un maître divise un cycle de communication en plusieurs domaines ou créneaux temporels.

5.1.2 Domaines temporels

CompoNet réalise l'arbitrage dans des conditions strictes de supervision du temps, gérées par le maître. Le cycle de communication est partitionné en des domaines temporels comme illustré à la Figure 3. Chaque station obtient le droit d'envoyer des données vers le réseau au cours d'une période de temps spécifiée, une fois écoulé le domaine temporel OUT.

**Figure 3 – Domaines temporels**

Le premier domaine de chaque cycle de communication est le domaine temporel OUT. Les domaines suivants sont le domaine temporel CN, le domaine temporel IN et le domaine temporel EXTEND.

- **Domaine temporel OUT:** le maître envoie une trame OUT ou une trame TRG au cours de cette période;
- **Domaine temporel CN:** les trames CN sont envoyées au cours de cette période. Le nombre de trames CN est établi par le maître;
- **Domaine temporel IN:** les trames IN sont envoyées au cours de cette période, par tous les appareils de type entrée, consécutivement;
- **Domaine temporel EXTEND:** le maître exécute les communications de messages au cours de cette période. Les trames événements, c'est-à-dire les trames A_EVENT et B_EVENT peuvent être envoyées au cours de cette période. Les trames BEACON doivent être envoyées périodiquement. Le maître peut envoyer une trame BEACON avant le début

de chaque domaine temporel OUT ou au cours d'un domaine temporel EXTEND sans activité.

5.1.3 Cycle de communication type

Le maître envoie d'abord une trame OUT. L'achèvement de la trame OUT déclenche les esclaves et les répéteurs qui lancent leurs temporisateurs. Les esclaves ou répéteurs sollicités par le champ « CN Request MAC ID Mask » (masque de MAC ID de requête d'état de connexion) dans la trame OUT, transmettent consécutivement leurs trames CN. Celles-ci sont suivies par les trames IN de tout appareil IN à l'état de « Participation », sauf pour le sous-état EventOnly, à une séquence temporelle prédéfinie (voir la Figure 4). Ainsi, une trame de commande d'événement et une éventuelle trame d'acquiescement immédiat, peuvent être transmises sur le bus, en fonction de l'ordonnancement du maître. Le maître, les esclaves et les répéteurs peuvent envoyer une trame de commande d'événement et la station désignée dans le champ « Event command frame destination MAC ID » (MAC ID de destination de la trame de commande d'événement) envoie, si cela lui est demandé, une trame d'acquiescement d'événement.

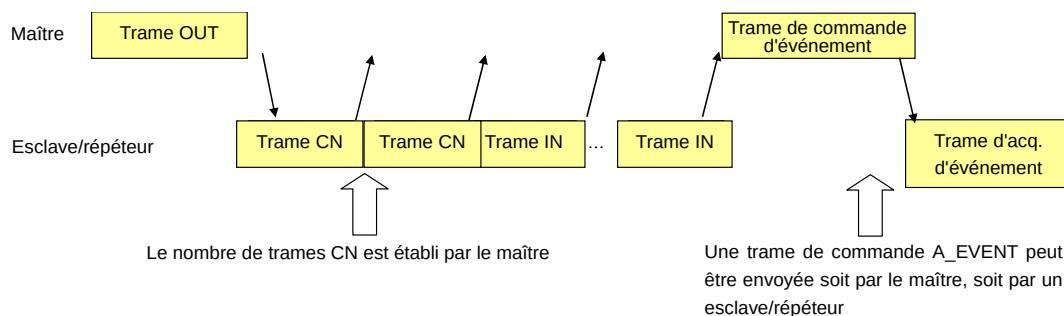


Figure 4 – Cycle de communication type

5.2 Protocole de messagerie

5.2.1 Format de trame de message

5.2.1.1 Généralités

Une trame de message type est constituée d'un préambule, d'un code de commande, de bloc(s) dépendant(s) du code de commande et d'un CRC, comme illustré à la Figure 5.

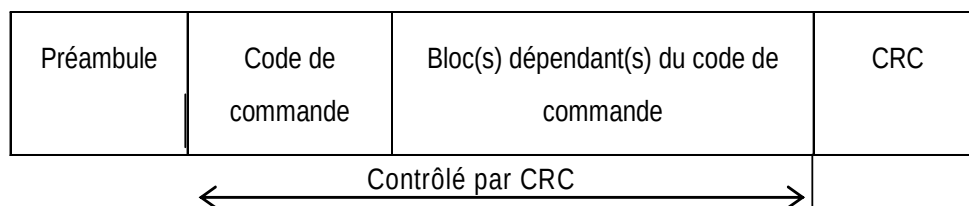


Figure 5 – Trame générique

Il existe sept types de trames:

OUT	pour <u>OUT</u> put data (Données de sortie).
TRG (<u>TRiG</u> ger)	pour <u>TRiG</u> ger (Déclenchement).
CN	pour <u>Con</u> <u>N</u> nection status (Etat de connexion).
IN	pour INput data (Données d'entrée).
A_EVENT	pour <u>App</u> lication <u>EVEN</u> T (Communication d'un événement lié à une application).

B_EVENT	pour Base memory <u>E</u> VENT (Communication d'un événement lié à la mémoire de base).
BEACON	trame d'information générée par le maître.

La définition des codes de commande est fournie dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Codes de commande

Code de commande							Signification
B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
0	0	0	1	x	x	x	OUT
0	0	1	1	x	x	x	TRG (TRiGger)
0	1	x	x				CN
1	0						IN
1	1	1	x	x	x		A_EVENT
1	1	0	x	x	x		B_EVENT
0	0	0	0	1			BEACON

Toutes les trames utilisent le même préambule.

Il est utilisé deux types de polynômes générateurs de CRC: CRC8 (8 bits) et CRC16 (16 bits).

5.2.1.2 Préambule

La partie préambule d'une trame est constituée de 10 marques: 0011 1001 10. Voir la Figure 6.

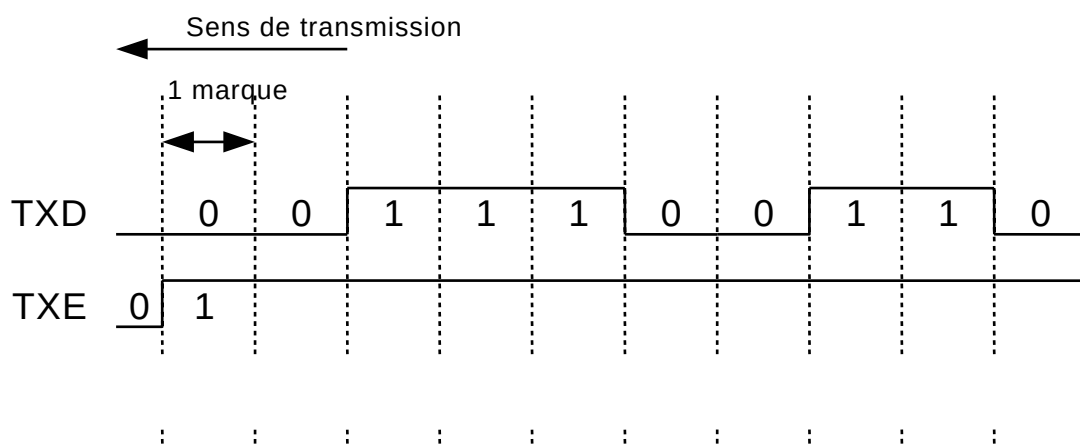


Figure 6 – Préambule de trames

5.2.1.3 Polynômes générateurs de CRC

2 types de polynômes générateurs de CRC sont utilisés. Voir la Figure 7 et la Figure 8.

Le CRC8 utilise le polynôme générateur $X^8 + X^7 + X^4 + X^3 + X + 1$

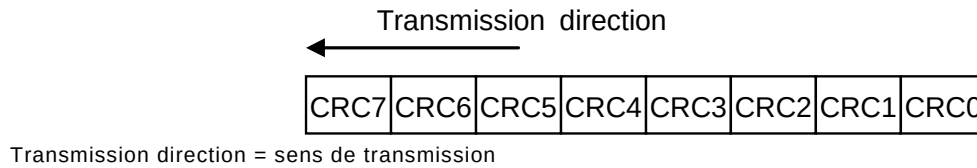


Figure 7 – Sens de transmission

Le CRC16 utilise le CRC du CCITT, le polynôme générateur est $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$.

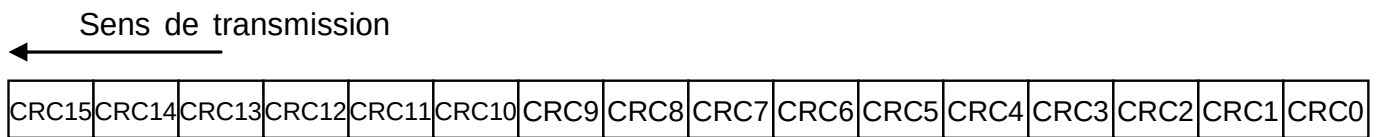


Figure 8 – Sens de transmission

5.2.1.4 Sens de transmission du code de commande et du bloc dépendant des commandes

Les sens de transmission sont LSB (bit de poids faible) en premier lieu, comme décrit ci-dessous:

- le sens de transmission du code de commande est LSB en premier, c'est-à-dire qu'il commence à partir de B0;
- le sens de transmission pour le MAC ID est LSB en premier;
- le sens de transmission de la Longueur est LSB en premier;
- le sens de transmission des données de sortie est LSB en premier. En d'autres termes, il commence à partir de Mot0_bit0 jusqu'à Mot0_bit15 et ainsi de suite pour les mots suivants;
- le sens de transmission pour des données A_EVENT est LSB en premier. En d'autres termes, il commence à partir de Mot0_bit0 jusqu'à Mot0_bit15 et ainsi de suite pour les mots suivants;
- le sens de transmission pour des données B_EVENT est LSB en premier. En d'autres termes, il commence à partir de Mot0_bit0 jusqu'à Mot0_bit15 et ainsi de suite pour les mots suivants.

5.2.1.5 Restrictions de commande pour un MAC esclave

Le Tableau 4 ci-après donne un résumé des événements réseau et des états dans lesquels les événements sont traités.

Tableau 4 – Restrictions de commande pour un MAC esclave

MAC Fonction	Événement	Etat				
		INIT	Hors ligne ou verrouillé	En ligne	CommFault (défaut de communication)	EventOnly (événement uniquement)
Réception	OUT/TRG	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
	CN	Non	Non	Non	Non	Non
	A_EVENT	Non	Non	Oui	Non	Oui
	B_EVENT	Non	Oui	Oui	Non	Oui
	Poll (B_EVENT) - Interrogations	Non	Non	Oui	Non	Oui
	IN	Non	Non	Non	Non	Non
	BEACON	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	CRC_OK_frame	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
Emission	CN_frame	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
	IN_frame	Non	Non	Oui	Non	Non
	A_EVENT	Non	Non	Oui	Non	Oui

L'événement CRC_OK_frame indique qu'une trame ayant un CRC correct a été reçue. L'événement est défini pour être utilisé lors de la détection du débit de données.

5.2.2 Types de trames de messages

5.2.2.1 Trame OUT

5.2.2.1.1 Généralités

Une trame OUT est un message multidiffusion généré uniquement par le maître et envoyé à tous les esclaves et répéteurs du réseau. Les trames OUT sont utilisées aux fins suivantes:

- données OUT transmises par le maître à tous les esclaves OUT dans un message de diffusion;
- les adresses des stations qui doivent envoyer des trames CN au cours de leur domaine temporel CN ultérieur sont désignées par cette trame;
- après détection de l'achèvement d'une trame OUT, les esclaves IN verrouillent leurs données d'entrée;
- les esclaves et les répéteurs lancent leurs temporisateurs internes une fois détecté l'achèvement d'une trame OUT. Ces temporisateurs internes sont utilisés pour participer correctement aux domaines temporels ultérieurs du cycle de communication;
- sur détection d'une trame OUT, chaque esclave OUT consomme ses données de sortie à partir d'une position préétablie dans la trame.

La Figure 9 et le Tableau 5 décrivent le format et la signification des blocs d'une trame OUT.

Préambule	Code de commande	CN Request MAC ID Mask	Longueur	Données OUT	CRC16
5 bits	7 bits	9 bits	7 bits	0 bits à 1 280 bits	16 bits

Figure 9 – Format de trame de sortie (OUT)

Tableau 5 – Description des dénominations de blocs

Dénomination du bloc	Nombre de bits (en bits)	Description de la fonction
Code de commande	7	Identifie cette trame comme étant une trame OUT.
CN Request MAC ID Mask	9	Utilisé par des esclaves ou des répéteurs pour déterminer le MAC ID des stations qui doivent répondre à une trame CN au cours du domaine temporel CN.
Longueur	7	Longueur des données OUT (en mots); l'indication est de 0 à 80 mots.
Données OUT (bloc de données OUT n°0 à 79)	0 à 1 280	Indique des données OUT du maître vers les esclaves. La valeur est de 0 à 1 280 points (en 16 points).

5.2.2.1.2 Code de commande

La Figure 10 donne la définition des codes de commande.

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
0	0	0	1	Rafraîchissement des E/S	Cible du CN	

Figure 10 – Code de commande OUT

Cible du CN (CN Target): Le maître utilise ces paramètres comme indiqué dans le Tableau 6 pour sélectionner les stations qui doivent répondre avec une trame CN.

Tableau 6 – Cible du CN

Cible du CN		
B5	B6	Description
1	0	Stations à l'état de « Participation »
0	1	Stations à l'état de « Non Participation »
1	1	Stations à l'état « Communication Fault » (Défaut de communication)
0	0	Interdiction d'envoi de CN_frame (trame CN)

Rafraîchissement des E/S: Si le bit de rafraîchissement des E/S (voir Tableau 7) est à 0, aucune trame IN n'est envoyée des esclaves au maître. Les données de sortie de la trame OUT ne doivent pas être consommées par les esclaves.

Tableau 7 – Rafraîchissement des E/S

Rafraîchissement des E/S	
B4	Description
0	Désactivation du rafraîchissement des E/S
1	Activation du rafraîchissement des E/S

5.2.2.1.3 Masque MAC ID de requête CN (CN request MAC ID mask)

Les stations ayant les mêmes bits supérieurs du masque de MAC ID de requête (CN Request MAC ID Mask) envoient des trames CN dans l'ordre croissant de leurs bits inférieurs.

Par exemple, si la valeur CnFrameAddressMask (masque d'adresse de trame CN) dans le STW est 4 (16 trames CN par domaine temporel CN) et si cette valeur est 48, les stations dont le MAC ID va de 48 à 63 répondent par des trames CN.

5.2.2.1.4 Longueur

Il s'agit de la longueur des données de sortie allant de 0 à 80, en mots.

5.2.2.1.5 Données de sortie

Les données de sortie sont envoyées pour consommation par les esclaves. Elles sont toujours envoyées en multiples de mots.

Pour les esclaves en mode « mots », le « OutBlockPointer[6:0] » établi par STW à partir du maître décide de l'emplacement des données de sortie dans la trame. Par exemple, la valeur 3 de « OutBlockPointer[6:0] » signifie que les données de sortie de l'esclave partent de la position du mot 3 des « données de sortie » dans des trames OUT. Le nombre de mots des données de sortie que l'esclave consomme est rapporté dans le paramètre « OutIoModeStatus » de STR.

Pour les esclaves en mode « bits », une combinaison du « OutBlockPointer[6:0] » établie par STW à partir du maître, ainsi que de son adresse, détermine l'emplacement des données d'appareil dans les données de sortie. Un mot des données de sortie correspond à un groupe de huit adresses de stations esclaves en mode « bits » (2 bits pour chaque adresse). Les 3 bits inférieurs de l'adresse de la station correspondent à l'emplacement des données de sortie dans le mot. Par exemple, si l'adresse de trois LSB est « 001 », le bit 2 du mot, désigné par « OutBlockPointer[6:0] » est l'adresse de départ des données de l'appareil.

L'application ne peut utiliser des données de sortie reçues à partir de trames OUT qu'après que l'esclave ait été désigné par le maître.

5.2.2.2 Trame TRG

5.2.2.2.1 Généralités

Une trame TRG fonctionne de la même manière qu'une trame OUT sauf qu'elle ne fournit aucune donnée de sortie. Elle ne peut être générée que par le maître. Son objectif et sa signification sont fournis ci-après:

- elle désigne les adresses des stations qui doivent envoyer les trames CN;
- une fois détecté l'achèvement d'une trame TRG, les esclaves IN verrouillent leurs données d'entrée;
- une fois détecté l'achèvement d'une trame TRG, les esclaves et répéteurs indiqués lancent leurs temporisateurs internes. Les trames CN et les trames IN attendues sont successivement envoyées.

La Figure 11 et le Tableau 8 décrivent le format et la signification des blocs d'une trame TRG.

Préambule	Code de commande	CN request MAC ID mask	CRC8
5 bits	7 bits	9 bits	8 bits

Figure 11 – Format de trame TRG

Tableau 8 – Description des dénominations de blocs

Dénomination du bloc	Nombre de bits (en bits)	Fonction
Commande	7	Identifie cette trame comme étant une trame TRG
CN Request MAC ID Mask	9	Utilisé par des esclaves ou des répéteurs pour déterminer le MAC ID des stations qui doivent répondre à une trame CN au cours du domaine temporel CN.

5.2.2.2.2 Code de commande

La Figure 12 donne la définition des codes de commande.

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
0	0	1	1	Rafraîchissement des E/S	Cible du CN	

Figure 12 – Code de commande TRG

Cible du CN: Voir 5.2.2.1.2

Rafraîchissement des E/S: Voir 5.2.2.1.2

5.2.2.2.3 Masque MAC ID de requête CN

Voir 5.2.2.1.3

5.2.2.3 Trame CN

5.2.2.3.1 Généralités

Une trame CN est utilisée par des esclaves et des répéteurs afin d'informer le maître de leur état. Le champ "CN Request MAC ID Mask" dans une trame OUT ou TRG désigne un groupe de stations qui doivent rendre compte de leur état. Le nombre de trames CN envoyées est spécifié par le maître lors de la configuration.

Par ailleurs, des esclaves peuvent utiliser une trame CN pour informer le maître d'une requête d'envoi d'un événement. Les trames CN ne peuvent être envoyées que par des esclaves et des répéteurs.

La Figure 13 et le Tableau 9 décrivent le format et la signification des blocs d'une trame CN.

Préambule	Code de commande	MAC ID source	Etat	CRC8
5 bits	4 bits	9 bits	4 bits	8 bits

Figure 13 – Format de trame d'état de connexion (CN)

Tableau 9 – Description des dénominations de blocs

Dénomination du bloc	Nombre de bits (en bits)	Fonction
Code de commande	4	Identifie cette trame comme étant une trame CN
MAC ID source	9	Indique le MAC ID source de la trame CN
Etat	4	Indique l'état de l'application

5.2.2.3.2 Code de commande

La Figure 14 donne la définition des codes de commande.

B0	B1	B2	B3
0	1	Etat de la fonction de vérification de duplication d'adresses	Requête d'envoi d'une trame A_EVENT

Figure 14 – Code de commande CN

Duplicate check function status (Etat de la fonction de vérification de duplication):

Un esclave ou un répéteur qui utilise ce bit pour rendre compte de la fonction de vérification de duplication d'adresses MAC ID.

Si ce bit est réinitialisé pour une station à l'état de « Non Participation », la vérification de duplication d'adresses MAC ID est active. Dans cet état, le compteur CN de la station s'incrémente après chaque trame CN envoyée par la station sans réception d'une trame STW. Si le compteur atteint 16 sans passage à l'état de « Participation », l'état de la station devient « Défaut de communication ».

Le bit est ignoré lorsqu'il est envoyé à partir de stations à l'état de « Participation ».

Le compteur CN peut être arrêté par une opération "**STW_Standby Locked**" (trame STW verrouillée en attente) (voir 5.4.3). Une station verrouillée envoie ce bit à "1". Voir le Tableau 10.

Tableau 10 – Etat de la fonction de vérification de duplication d'adresses

B2	Description
0	Vérification de duplication d'adresses MAC ID active
1	Vérification de duplication d'adresses MAC ID inactive

Requête d'envoi d'une trame A_EVENT:

Ce bit est utilisé par un esclave ou un répéteur pour informer le maître d'un éventuel besoin d'envoyer une trame A_EVENT. Voir le Tableau 11.

Tableau 11 – Requête d'envoi de trame A_EVENT

B3	Description
1	Nécessité d'envoyer une trame A_EVENT
0	Pas de requête d'envoi d'une trame A_EVENT

5.2.2.3.3 MAC ID source

Il s'agit du MAC ID de la station, sur 9 bits.

5.2.2.3.4 Etat

Ces bits sont utilisés par un esclave ou un répéteur pour rendre compte au maître des états d'avertissement et d'alarme des applications. Comme le montre le Tableau 12, 2 bits réservés doivent être remis à "0".

Tableau 12 – Etat de trames CN

B0	B1	B2	B3
Avertissement	Alarme	Réservé	

Attention: Ce bit est mis à “1” en cas d'erreur, comme par exemple une nécessité de maintenance. Ce type de situation peut éventuellement poser problème. Voir le Tableau 13.

Tableau 13 – Bit d'avertissement de trames CN

B0	Description
1	Vrai
0	Faux

Alarme: Ce bit est mis à “1” en cas de détection d'une erreur critique, comme par exemple un dysfonctionnement de la mémoire permanente. Voir le Tableau 14.

Tableau 14 – Bit d'alarme de trames CN

B1	Description
1	Vrai
0	Faux

5.2.2.4 Trame IN

5.2.2.4.1 Généralités

Une trame IN n'est générée que par des esclaves qui envoient des données d'entrée au maître. Voir la Figure 15 et le Tableau 15.

Préambule	Code de commande	MAC ID source	Longueur	IN données	CRC8
5 bits	2 bits	9 bits	5 bits	2 bits à 256 bits	8 bits

Figure 15 – Format de trame d'entrée (IN)

Tableau 15 – Description des dénominations de blocs

Dénomination du bloc	Nombre de bits (en bits)	Description de la fonction
Commande	2	Identifie cette trame comme étant une trame IN.
MAC ID source	9	Indique le MAC ID source des données IN.
Longueur	5	La longueur codée en 5 bits indique 2, 4, 8, 16, 32, 48, ..., 256 bits de données d'entrée.
Données IN	2 à 256	Trame IN pour esclave en mode « mots »: 8 à 256 points de données IN. Trame IN pour esclave en mode « bits »: les données IN sont fixées à 2 bits ou 4 bits.

5.2.2.4.2 Code de commande

La Figure 16 donne la définition des codes de commande.

B0	B1
1	0

Figure 16 – Code de commande IN**5.2.2.4.3 MAC ID source**

Il s'agit du MAC ID d'un esclave qui produit des données d'entrée.

5.2.2.4.4 Longueur

Le Tableau 16 donne la définition des longueurs codées.

Tableau 16 – Longueur codée

B0	B1	B2	B3	B4	Description
0	0	0	0	0	2 bits
1	0	0	0	0	4 bits
0	1	0	0	0	8 bits
1	1	0	0	0	16 bits
0	0	1	0	0	32 bits
					... (incrément de 16 bits)
0	1	0	0	1	256 bits
1	1	0	0	1	Réservé
					...
1	1	1	1	1	Réservé

5.2.2.4.5 Données d'entrée

La longueur des données d'entrée doit être identique à ce qui est indiqué par le champ "longueur" de la trame.

5.2.2.5 Trame A_EVENT**5.2.2.5.1 Généralités**

La trame A_EVENT est utilisée pour exécuter la communication de messages explicites destinés à la couche Application. Des trames A_EVENT peuvent être transmises par tous les appareils. Elles sont utilisées aux fins suivantes:

- communication d'événements entre le maître et un esclave ou un répéteur.
- communication d'événements entre des esclaves et des répéteurs. Ceci est réalisé par le maître agissant comme intermédiaire ou mandataire pour le client demandeur. Le message de requête est acheminé par le maître au serveur et la réponse du serveur est réacheminée vers le client initial.

La Figure 17 et le Tableau 17 décrivent le format et la signification des blocs d'une trame A_EVENT.

Préambule	Code de commande	MAC ID de destination	MAC ID source	Longueur	Données d'évènements	CRC16
5 bits	6 bits	9 bits	9 bits	5 bits	0 bits à 352 bits	16 bits

Figure 17 – Format d'une trame A_EVENT

Tableau 17 – Description des dénominations de blocs

Dénomination du bloc	Nombre de bits (en bits)	Description de la fonction
Commande	6	Identifie cette trame comme étant une trame A_EVENT
MAC ID de destination	9	Indique le MAC ID de destination des données d'événements
MAC ID source	9	Indique le MAC ID source des données d'événements
Longueur	5	Indique (en mots) la longueur des données d'événements de 0 à 22 mots. Il est interdit d'utiliser les longueurs 23 à 31
Données d'événements	0 à 352	Données d'événements de 0 à 22 mots

La communication des événements a lieu au cours du domaine temporel EXTEND.

5.2.2.5.2 Code de commande

La Figure 18, le Tableau 19 et le Tableau 20 donnent la définition des codes de commande.

B0	B1	B2	B3	B4	B5
1	1	1	Acquittement	Type de commande	

Figure 18 – Code de commande A_EVENT

Acquittement Si le bit est mis à 1, un récepteur doit renvoyer un acquittement en réponse à une requête A_EVENT. Dans les trames d'acquittement de requêtes A_EVENT, le bit doit être mis à zéro. Dans les trames de requête A_EVENT, le bit doit être mis à 1.

Tableau 18 – Bit d'acquittement de A_EVENT

B3	Description
0	Aucun acquittement n'est requis
1	Un acquittement est requis

Type de commande: Cette partie du code est utilisée pour indiquer si la commande est une requête ou un acquittement. Un acquittement positif signifie qu'une commande complète a été reçue pour traitement par le récepteur. Ceci ne signifie pas que le récepteur a accepté la commande. Un acquittement négatif signifie que pour l'instant, le récepteur ne peut recevoir la commande. L'entité qui est à l'origine de la commande peut programmer une nouvelle tentative ultérieure.

Tableau 19 – Type de commande de trame A_EVENT

B4	B5	Description
0	0	Cette commande est une requête
1	0	Acquittement positif
1	1	Acquittement négatif, le récepteur est à l'état d'occupation
0	1	Réservé

5.2.2.5.3 MAC ID de destination et MAC ID source

Pour une trame A_EVENT quelconque, le MAC ID maître doit être soit le MAC ID de destination, soit le MAC ID source.

Pour une trame A_EVENT envoyée par un esclave ou un répéteur, le MAC ID de destination est le MAC ID maître.

Pour une trame A_EVENT envoyée par le maître, le MAC ID source est le MAC ID maître.

5.2.2.5.4 Longueur

Cette partie indique la longueur des données d'événements, de 0 à 22 mots. Il est interdit d'utiliser les valeurs 23 à 31.

Pour un acquittement, cette valeur doit être à 0.

5.2.2.5.5 Données A_EVENT

Les données A_EVENT ont une longueur maximale de 22 mots par trame. Les données sont utilisées pour des messages explicites. Les formats sont définis en 5.2.3.2.

Lorsque les adresses de la source et de la destination de messages explicites dans les données A_EVENT ne sont pas identiques aux MAC ID source et de destination, la trame A_EVENT est traitée par un mandataire du maître.

Pour un acquittement, il ne doit y avoir aucune donnée.

5.2.2.6 B_EVENT frame

5.2.2.6.1 Généralités

La trame B_EVENT est uniquement une trame de communication d'événement pour la couche Liaison de données. Chaque station dispose de ses propres réglages et paramètres de liaison des données. La trame B_EVENT est utilisée par le maître pour obtenir ou configurer ces réglages et paramètres concernant la liaison des données. De la même manière, le maître utilise la trame B_EVENT afin de permettre à un esclave ou à un répéteur d'envoyer une trame A_EVENT. La Figure 19 et le Tableau 20 décrivent le format et la signification des blocs d'une trame B_EVENT.

Préambule	Code de commande	MAC ID de destination	MAC ID source	Longueur	Données d'événements	CRC16
5 bits	6 bits	9 bits	9 bits	5 bits	16 bits à 352 bits	16 bits

Figure 19 – Format d'une trame B_EVENT

Tableau 20 – Description des dénominations de blocs

Dénomination du bloc	Nombre de bits (en bits)	Description de la fonction
Commande	6	Identifie cette trame comme étant une trame B_EVENT.
MAC ID de destination	9	Indique le MAC ID de destination.
MAC ID source	9	Indique le MAC ID source des données d'événements.
Longueur	5	Indique la longueur des données d'événements, de 1 à 22 mots.
Données d'événements	16 à 352	Données d'événements de 1 à 22 mots.

La trame B_EVENT est également utilisée pour détecter la duplication d'adresses MAC ID ainsi que pour d'autres opérations sur les stations.

5.2.2.6.2 Code de commande

La Figure 20, le Tableau 21 et le Tableau 22 donnent la définition des codes de commande.

B0	B1	B2	B3	B4	B5
1	1	0	Acquittement	Type de commande	

Figure 20 – Signification des codes de commande B_EVENT

Acquittement: Si le bit est mis à 1, un récepteur doit renvoyer un acquittement en réponse à une requête B_EVENT. Dans les trames d'acquittement à des requêtes B_EVENT ou à des trames "A_EVENT Poll Request" (requête d'interrogation A_EVENT), le bit doit être mis à zéro. Dans les trames de requête B_EVENT, le bit doit être mis à 1.

Tableau 21 – Bit d'acquittement de B_EVENT

B3	Description
0	Aucun acquittement n'est requis
1	Un acquittement est requis

Type de commande:

Tableau 22 – Type de commande de trame B_EVENT

B4	B5	Description
0	0	Cette commande est une requête pour une station à l'état de « Participation »
1	0	Acquittement positif
1	1	Acquittement négatif, le récepteur est à l'état d'occupation
0	1	Cette commande est une requête pour une station à l'état de « non participation »

5.2.2.6.3 MAC ID de destination et MAC ID source

Pour toutes les trames B_EVENT, le MAC ID maître doit être soit le MAC ID de destination soit le MAC ID source.

Pour une trame B_EVENT envoyée par un esclave ou un répéteur, le MAC ID de destination est le MAC ID maître.

Pour une trame B_EVENT envoyée par le maître, le MAC ID source est le MAC ID maître.

5.2.2.6.4 Longueur

Cette partie indique la longueur des données d'événements, allant de 1 à 22 mots. La valeur 0 ainsi que les valeurs 23 à 31 sont interdites.

Cette longueur est "1" pour une requête STR, une réponse STW et une requête d'interrogation A_EVENT.

5.2.2.6.5 Données B_EVENT

5.2.2.6.5.1 Généralités

La Figure 21, la Figure 22 et le Tableau 23 décrivent le format et la signification des blocs d'une trame B_EVENT.

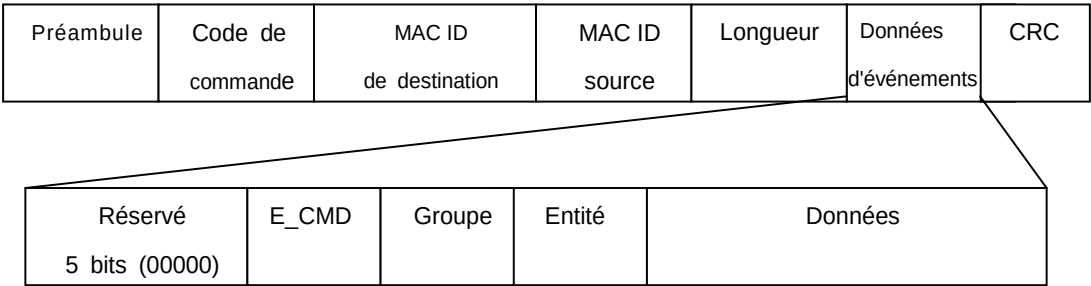


Figure 21 – Format de message B_EVENT

E_CMD:

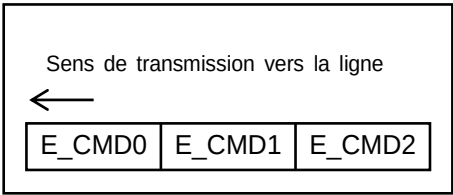


Figure 22 – Bloc E_CMD

Tableau 23 – Significations du bloc E_CMD

E_CMD0	E_CMD1	E_CMD2	Signification
0	0	0	Lecture requête / réponse
0	0	1	Ecriture requête / réponse
0	1	0	RESERVE
0	1	1	
1	0	0	A_EVENT Poll Request (Requête d'interrogation d'une trame A_EVENT)
1	0	1	RESERVE
1	1	0	
1	1	1	
NOTE Le contenu du service est décidé dans le bloc E_CMD de la trame B_EVENT.			

Groupe: Cette partie doit être mise à “1” pour STR, à “2” pour STW, et à “0” pour “A_EVENT Poll Request » comme illustré à la Figure 23 et dans le Tableau 24:

- Groupe 1: Etat du réseau
- Groupe 2: Configuration
- Groupe 3: Obsolète
- Groupes 4 à 7: Réservé, et
- Groupe 0: A_EVENT Poll Request

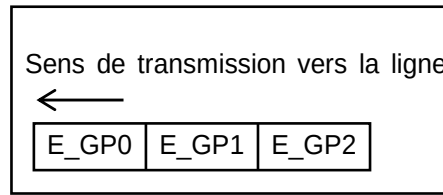


Figure 23 – Bloc “Groupe”

Tableau 24 – Significations du bloc « Groupe »

E_GP0	E_GP1	E_GP2	Signification
0	0	0	A_EVENT Poll Request
1	0	0	Etat du réseau
0	1	0	Configuration
1	1	0	Obsolète
0	0	1	RESERVE
1	0	1	
0	1	1	
1	1	1	

Entité: Cette partie doit être mise à “31” pour STR et STW, et à “0” pour « A_EVENT Poll Request » comme illustré à la Figure 24 et dans le Tableau 25:

- Entité 31: Fonctionnement STR ou STW
- Entités 1 à 21: Obsolète
- Entité 0: A_EVENT Poll Request
- Autres: Réserve

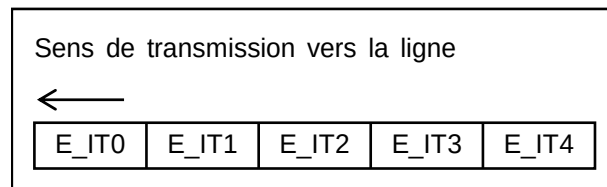


Figure 24 – Bloc “Entité”

Tableau 25 – Significations du bloc « Entité »

E_IT0	E_IT1	E_IT2	E_IT3	E_IT4	Signification
0	0	0	0	0	A_EVENT Poll Request
1	0	0	0	0	Obsolète
0	1	0	0	0	
1	1	0	0	0	
0	0	1	0	0	
1	0	1	0	0	
0	1	1	0	0	
1	1	1	0	0	
0	0	0	1	0	

E_IT0	E_IT1	E_IT2	E_IT3	E_IT4	Signification
1	0	0	1	0	
0	1	0	1	0	
1	1	0	1	0	
0	0	1	1	0	
1	0	1	1	0	
0	1	1	1	0	
1	1	1	1	0	
0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	
0	1	0	0	1	
1	1	0	0	1	
0	0	1	0	1	
1	0	1	0	1	
0	1	1	0	1	
1	1	1	0	1	
0	0	0	1	1	Réservé
1	0	0	1	1	
0	1	0	1	1	
1	1	0	1	1	
0	0	1	1	1	
1	0	1	1	1	
0	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	
0	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	Fonctionnement STR ou STW

Données: Des structures de données de Groupe 1, Groupe 2 et Groupe 0 sont spécifiées.

5.2.2.6.5.2 **Groupe « Etat du réseau »**

Les commandes (E_CMD) autres que READ (Lecture) sont interdites dans cette zone. L'accès à ce groupe est appelé "Status Reading"(Lecture d'état), abrégé en STR. La Figure 25 définit STR.

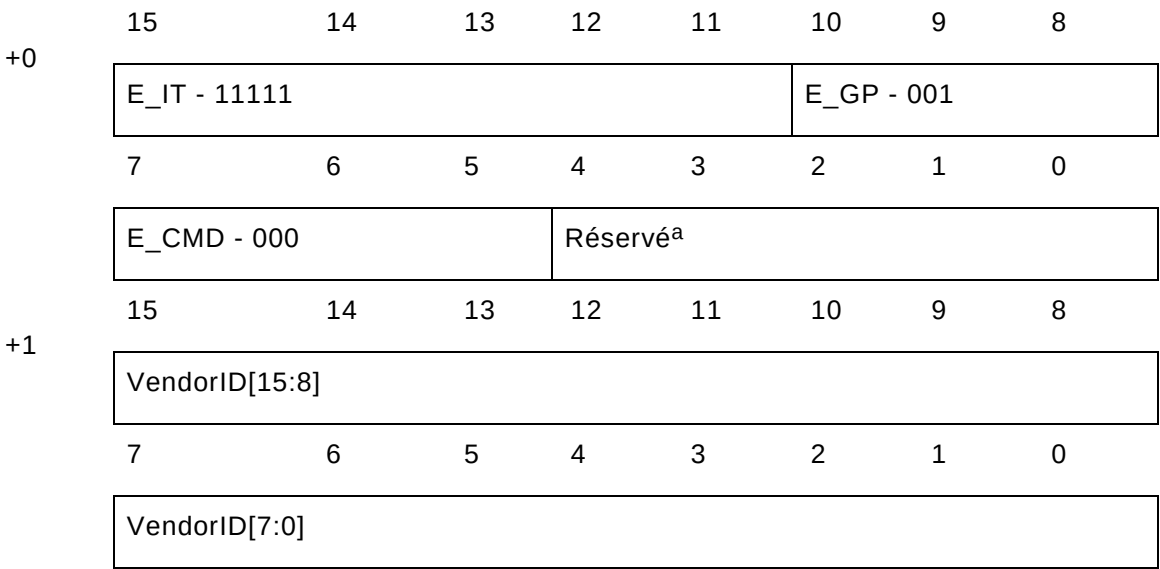


Figure 25 (suite à la page suivante)

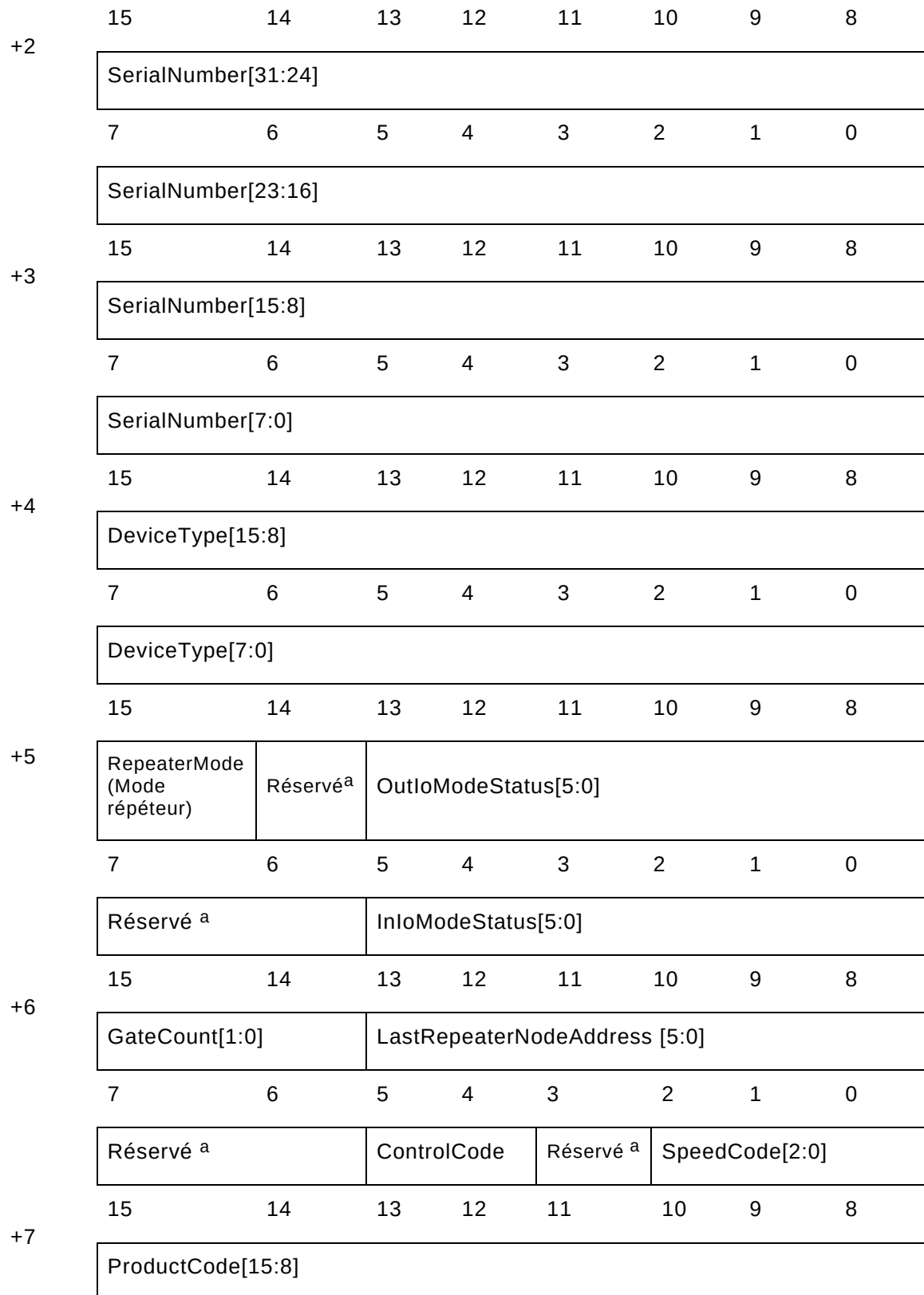


Figure 25 (suite à la page suivante)

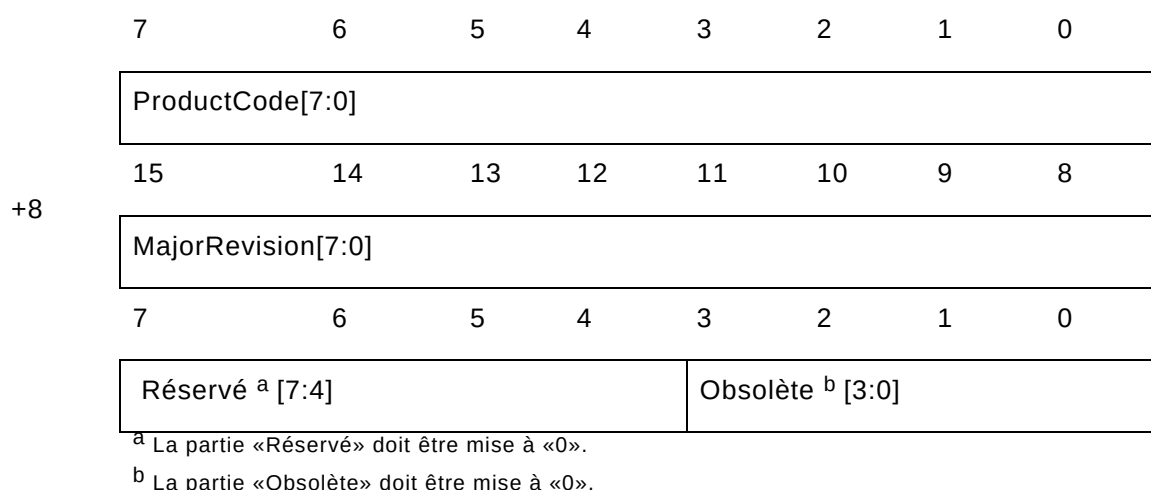


Figure 25 – Données d'événements Status Read (lecture d'état) (Réponse STR)

Données du champ STR

- a) VendorID: Attribut « ID du Vendeur » de l'Objet « Identité » tel qu'attribué par l'ODVA
- b) SerialNumber: Attribut « Numéro de série » de l'Objet « Identité »
- c) DeviceType: Attribut « type d'appareil » de l'Objet « Identité » tel que défini par l'ODVA
- d) RepeaterMode: Vrai/Faux
- e) InIoModeStatus: Longueur codée des données d'entrée et de leur état
 - 1) InIoModeStatus[5]:
 - 1: InIoModeStatus[4:0] indique la taille des données d'entrée
 - 0: pas de données d'entrée
 - 2) InIoModeStatus[4:0]:
 - 00000: 2 points; 00001: 4 points; 00010: 8 points; 00011: 16 points
 - 00100: 32 points; 00101: 48 points; 00110: 64 points; 00111: 80 points;
 - 01000: 96 points; 01001: 112 points; 01010: 128 points; 01011: 144 points;
 - 01100: 160 points; 01101: 176 points; 01110: 192 points; 01111: 208 points;
 - 10000: 224 points; 10001: 240 points; 10010: 256 points; autres: réservé
- f) OutIoModeStatus: Longueur codée des données de sortie et de leur état
 - 1) OutIoModeStatus[5]:
 - 1: OutIoModeStatus[4:0] indique la taille des données de sortie
 - 0: pas de données de sortie
 - 2) OutIoModeStatus[4:0]:
 - 00000: 2 points; 00001: 4 points; 00010: 8 points; 00011: 16 points
 - 00100: 32 points; 00101: 48 points; 00110: 64 points; 00111: 80 points;
 - 01000: 96 points; 01001: 112 points; 01010: 128 points; 01011: 144 points;
 - 01100: 160 points; 01101: 176 points; 01110: 192 points; 01111: 208 points;
 - 10000: 224 points; 10001: 240 points; 10010: 256 points; autres: réservé
- g) GateCount: 0, 1, 2; nombre de répéteurs entre le maître et la station; la valeur 2 n'est pas valable pour un répéteur.
- h) Code de contrôle: la valeur du code de contrôle de la trame BEACON la plus récente

- i) LastRepeaterNode Address: adresse du répéteur, une copie provenant de la trame BEACON
- j) SpeedCode: 0: 93,75 kbit/s; 1: réservé; 2: 1,5 Mbit/s; 3: 3 Mbit/s; 4: 4 Mbit/s.
- k) ProductCode: Attribut « code de produit » de l'Objet « Identité ».
- l) MajorRevision: Attribut « révision majeure » de l'Objet « Identité »

5.2.2.6.5.3 Groupe configuration

L'accès à ce groupe est appelé "Status Writing" (Ecriture d'état), abrégé en STW. La commande Lecture vers cette zone n'est pas autorisée. La Figure 26 définit STW.

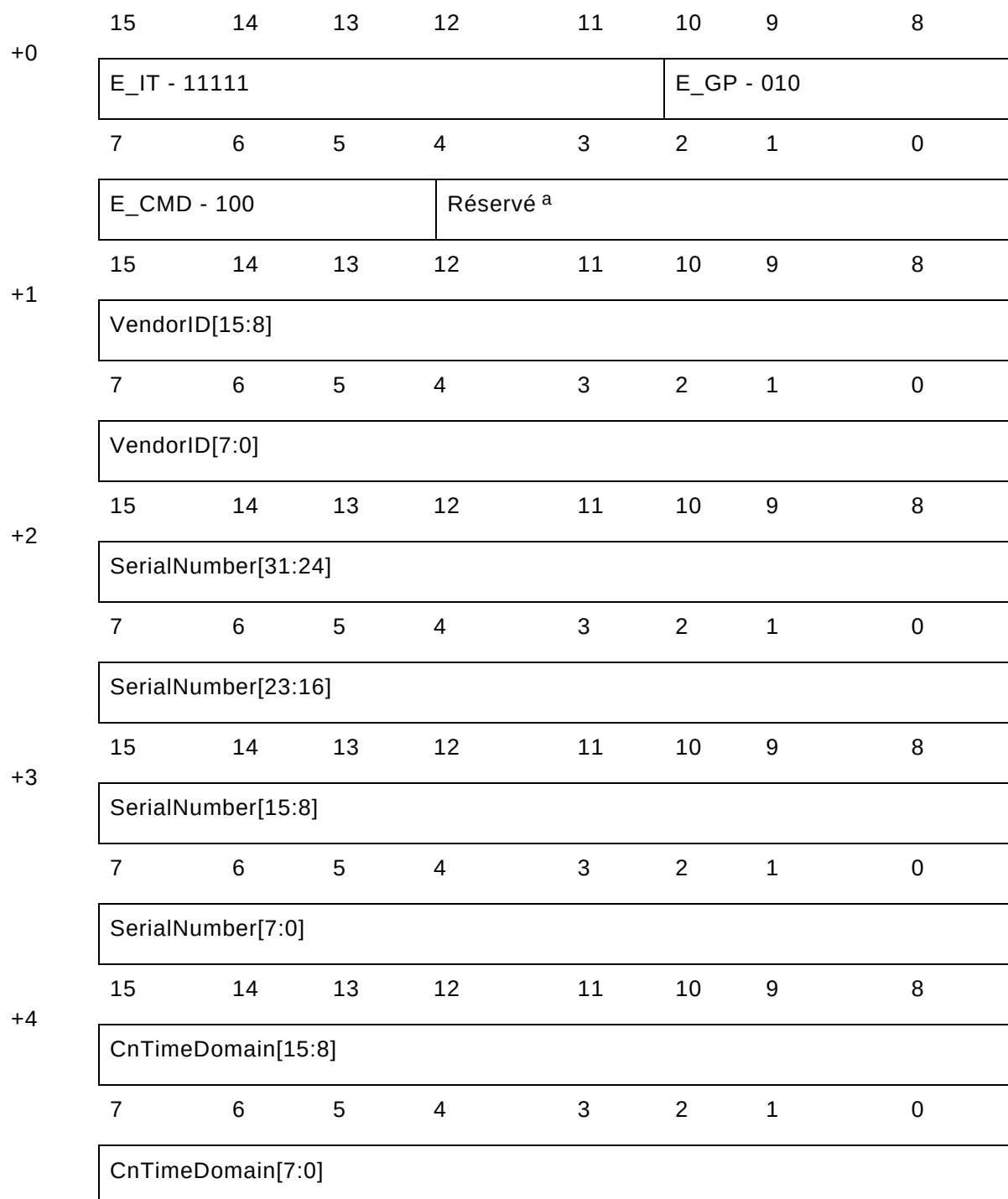
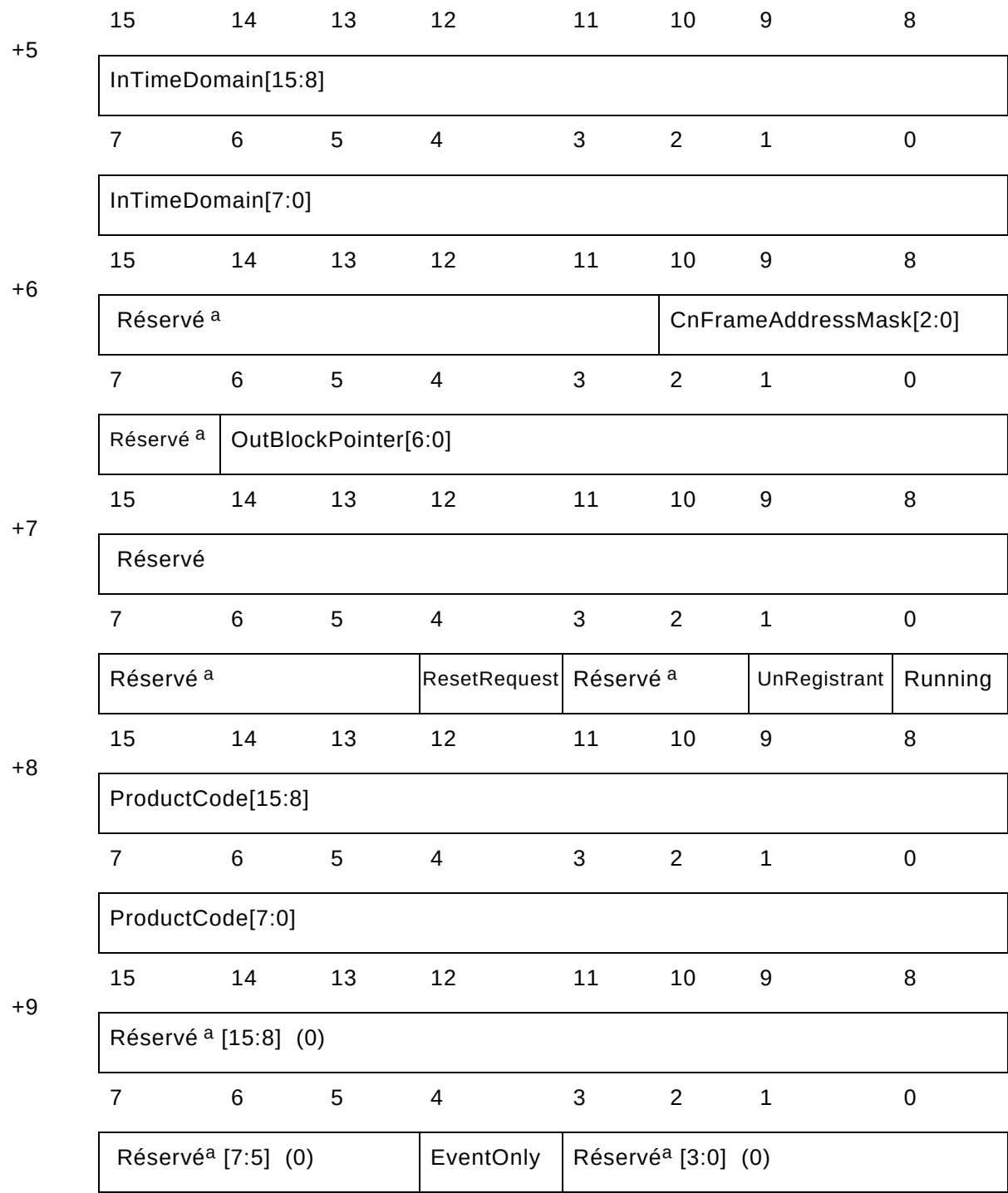


Figure 26 (suite à la page suivante)



^a La partie «Réservé» doit être mise à «0».

Figure 26 – Données d'événements de Configuration (requête STW)

Données du champ STW

- a) VendorID: attribut « ID du vendeur » de l'Objet « Identité », tel qu'attribué par l'ODVA; en général il est utilisé une copie du résultat STR.
- b) SerialNumber: attribut « numéro de série » de l'Objet « Identité »; en général il est utilisé une copie du résultat STR.

- c) CnTimeDomain: nombre de marques; ces données sont établies par le maître. Lorsqu'une station passe à l'état de "Participation", elle doit renvoyer une trame CN en fonction de ce réglage.
- d) InTimeDomain: nombre de marques; ces données sont valables pour les esclaves IN et MIX. Lorsqu'une station passe à l'état de "Participation" (à l'exclusion de l'état EventOnly), elle doit envoyer une trame IN en fonction de ce réglage.
- e) CnFrameAddressMask: Ces données sont valables pour les stations à l'état de "Participation". Elles indiquent le numéro de trame CN, après une trame OUT ou TRG qui demande des trames CN de stations à l'état de "Participation".
 - **0:** signifie une trame_CN après une trame OUT ou TRG. La station d'où le MAC ID est identifié par "CN Request MAC ID" envoie une trame CN.
 - **1:** signifie deux trames_CN après une trame OUT ou TRG. La station dont les 8 bits supérieurs de son MAC ID correspondent aux 8 bits supérieurs de "CN Request MAC ID" dans une trame OUT ou TRG envoie une trame CN.
 - **2:** 4 trames_CN, les 7 bits supérieurs du MAC ID sont comparés.
 - **3:** 8 trames_CN, les 6 bits supérieurs du MAC ID sont comparés.
 - **4:** 16 trames_CN, les 5 bits supérieurs du MAC ID sont comparés.
 - **5:** 32 trames_CN, les 4 bits supérieurs du MAC ID sont comparés.
 - **6,7:** se comportent comme la valeur 0
- f) OutBlockPointer: 0 à 79. Il indique aux esclaves de sortie l'endroit où ils récupèrent les données de sortie à partir de la trame OUT. 5.2.2.1.5.
- g) ResetRequest: réinitialise la station de la même manière qu'un cycle de mise hors/sous tension.
- h) UnRegistrant: active/désactive la fonction de vérification de duplication d'adresses. 0: Activation; 1: Désactivation. Lorsque la station est désactivée, elle arrête le compteur de trames CN, de façon à ce qu'il ne duplique pas un état d'erreur lorsque la valeur du compteur atteint 15.
- i) Running: 0: vers l'état de « Non Participation »; 1: vers l'état de « Participation »
- j) ProductCode: attribut « code de produit » de l'Objet « Identité »; en général il est utilisé une copie du résultat STR. Ces données sont ignorées par le récepteur.
- k) EventOnly: s'il est mis à "1", la station n'envoie pas une trame IN après réception d'une trame OUT ou TRG.

5.2.2.6.5.4 Groupe Requête d'interrogation A_EVENT

Le format de requête d'interrogation A_EVENT est présenté à la Figure 27.

Rang du mot	15	14	13	12	11	10	9	8
+0	Groupe=0					Entité=0		
	7	6	5	4	3	2	1	0
	E_CMD=1				0			

Figure 27 – Données d'interrogation

5.2.2.6.6 Processus de décodage de trame B_EVENT

Lorsqu'une trame B_EVENT est reçue, elle est d'abord décodée comme illustré à la Figure 28. Il s'agit de savoir si la trame reçue est une STR, une STW ou une requête d'interrogation A_EVENT.

S'il s'agit de la requête STR, elle est traitée conformément aux règles du Tableau 26.

S'il s'agit de la requête d'interrogation A_EVENT, elle est traitée conformément aux règles du Tableau 27.

S'il s'agit d'une requête STW, elle est traitée conformément aux règles du Tableau 28. Si une requête STW passe ces contrôles, les données B_EVENT de la requête STW doivent écraser les paramètres de configuration énumérés à la Figure 26. Le traitement est ensuite conforme à l'organigramme présenté à la Figure 29. Les commandes STW utilisées dans l'organigramme sont définies dans le Tableau 29.

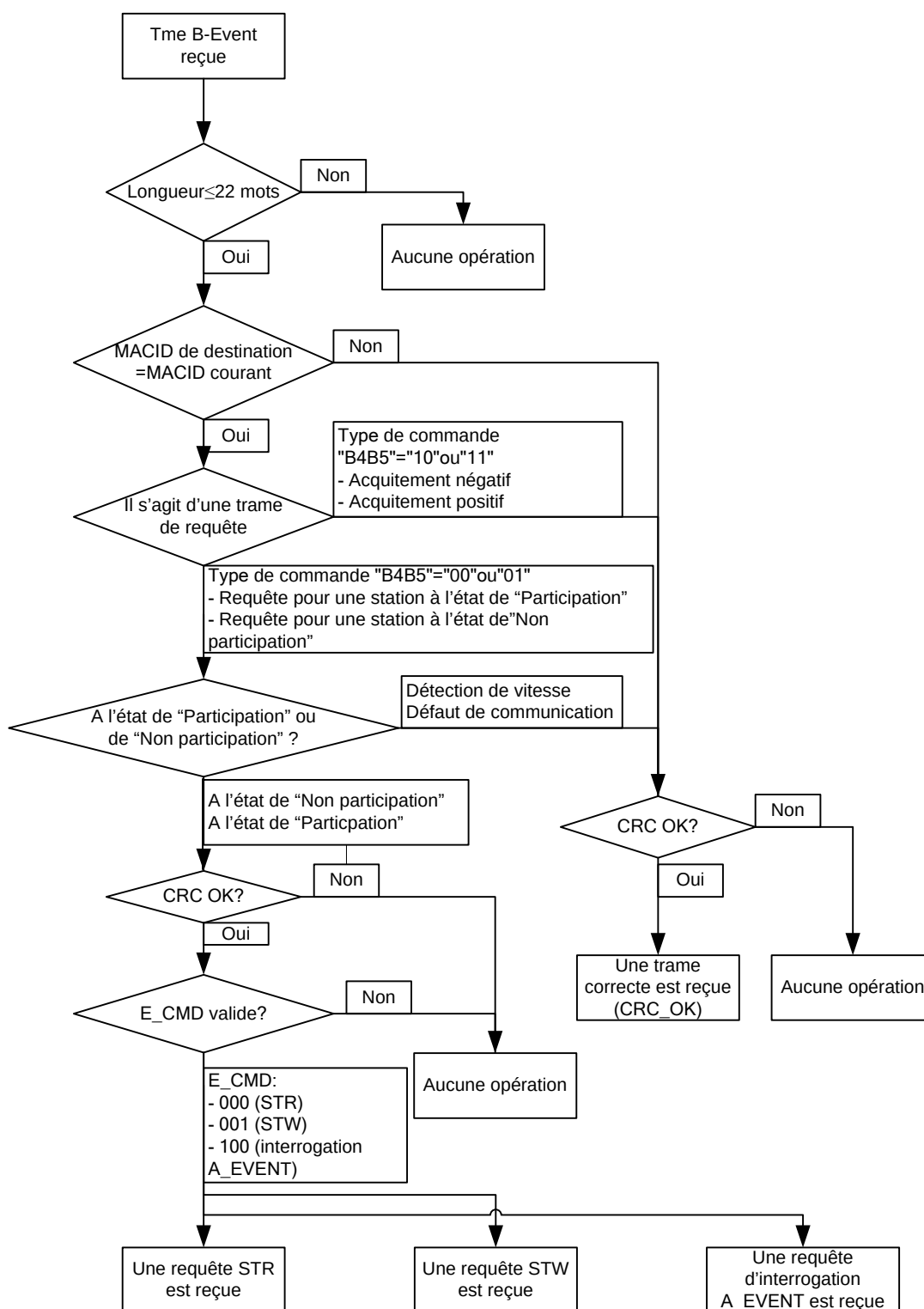


Figure 28 – Phase de décodage générique d'une trame B_EVENT

Tableau 26 – Règles de traitement d'une requête STR

Condition					Action
Code de commande			Etat courant	Mémoire tampon de réception	Réponse
B3	B4	B5			
1	0	-	-	Occupé	Acquittement négatif
0	0	-	-	Occupé	Pas d'acquittement
1	0	1	Non Participation	Libre	Acquittement positif avec données d'événements
0	0	1	Non Participation	Libre	Pas d'acquittement
-	0	1	Participation	Libre	Pas d'acquittement
-	0	0	Non Participation	Libre	Pas d'acquittement
1	0	0	Participation	Libre	Acquittement positif avec données d'événements
0	0	0	Participation	Libre	Pas d'acquittement
-:sans effet					

Tableau 27 – Règles de traitement d'une requête d'interrogation A_EVENT

Condition					Action
Code de commande			Etat courant	Mémoire tampon d'émission	Acquittement
B3	B4	B5			
1	-	-	-	-	Pas d'acquittement
-	-	-	Non Participation	-	Pas d'acquittement
0	0	1	Participation	-	Pas d'acquittement
0	0	0	Participation	Pas de A_EVENT	Pas d'acquittement
0	0	0	Participation	A_EVENT est prête	A_EVENT est envoyée
-:sans effet					

Tableau 28 – Règles de traitement d'une requête STW

Condition						Action		
Code de commande			ID vendeur/ numéro de série	Etat courant	Mémoire tampon de réception	Acquittement	Données B_EVENT	Machine d'état
B3	B4	B5						
1	0	-	_ a	_ a	Occupé	Acquittement négatif	Ne pas en tenir compte	Pas de transition
0	0	-	_ a	_ a	Occupé	Pas d'acquittement	Ne pas en tenir compte	Pas de transition
1	0	1	Concordant	Non participation	Libre	Acquittement positif	Ecrasement	Voir Figure 29
0	0	1	Concordant	Non participation	Libre	Pas d'acquittement	Ecrasement	Voir Figure 29
-	0	1	Non concordant	Non participation	Libre	Pas d'acquittement	Ne pas en tenir compte	Transition vers l'état "Défaut de communication"
-	0	1	_ a	Participation	Libre	Pas d'acquittement	Ne pas en tenir compte	Pas de transition
-	0	0	_ a	Non participation	Libre	Pas d'acquittement	Ne pas en tenir compte	Pas de transition

Condition						Action		
Code de commande			ID vendeur/ numéro de série	Etat courant	Mémoire tampon de réception	Acquittement	Données B_EVENT	Machine d'état
B3	B4	B5						
1	0	0	Concordant	Participation	Libre	Acquittement positif	Ecrasement	Voir Figure 29
0	0	0	Concordant	Participation	Libre	Pas d'acquittement	Ecrasement	Voir Figure 29
-	0	0	Non concordant	Participation	Libre	Pas d'acquittement	Ne pas en tenir compte	Transition vers l'état "Défaut de communication"

^a Le trait d'union signifie "sans effet".

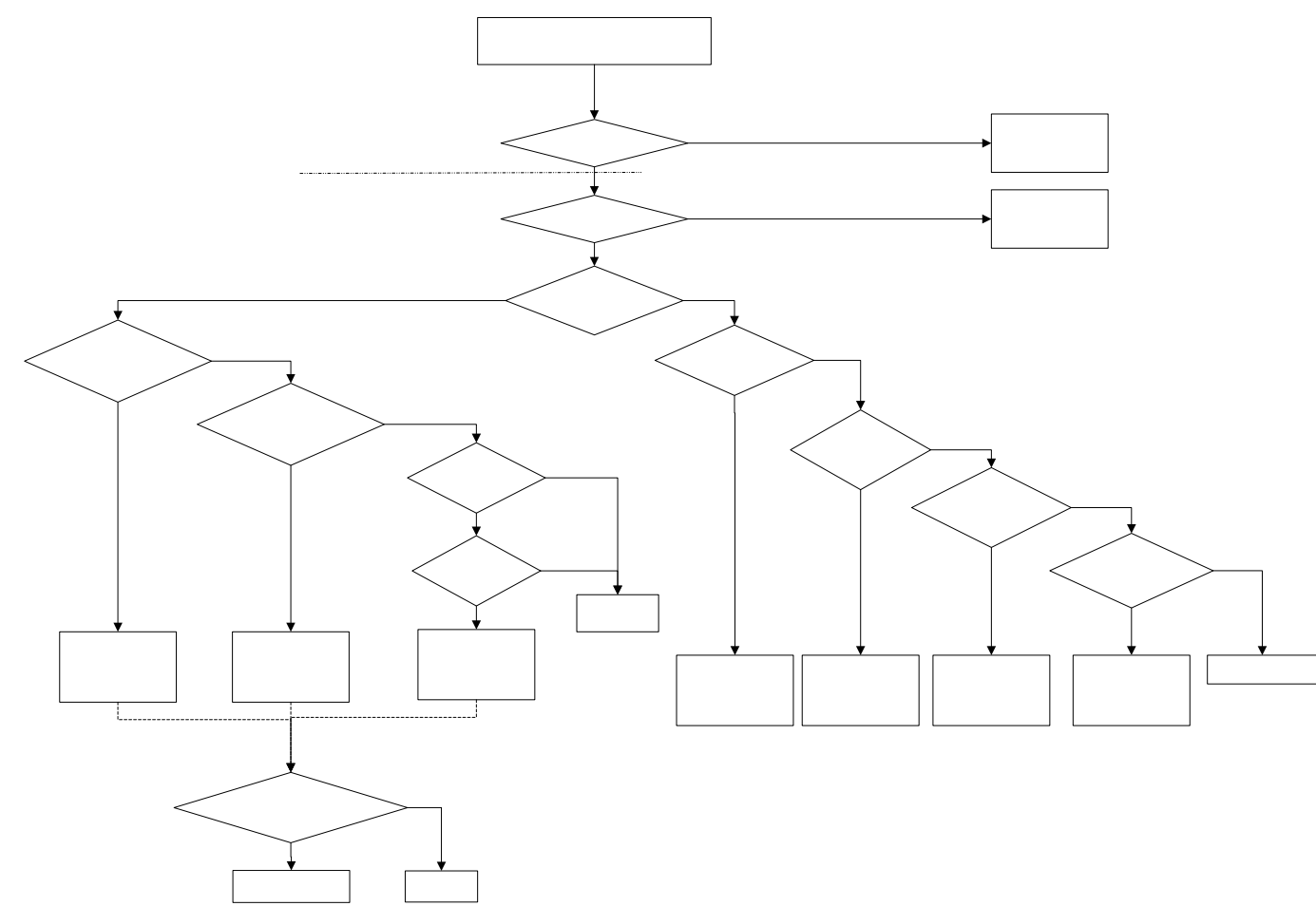


Figure 29 – Organigramme de traitement d'une requête STW concordante

Tableau 29 – Commandes de requête STW

Commandes de requête STW	Running ^a	UnRegistrant ^a	Reset request ^a	EventOnly ^a	Réservé ^a
STW_Standby Offline ^b	0	0	0	0	0
STW_Reset ^b	0	0	1	0	0
STW_Standby Locked ^b	0	1	0	0	0
STW_Run Online ^b	1	0	0	0	0
STW_Run EventOnly ^b	1	0	0	1	0

- a Voir 5.2.2.6.5.
b Voir 5.4.2 et la Figure 29.

5.2.2.7 Trame BEACON

5.2.2.7.1 Généralités

Ces trames sont générées par le maître pour indiquer aux esclaves et répéteurs que l'émission d'informations de vitesse et de connexion au réseau est en cours. La Figure 30 et le Tableau 30 décrivent le format et la signification des blocs d'une trame BEACON.

Une trame BEACON au moins doit être émise toutes les 250 ms.

Préambule	Code de commande	Code de contrôle	Code de vitesse	Adresse de station du dernier répéteur	Nombre de portes	CRC8
5 bits	5 bits	2 bits	3 bits	6 bits	2 bits	8 bits

Figure 30 – Format de trame BEACON (balise)

Tableau 30 – Description des dénominations de blocs

Dénomination du bloc	Nombre de bits (en bits)	Description de la fonction
Code de commande	5	Identifie cette trame comme étant une trame BEACON.
Code de contrôle	2	Nombre de trames CN autorisées au cours du domaine temporel CN.
Code de vitesse	3	Indique le code de vitesse de transmission.
Adresse de station du dernier répéteur	6	Indique l'adresse du dernier répéteur par lequel cette trame est passée.
Nombre de portes	2	Indique le nombre de répéteurs par lesquels cette trame est passée.

5.2.2.7.2 Code de commande

La Figure 31 donne la définition des codes de commande.

B0	B1	B2	B3	B4
0	0	0	0	1

Figure 31 – Code de commande BEACON

5.2.2.7.3 Code de contrôle

Le Code de contrôle déclare le nombre de trames CN sur un cycle de bus donné. Celui-ci n'est valable que pour les stations à l'état de "non participation". Une station à l'état de défaut de communication utilise la valeur reçue lorsque la station est à l'état de « Non Participation ». Le Tableau 31 définit le code de contrôle.

Tableau 31 – Code de contrôle de trames BEACON

B0	B1	Adresse du masque (Hex)	Signification
0	0	03	4 trames_CN après une trame OUT ou TRG. La station dont les 7 bits supérieurs de son MAC ID correspondent aux 7 bits supérieurs de "CN Request MAC ID" dans une trame OUT ou TRG envoie une trame CN.

B0	B1	Adresse du masque (Hex)	Signification
1	0	07	8 trames_CN après une trame OUT ou TRG. La station dont les 6 bits supérieurs de son MAC ID correspondent aux 6 bits supérieurs de "CN Request MAC ID" dans une trame OUT ou TRG envoie une trame CN.
0	1	0F	16 trames_CN après une trame OUT ou TRG. La station dont les 5 bits supérieurs de son MAC ID correspondent aux 5 bits supérieurs de "CN Request MAC ID" dans une trame OUT ou TRG envoie une trame CN.
1	1	0F	

5.2.2.7.4 Code de vitesse

Le Tableau 32 définit le code de vitesse.

Tableau 32 – Code de vitesse de trames BEACON

B0	B1	B2	Signification
0	0	0	93,75 kbit/s
1	0	0	Réservé
0	1	0	1,5 Mbit/s
1	1	0	3 Mbit/s
0	0	1	4 Mbit/s
1	0	1	Réservé
0	1	1	Réservé
1	1	1	Réservé

5.2.2.7.5 Adresse de station du dernier répéteur

Il s'agit de l'adresse de station du dernier répéteur par lequel une trame BEACON est passée. Le maître le remet à zéro lorsqu'il envoie une trame BEACON. Voir 5.4.6.

Lorsqu'un esclave ou un répéteur reçoit une trame BEACON, cette valeur est copiée vers son registre. Le maître peut obtenir la valeur par STR. Voir la Figure 25.

5.2.2.7.6 Nombre de portes

Cette valeur est incrémentée de 1 à chaque fois qu'une trame BEACON passe par un répéteur. Le maître remet à zéro la valeur initiale lorsqu'il envoie une trame BEACON. Voir 5.4.6.

Lorsqu'un esclave ou un répéteur reçoit une trame BEACON, cette valeur est copiée vers son champ « Gate count » (nombre de portes) dans la trame STR. Le maître peut obtenir la valeur par STR. Voir la Figure 25.

Un esclave qui reçoit une trame BEACON avec un nombre de portes supérieur à 2 ne doit pas passer à l'état de « Participation ». Un répéteur dont le nombre de portes est supérieur à 1 ne doit répéter aucune trame.

5.2.3 Messagerie explicite

5.2.3.1 Généralités

Toutes les communications de messages explicites sont réalisées de manière non connectée au moyen de trames A_EVENT comme illustré à la Figure 32. Le maître ou encore les stations esclaves/répéteurs peuvent envoyer des messages A_EVENT. Pour des requêtes et

des réponses de taille importante, le format des messages A_EVENT prend en charge la fragmentation.

Lorsque des stations esclaves ou répéteurs doivent envoyer une trame A_EVENT, elles mettent leur bit A_EVENT Sending Request (Requête d'envoi d'une trame A_EVENT) dans leur trame CN. Le maître leur octroie alors le droit d'envoyer cette requête. Pour cela, il émet une A_EVENT Poll Request (requête d'interrogation A_EVENT) au cours d'un domaine temporel EXTEND ultérieur. Si la requête est fragmentée, la station est autorisée à envoyer chaque fragment successivement.

Lorsque le maître émet un A_EVENT destiné à une station esclave ou répéteur, il exige une réponse et octroie à l'esclave ou au répéteur la permission de répondre par l'émission d'une A_EVENT Poll Request (requête d'interrogation A_EVENT).

Pour autoriser une station esclave ou répéteur, le maître peut à tout moment envoyer la trame A_EVENT Poll Request et attend la réponse pour savoir si l'appareil est prêt. Le maître peut également attendre la trame CN suivante dont le bit « A_EVENT Sending Request » est à 1 avant d'envoyer la A_EVENT Poll Request.

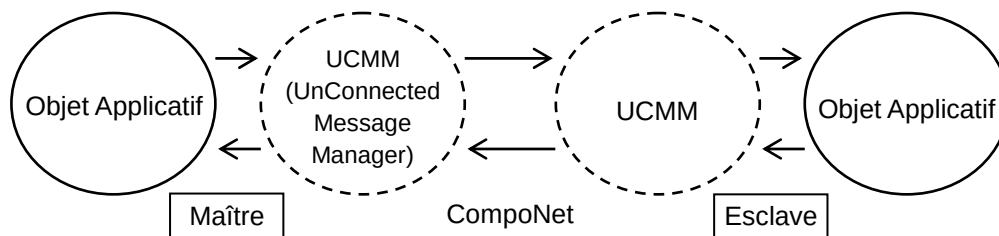


Figure 32 – Diagramme d'objets de flux de messages A_Event

5.2.3.2 Format de messagerie explicite

5.2.3.2.1 Généralités

CompoNet encapsule des messages explicites dans la partie donnée d'événements des trames A_EVENT, comme illustré à la Figure 32.

Les données de service des messages explicites sont d'abord codées en format petit-boutiste, puis chaque mot de 16 bits dans ce tampon subit une permutation des octets et il est codé « au fil de l'eau » (on the wire), c'est-à-dire octet de poids fort envoyé en premier, octet de poids faible envoyé en dernier.

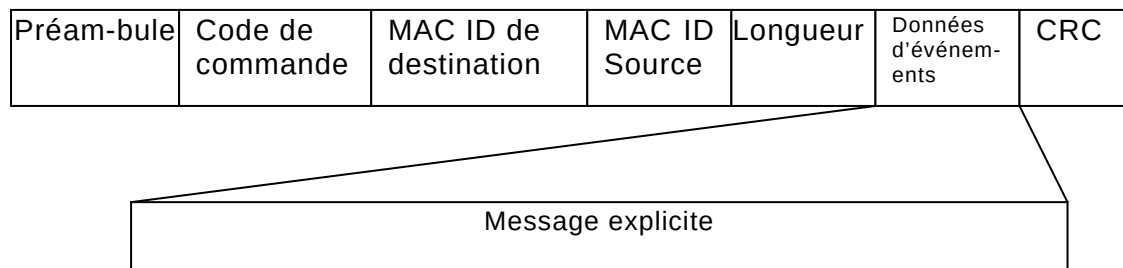


Figure 33 – Format de message A_EVENT

Il est défini 2 types de formats de messages explicites:

- compact – 1 Octet, ID de classe et ID d'instance (exigé), et

- étendu – CIP EPATH - chemin électronique CIP (facultatif).

Tous les formats de messages explicites sont constitués d'un en-tête et de données de service. La taille de l'en-tête du message et les champs de données qui constituent l'en-tête dépendent du type de message, compact ou étendu. Le contenu des données de service est défini à la Figure 40.

Pour une requête de message explicite non fragmenté ou la requête du premier fragment d'un message explicite fragmenté, le format utilisé est présenté à la Figure 34 pour le type compact ou à la Figure 35 pour le type étendu. Les 7 premiers mots constituent l'en-tête du message. Le format de "Padded EPATH" (chemin électronique complété d'un octet de remplissage) illustré à la Figure 35 fait référence au format des données de service défini à la Figure 40.

Rang du mot	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Code de contrôle															
1	MAC ID de destination															
2	MAC ID source															
3	SID étendu									SID						
4	Taille															
5	Réservé									Code de service						
6	ID de classe									ID d'instance						
7–21	Données de service (0 octet à 30 octets)															

**Figure 34 – Format de requête de type de message compact
(trame non-fragmentée/trame de premier fragment)**

Rang du mot	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Code de contrôle															
1	MAC ID de destination															
2	MAC ID source															
3	SID étendu									SID						
4	Taille															
5	Réservé									Code de service						
6	Réservé									Longueur du EPATH						
7-21	EPATH complété par un octet de remplissage															
	Données de service															

**Figure 35 – Format de requête de type de message étendu
(trame non-fragmentée/trame de premier fragment)**

Pour une réponse à un message non fragmenté ou la réponse au premier fragment d'un message explicite, le format illustré à la Figure 36 est utilisé. Le format est utilisé par un répondeur qui pourrait être le maître, un esclave ou un répéteur. Les 6 premiers mots constituent l'en-tête du message.

Rang du mot	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Code de contrôle															
1	MAC ID de destination															
2	MAC ID source															
3	SID étendu									SID						
4	Taille															
5	Réservé									1	Code de service					
6 à 21	Données de service (0 octet à 32 octets)															

**Figure 36 – Format de réponse réussie d'un message compact/étendu
(trame non fragmentée/trame de premier fragment)**

En cas d'échec de la réponse, le format utilisé est présenté à la Figure 37. Les 6 premiers mots constituent l'en-tête du message.

Rang du mot	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Code de contrôle															
1	MAC ID de destination															
2	MAC ID source															
3	SID étendu									SID						
4	Taille															
5	Réservé									0x94						
6	Code d'état général									Code d'état supplémentaire						

**Figure 37 – Format de réponse non réussie d'un message compact/étendu
(trame non fragmentée/trame de premier fragment)**

Pour la communication d'un message fragmenté, une fois reçu le premier acquittement, les requêtes utilisent le format présenté à la Figure 38 du 2ème jusqu'au dernier fragment de l'échange. De manière similaire, le répondeur utilise le format présenté à la Figure 39 lorsqu'il y a transmission d'un message fragmenté, du 2ème jusqu'au dernier fragment de l'échange. Le bit 9 du champ « Code de contrôle » est utilisé pour déterminer la fragmentation ou la non fragmentation de la trame. Dans les deux cas, l'en-tête est constitué des 2 premiers mots.

Rang du mot	1	1	1	1	1	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Code de contrôle															
1	SID								Réservé							
2 à 21	Données de service (0 octet à 40 octets)															

Figure 38 – Format de requête d'un message compact/étendu pour des fragments

Rang du mot	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	1 0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Code de contrôle															
1	SID								Réservé							
2 à 21	Données de service (0 octet à 40 octets)															

Figure 39 – Format de réponse à un message compact/étendu pour des fragments

Les données de service sont définies à la Figure 40. Si les données de service sont constituées d'un nombre impair d'octets, un octet de remplissage, de valeur 00, est ajouté à l'emplacement du dernier octet.

Rang du mot	1	1	1	1	1	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
n	Octet 1er								Octet 2ème							
n+1	Octet 3ème								Octet 4ème							
...	...								(Octet de remplissage)							

Figure 40 – Format des données de service

5.2.3.2.2 Code de contrôle (2 octets)

Le Tableau 33 définit le code de contrôle.

Tableau 33 – Format de code de contrôle

Bit	Désignation	Description
15	Type de trame	Ce bit est mis à 0 pour une requête et à 1 pour une réponse.
14	Requête de réponse	Ce bit est toujours à 1 dans une requête et à 0 dans une réponse.
13 à 12	Type de message ^a	00: Type de message explicite compact 01: Type de message explicite étendu 10: (réservé) 11: (réservé)
11 à 10	Réservé	Les bits sont toujours à 0 et réservés pour l'extension.
9 à 8	Type de fragment	Voir le Tableau 35.
7 à 0	Numéro de fragment	Compteur de Fragments. Pour une trame unique, la valeur du compteur est mise à 0 dans le fragment de tête.
^a Dans une réponse, le type de message est toujours 0.		

5.2.3.2.3 MAC ID de destination

Le MAC ID de destination indique le récepteur d'un message A_EVENT. S'il est différent de la valeur contenue dans l'en-tête de la trame, un acheminement est nécessaire.

5.2.3.2.4 MAC ID source

Le MAC ID source indique l'émetteur d'un message A_EVENT. Si un serveur de message A_EVENT génère une réponse, la valeur est précisée dans le MAC ID source d'un message A_EVENT.

5.2.3.2.5 SID

L'identificateur de sécurité (SID)²⁵ est utilisé pour faire concorder l'émission et la réception. Le client choisit la valeur et le serveur la renvoie en écho. La valeur sélectionnée est spécifique à chaque vendeur.

- Si le maître est le client, la plage de valeurs SID va de 0x00 à 0x7F (0 à 127).
- Si un esclave est le client, la plage de valeurs SID va de 0x80 à 0xFF (128 à 255).

5.2.3.2.6 SID étendu

Le client choisit la valeur et le serveur la renvoie en écho. La valeur sélectionnée est spécifique à chaque vendeur.

5.2.3.2.7 Taille

La taille en octets des données de service est indiquée dans la plage suivante: 0x0 à 0xFFFF (0 à 65535).

- Trames non-fragmentées: 0x00 à 0x1E (0 à 30) pour une trame de requête d'un type de message compact; 0x00 à 0x20 (0 à 32) pour une trame de réponse.
- Trames fragmentées: 0x1F à 0xFFFF (31 à 65535) pour une trame de requête d'un type de message compact; 0x21 à 0xFFFF (33 à 65535) pour une trame de réponse.
- Pour un format de message EPATH, la plage de tailles dépend de la longueur EPATH.

5.2.3.2.8 Longueur EPATH

Il s'agit de la taille, en mots de 16 bits, de l'EPATH qui suit.

5.2.3.2.9 Codes d'état généraux et supplémentaires

Des réponses non abouties doivent contenir un code d'état général indiquant la raison de l'échec. Il peut être inclus, de manière facultative, un code d'état supplémentaire apportant plus d'informations.

Les récepteurs CompoNet acquittent chaque message fragmenté au niveau liaison de données. Il n'y a aucun moyen d'informer l'émetteur d'un code d'erreur de surdimensionnement immédiatement après réception du premier fragment. Ce n'est qu'après que tous les fragments ont été reçus que le récepteur vérifie les messages reçus et renvoie alors une réponse contenant l'état.

Le récepteur ne peut traiter complètement les messages surdimensionnés. Si la "taille" dans la requête de message explicite du premier fragment est supérieure à la taille du tampon du récepteur, le récepteur doit renvoyer un code d'état « la taille du message est supérieure à la mémoire tampon de réception » (0x23).

²⁵ SID = Security Identifier.

Pour les types de messages non pris en charge, le récepteur doit renvoyer une réponse de type message compact, avec un code d'état « format de message non pris en charge » (0x24).

5.2.3.2.10 Exemple de codage de données

L'exemple ci-après illustre le transfert de données.

Hypothèse: Le maître demande un Set_Attribute_Single comportant 4 octets de données, 0x1234(mot)- et 0x5678(mot) de classe 0x64, d'instance 0x01, d'attribut 0x65 d'un esclave dont le MAC ID est 0xD0. Le code de contrôle est 0x4000.

Au niveau de l'application du maître, la demande de message explicite est telle qu'illustrée dans le Tableau 34.

Tableau 34 – Exemple de codage de données

Rang du mot	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Description
0	40							00							Code de contrôle		
1	00							D0							MAC ID de destination		
2	01							C0							MAC ID source		
3	SID étendu							SID							SID étendu		SID
4	00							05							Taille		
5	Réservé							10							Réservé		Code de service
6	64							01							ID de classe		ID d'instance
7	65							34							ID d'attribut		
8	12							78							Données de service		
9	56							Remplissage(00)									

Lorsque l'esclave reçoit la requête, il décode les informations contenues dans le mot 0 au mot 6 en utilisant les informations de format d'en-tête données ci-dessus. Il décode les données de service à partir du mot 7 et au-delà comme des définitions CIP. Ainsi, l'esclave sait qu'il s'agit d'un service Set_Attribute_Single de classe 0x64, d'instance 01, d'attribut 0x65 avec des données 0x1234, 0x5678.

5.2.3.3 Protocole de fragmentation

5.2.3.3.1 Généralités

Le présent paragraphe définit les moyens de fragmentation et de réassemblage d'un message dont la longueur est supérieure à 44 octets, c'est-à-dire la taille maximale d'une trame A_EVENT.

Important: Les **maîtres doivent** prendre en charge l'émission et la réception de messages de manière fragmentée. Cette capacité est facultative pour les esclaves et les répéteurs, mais obligatoire pour les maîtres.

Les émetteurs de messages explicites vérifient la longueur de chaque message à transmettre. Si elle est supérieure à 44 octets, le protocole de fragmentation est utilisé.

Le protocole de fragmentation est placé dans un mot unique appelé code de contrôle dans le champ de données d'événements d'une trame A_EVENT. Voir le Tableau 33.

5.2.3.3.2 Contenu du protocole de fragmentation

Type de fragment: Ceci indique si le message est une trame unique, ce qui signifie qu'il n'est pas fragmenté ou s'il s'agit de l'émission du premier fragment, d'un fragment du milieu ou du dernier fragment d'un message fragmenté. Les valeurs suivantes du Tableau 35 sont définies:

Tableau 35 – Valeurs de type de fragment

Valeur	Signification
0	Trame unique. Le champ numéro de fragment doit contenir la valeur 0. ^a
1	Premier fragment. Le champ numéro de fragment doit contenir la valeur 0. ^b
2	Fragment du milieu. ^c
3	Dernier fragment ^d
^a	Indique qu'il s'agit d'un message non fragmenté.
^b	Indique qu'il s'agit du premier d'une suite de fragments.
^c	Indique qu'il s'agit d'un fragment intermédiaire. Ce fragment n'est ni le premier ni le dernier de la série. Il indique également que d'autres fragments suivent.
^d	Marqué comme étant le dernier fragment. Il est utilisé après transmission d'un ou de plusieurs fragments précédents.

Numéro de fragment: chaque fragment séparé est marqué de façon à ce que le récepteur puisse identifier l'éventuelle absence d'un fragment. Le numéro de fragment est incrémenté de un (1) à chaque fragment successif reçu. Le compteur revient à zéro (0) lorsqu'il atteint la valeur 256 (fragmentCount = (fragmentCount + 1) mod 256).

Si le type de fragment est autre que 0, cela signifie que l'émission concerne uniquement une portion de message explicite et non le message tout entier.

La fragmentation du message est effectuée comme un acquittement de niveau liaison de données. Le récepteur renvoie uniquement des acquittements de niveau liaison de données pour chaque fragment.

Les fonctions du côté **émission** sont décrites ci-après:

- L'émetteur établit l'en-tête du message en donnant aux champs code de contrôle, SID étendu et SID la valeur spécifiée par l'application. Il initialise les champs MAC ID ainsi que d'autres champs. Voir 5.2.3.2.
- L'émetteur place ensuite les informations de protocole de fragmentation appropriées dans le message. Il stocke le numéro de fragment inséré dans le message. Le premier fragment et les fragments du milieu doivent être une trame A_EVENT complète. Dans le cas contraire, un message non fragmenté ou le dernier fragment doit être utilisé.
- L'émetteur prend ensuite la partie suivante des données de service et la place dans le message.
- Si l'émetteur est un esclave ou un répéteur, il met à 1 le bit "A_EVENT sending request" (requête d'envoi A_EVENT) dans ses trames CN afin d'informer le maître qu'il a besoin d'envoyer un message. Il lance son temporisateur de messages explicites s'il s'agit de la première émission du message.
- L'émetteur envoie le message et attend un acquittement positif de niveau liaison de données.
- Si aucun acquittement positif n'est reçu, l'émetteur tente de nouveau la dernière émission. Le mécanisme correspondant à cette nouvelle tentative est défini en 5.2.4. Si les nouvelles tentatives échouent, l'application est alors informée qu'une erreur a été détectée et l'émission demandée ne peut avoir lieu.

Si un acquittement positif est reçu, l'émetteur poursuit le traitement normal. Si l'émetteur est un esclave ou un répéteur, la réception d'un acquittement positif met à 0 le bit "A_EVENT sending request" dans ses trames CN.

L'état *initial* associé au côté réception implique d'attendre soit le premier fragment d'une émission fragmentée, soit la réception d'un message explicite complet.

Le côté **réception** fonctionne de la manière suivante:

- a) Si l'en-tête de message indique qu'il s'agit d'une partie fragmentée d'un message explicite, alors le récepteur vérifie le protocole de fragmentation afin de déterminer sa validité. Si le récepteur n'a pas encore reçu la première transmission de la série (*état initial*) et si le champ type de fragment n'est pas égal au *premier fragment*, le fragment est ignoré.
- b) S'il s'agit d'un message à trame unique et si le numéro de fragment est 0, le récepteur:
 - traite le message, et
 - se remet à l'état initial.
- c) Si le fragment indique qu'il s'agit du *premier fragment*, le numéro de fragment doit être égal à zéro (0) et il est complet. Si c'est le cas, le fragment de message est enregistré. Si le type de fragment indique *premier fragment* et que le numéro de fragment n'est pas égal à zéro, le fragment est ignoré.
- d) Si le numéro de fragment est supérieur de (1) au numéro précédemment reçu et si le fragment indique qu'il s'agit d'un fragment du milieu ou du dernier fragment, que le SID est identique au SID précédemment reçu et que le fragment est complet, alors le fragment a été reçu. Ce fragment est ajouté à celui ou ceux reçus antérieurement. Le numéro de fragment associé à ce fragment est enregistré.
- e) Si le numéro de fragment est identique au numéro précédemment reçu, que le SID est identique au SID précédemment reçu et si le fragment n'indique pas premier fragment, alors le fragment courant a été reçu. Aucune action n'est nécessaire.
- f) Si le numéro de fragment n'est ni supérieur de un (1), ni égal au numéro reçu antérieurement, le fragment est ignoré. Le récepteur se remet à l'état *initial*.
- g) Une fois le dernier fragment reçu, le récepteur continue le traitement du message.

L'état de événement/action dans le Tableau 36 et le Tableau 37 donne des définitions formelles des côtés émission et réception du protocole de fragmentation.

Tableau 36 – Emission fragmentée

Événement	Condition	Action
Emission du premier fragment.	Le message ne peut pas être envoyé dans un message explicite non fragmenté. La "Longueur" des données A_EVENT doit être de 22 mots.	Numéro de fragment = 0. Type de fragment = Premier fragment. Constituer et transmettre le message complet. Attendre le retour de l'acquiescement positif.
Temporisation en attendant l'acquiescement positif (ceci s'applique uniquement à l'émetteur maître. La valeur du temporisateur est définie en 5.6.3.5)	De nouvelles tentatives sont nécessaires. Voir 5.2.4.	Retransmettre le fragment de message précédemment envoyé. Attendre le retour d'un acquiescement positif.

Événement	Condition	Action
	Echec de toutes les nouvelles tentatives. Voir 5.2.4.	Interrompre la tentative de transmission de ce message. Emettre les indications internes nécessaires.
Le temporisateur de message explicite expire (ceci s'applique uniquement à un émetteur esclave ou répéteur, voir 5.2.4)	Aucune	Interrompre la tentative de transmission de ce message. Emettre les indications internes nécessaires.
Recevoir un acquittement positif associé soit au premier fragment soit à un fragment du milieu	Aucune	Constituer et transmettre le fragment suivant selon la colonne événement. Un émetteur esclave ou répéteur doit mettre à zéro le bit "A_EVENT sending request" dans ses trames CN, puis le remettre à 1 s'il est prêt à émettre le fragment suivant.
Recevoir un acquittement positif associé au dernier fragment	Aucune	Indiquer que le message a été livré avec succès à destination. Lancer le temporisateur de message explicite si l'émetteur est le maître. Mettre à zéro le bit "A_EVENT sending request" dans les trames CN si l'émetteur est un esclave ou un répéteur.
Emission du fragment "intermédiaire" (ni le premier ni le dernier).	Le reste du message ne peut pas être envoyé en UN seul fragment. La "Longueur" des données A_EVENT doit être de 22 mots.	Incrémenter de (1) le numéro de fragment précédemment transmis. Fragment = Fragment du milieu. Utiliser le même SID que le précédent. Constituer et transmettre le fragment de message complet. Attendre le renvoi d'un acquittement positif.
Emission du dernier fragment	Le reste du message peut être envoyé en UN seul fragment. La longueur des « données de service » ne peut pas être égale à (0).	Incrémenter de (1) le numéro de fragment. Fragment = Dernier fragment. Utiliser le même SID que le précédent. Constituer et transmettre le fragment de message. Attendre le renvoi d'un acquittement positif.
Le dernier fragment d'un message explicite de requête a été envoyé.	Le message de réponse correspondant est reçu avant réception de l'acquittement associé au dernier fragment	Ignorer le message de réponse reçu.

L'état initial mentionné au Tableau 37 ci-dessous est défini comme étant l'état d'attente soit du premier fragment dans le cas d'une émission fragmentée soit de la réception d'un message explicite complet, c'est-à-dire un message non fragmenté.

Tableau 37 – Réception fragmentée

Événement	Condition	Action
Recevoir le premier fragment.	Le récepteur ne peut pas traiter le message fragmenté du fait d'un surdimensionnement ou d'un type de message inconnu. Voir 5.2.3.2.10.	Une erreur a été détectée. Attente du dernier fragment.
	Le numéro de fragment N'EST PAS égal à zéro (0).	Ignorer le fragment et revenir à l'état initial.
	Numéro de fragment = 0, message NON complet	Ignorer le fragment et revenir à l'état initial.

Événement	Condition	Action
	Numéro de fragment = 0 et message complet	Enregistrer le mot du protocole de fragmentation et les fragments de messages correspondants. Enregistrer le SID étendu et le SID. Si le récepteur est encore en cours de réception du précédent message fragmenté qui doit être complété, dans ce cas, le message précédent est ignoré et le récepteur commence le traitement de ce nouveau message fragmenté.
Fragment reçu = Fragment du milieu.	Le premier fragment <u>N'A PAS</u> encore été reçu.	Ignorer le fragment de message.
	Le numéro de fragment est numériquement supérieur d'une unité (1) au numéro de fragment précédemment reçu. Le SID est identique à celui précédemment reçu et le message est complet.	Enregistrer le numéro de fragment et le fragment de message correspondant.
	Le code de contrôle du mot du protocole de fragmentation est égal au code de contrôle du mot du protocole de fragmentation précédemment reçu, le SID est identique à celui précédemment reçu et le message est complet.	Ignorer le fragment de message.
	Message NON complet	Ignorer le fragment et revenir à l'état initial
	Le SID est différent de celui précédemment reçu.	Ignorer le fragment et revenir à l'état initial
	Le numéro de fragment n'est ni supérieur d'une unité (1) ni égal au numéro de fragment précédemment reçu.	Ignorer le fragment et revenir à l'état initial
	Trop de données ont été reçues.	Ignorer le fragment et revenir à l'état initial.
Type de fragment reçu = Dernier fragment.	Le premier fragment <u>N'A PAS</u> encore été reçu.	Ignorer le fragment de message.
	Une erreur a été détectée au cours de la réception du premier fragment.	Renvoyer une réponse avec l'état général mis à 1 pour indiquer l'erreur qui a eu lieu si le récepteur est le serveur. Informer l'Application si le récepteur est un Client. Remettre à l'état initial
	Le numéro de fragment est numériquement supérieur d'une unité (1) au numéro de fragment précédemment reçu. Le SID est identique à celui précédemment reçu. La taille des « données de service » N'EST PAS égale à (0).	Traiter le message explicite reçu.
	Le code de contrôle du mot du protocole de fragmentation est égal au code de contrôle du mot du protocole de fragmentation précédemment reçu et le SID est identique à celui précédemment reçu. La taille des « données de service » N'EST PAS égale à (0).	Ignorer le fragment de message.
	La taille des « données de service » est égale à (0).	Ignorer le fragment et revenir à l'état initial
	Le SID est différent de celui précédemment reçu.	Ignorer le fragment et revenir à l'état initial
	Le numéro de fragment n'est ni supérieur d'une unité (1) ni égal au numéro de fragment précédemment reçu.	Ignorer le fragment et revenir à l'état initial.

Événement	Condition	Action
	Des données de taille erronée ont été reçues. La taille réelle des données ne correspond pas à la taille déclarée dans le premier fragment.	Ignorer le fragment et revenir à l'état initial.
Recevoir un message non-fragmenté	En cours de <u>réception</u> d'un message fragmenté	Interrompre le traitement correspondant au message fragmenté. Traiter le message non fragmenté reçu. Remettre à l'état initial.

5.2.4 Exigences de temporisation client/serveur de messagerie explicite

5.2.4.1 Généralités

Ce paragraphe spécifie les exigences de temporisation de la messagerie explicite pour les appareils. Il peut y avoir deux conditions différentes d'expiration de délai comme décrit dans les paragraphes suivants.

5.2.4.2 Expiration du délai d'acquiescement de couche de liaison de données

CompoNet utilise un acquiescement au niveau liaison de données pour améliorer l'efficacité de la communication. Une fois qu'il a reçu une trame A_EVENT, le récepteur doit immédiatement répondre par un acquiescement positif ou négatif.

Si le maître est le demandeur et s'il ne reçoit pas une réponse liaison de données du récepteur après 10 tentatives, le maître interrompt l'attente et peut programmer une nouvelle tentative ultérieure. Si le maître a reçu un acquiescement négatif, il renvoie la requête jusqu'à ce qu'il reçoive un acquiescement positif ou expiration dans un délai de 2 secondes.

Si un esclave ou un répéteur est le demandeur, il n'y a pas de délai d'expiration pour l'acquiescement au niveau liaison de données. Les appareils esclaves et répéteurs s'appuient sur l'événement Explicit Message Timeout (expiration du délai de message explicite) pour identifier un échec de transaction de message explicite.

5.2.4.3 Expiration du délai de message explicite

Un temporisateur de message explicite est utilisé pour détecter un échec de transaction de message explicite. Le temporisateur est maintenu par les points d'extrémité client et serveur. Le comportement du temporisateur est différent en fonction des appareils: clients, serveurs, maître, esclave ou répéteur. La valeur chargée dans le temporisateur se fonde sur la catégorie d'appareil et le débit de données tel qu'illustré dans le Tableau 38.

Tableau 38 – Valeurs du délai d'expiration de message explicite

Catégorie d'appareil	Vitesse de transmission	Valeur par défaut s
Maître		2
Esclave ou Répéteur	4 Mbit/s	3
	3 Mbit/s	4
	1,5 Mbit/s	8
	93,75 kbit/s	115

- Comportement du temporisateur d'un Maître

En tant que client, le maître doit lancer un temporisateur de message explicite lorsqu'il attend une réponse d'un esclave ou d'un répéteur. Le temporisateur est lancé lorsque le

maître est informé que la dernière trame de la requête a été envoyée. Si le délai expire avant que la dernière trame de réponse ne soit reçue de l'esclave ou du répéteur, la transaction est considérée avoir atteint son délai d'expiration. L'application est alors avisée de l'événement d'expiration de délai.

En tant que serveur, le maître ne lance pas un temporisateur de message explicite.

- Comportement du temporisateur d'un esclave ou d'un répéteur

En tant que client, l'esclave ou le répéteur doit lancer un temporisateur séparé de message explicite à la fois pendant les phases de requête et de réponse de la transaction de message explicite.

Au cours de la phase de requête, l'esclave ou le répéteur lance le temporisateur lorsque l'application est prête à commencer l'émission de la requête comme indiqué par la mise à 1 du drapeau « A_EVENT Sending Request » dans la trame de réponse CN. Le temporisateur est mis à zéro lorsque l'application est avisée que la dernière trame de la requête a été envoyée. Si le délai expire avant l'envoi de la dernière trame de la requête, l'appareil doit réinitialiser ou mettre à zéro le drapeau "A_EVENT Sending Request" dans la trame de réponse CN et aviser l'application d'un événement d'expiration de délai.

Au cours de la phase de réponse, l'esclave ou le répéteur lance le temporisateur lorsque l'application est avisée que la dernière trame de la requête a été envoyée. Si le délai expire avant réception de la dernière trame de réponse du maître, l'application est avisée de l'événement d'expiration de délai.

En tant que serveur, l'esclave ou le répéteur doit lancer un temporisateur de message explicite lorsqu'il envoie une réponse au maître. Le temporisateur est lancé lorsque l'application est prête à commencer l'émission de la réponse comme indiqué par la mise à 1 du drapeau "A_EVENT Sending Request" dans la trame de réponse CN. Si le délai expire avant l'envoi de la dernière trame de la réponse, l'esclave ou le répéteur doit réinitialiser ou mettre à zéro le drapeau "A_EVENT Sending Request" dans la trame de réponse CN et peut en aviser l'application.

5.3 Classes d'objets de communication CompoNet

5.3.1 Généralités

La communication est modélisée dans une station par un ensemble d'objets: les objets de communication CompoNet assurent la gestion et l'échange des messages.

Un objet donne une représentation abstraite d'une structure de données dans une station. Une classe d'objets est un ensemble d'objets qui sont tous d'un même type. Une instance d'objet est l'occurrence réelle d'un objet particulier dans la classe. Chaque instance d'une classe possède le même jeu d'attributs, mais a des valeurs d'attributs qui lui sont propres.

Une instance d'objet et/ou une classe d'objets possèdent des attributs, offrent des services et réagissent suivant un certain comportement.

Les attributs sont les caractéristiques d'un objet et/ou d'une classe d'objets. Ils donnent des informations d'état ou dirigent le fonctionnement d'un objet. Les services sont invoqués pour déclencher l'exécution d'une tâche par la classe ou l'instance d'objets. Le comportement d'un objet indique la façon dont il répond à des événements particuliers.

Les principaux objets de communication utilisés sont énumérés dans les paragraphes ci-après (voir 5.3.2 à 5.3.6). Pour une description de la spécification et du codage des types de données, voir l'Annexe D et pour la définition des objets de communication auxiliaire, voir l'Annexe E.

5.3.2 Définition de la classe d'objet Identité (code d'ID de classe: 01_{Hex})

L'objet Identité identifie et fournit des informations générales sur la station. L'objet Identité est entièrement spécifié au 6.2.1.2.2 de la CEI 61158-5-2 et au 4.1.8.2 de la CEI 61158-6-2.

Les appareils CompoNet ne doivent pas prendre en charge l'attribut d'intervalle Heartbeat (cadenceur).

5.3.3 Définition de la classe d'objet Routeur de messages (code d'ID de classe: 02_{Hex})

L'objet Routeur de messages fournit un point de connexion de messagerie par lequel un client peut adresser un service à n'importe quelle classe ou instance d'objet de la station. L'objet Routeur de messages est entièrement spécifié au 6.2.1.2.4 de la CEI 61158-5-2 et au 4.1.8.3 de la CEI 61158-6-2.

5.3.4 Définition de la classe d'objet Connexion (code d'ID de classe: 05_{Hex})

5.3.4.1 Généralités

La classe de connexion attribue et gère les ressources internes associées aux connexions d'E/S. L'instance spécifique générée par la classe de connexion est appelée instance de connexion ou objet Connexion.

La classe de connexion est entièrement spécifiée dans la CEI 61158-5-2 et dans la CEI 61158-6-2. Ceci comprend:

- des attributs et des services pour la classe et les instances d'objets Connexion (voir la CEI 61158-5-2, 6.2.3 et la CEI 61158-6-2, 4.1.8.8);
- la temporisation de connexion (voir la CEI 61158-5-2, 6.2.3);
- le comportement d'une instance de connexion (voir la CEI 61158-6-2, 7.2).

CompoNet utilise une communication de données à base de connexions prédéfinies pour les échanges de données E/S. A l'heure actuelle, il n'est défini aucune communication explicite à base de connexions. Le présent paragraphe décrit les parties spécifiques du modèle de communication.

5.3.4.2 Attributs d'instance

5.3.4.2.1 Type d'instance, attribut 2

La seule valeur prise en charge est 1, type de connexion E/S.

5.3.4.2.2 Débit du datagramme attendu, attribut 9

La valeur est choisie de manière à obtenir le délai d'expiration de connexion souhaité. Le temporisateur de surveillance (chien de garde) des E/S dans la classe de connexion E/S est limité à un maximum de 650 ms pour une vitesse de transmission de 93,75 kbit/s et de 200 ms pour d'autres vitesses. Ainsi, lorsqu'on utilise un multiplicateur par 4 du délai d'expiration de la connexion, cet attribut a une valeur maximale (fondée sur le débit de données) comme illustré dans le Tableau 39.

Tableau 39 – Valeur maximale du débit du datagramme attendu

Débit de données	Valeur maximale
93,75 kbit/s	162 ms
Autres	50 ms

CompoNet n'utilise pas de temporisateur de pré-consommation.

5.3.4.2.3 ID de Connexion produite CIP, attribut 10

Les appareils CompoNet ne doivent pas prendre en charge l'attribut ID de Connexion produite.

5.3.4.2.4 ID de Connexion consommée CIP, attribut 11

Les appareils CompoNet ne doivent pas prendre en charge l'attribut ID de Connexion consommée.

5.3.4.2.5 Temps d'interdiction de production, attribut 17

Les appareils CompoNet ne doivent pas prendre en charge l'attribut Temps d'interdiction de production.

5.3.4.2.6 Multiplicateur d'expiration de délai de connexion, attribut 18

Les appareils CompoNet ne doivent pas prendre en charge l'attribut Multiplicateur d'expiration de délai de connexion. La valeur du multiplicateur est fixée à 4.

5.3.4.2.7 Liste de liens de connexion, attribut 19

Les appareils CompoNet ne doivent pas prendre en charge l'attribut Liste de liens de connexion.

5.3.4.3 Règles d'accès de l'attribut objet Connexion

Les règles d'accès de l'attribut objet Connexion CompoNet sont spécifiées dans le Tableau 40.

Tableau 40 – Règles d'accès de l'attribut objet Connexion CompoNet

Attribut	Etat de la connexion d'E/S		
	En configuration ^a	Etabli	Délai expiré
état	Get	Get	Get
type d'instance	Get	Get	Get
déclencheur transportClass	Get/Set	Get	Get
taille de connexion produite	Get/Set	Get	Get
taille de connexion consommée	Get/Set	Get	Get
débit du datagramme attendu	Get/Set	Get/Set	Get/Set
action à l'expiration du délai de surveillance	Get/Set	Get/Set	Get/Set
longueur de chemin d'accès de connexion produite	Get	Get	Get
chemin d'accès de connexion produite	Get/Set	Get	Get
longueur de chemin d'accès de connexion consommée	Get	Get	Get
chemin d'accès de connexion consommée	Get/Set	Get	Get
^a La connexion E/S est uniquement dans cet état au cours du processus du service CompoNet Link Object Allocate service (attribution de l'objet Liaison CompoNet). Les valeurs utilisables pour le réglage sont chargées à partir des paramètres de ce service.			

5.3.4.4 Services d'objet connexion

5.3.4.4.1 Généralités

Les services d'objet Connexion CompoNet sont définis dans ce paragraphe.

5.3.4.4.2 Services de classe d'objet connexion

Les appareils CompoNet ne prennent pas en charge les services Create (créer) ou Delete (supprimer).

5.3.4.4.3 Services d'instance d'objet connexion

Les appareils CompoNet ne prennent pas en charge le service Delete (supprimer).

5.3.4.4.4 Création de connexions par le biais de l'objet Liaison CompoNet

5.3.4.4.4.1 Généralités

Les connexions E/S sont créées par l'intermédiaire de l'objet liaison CompoNet en utilisant les services Allocate (attribuer) (Code de service 4B_{Hex}) pour instancier les connexions requises.

5.3.4.4.4.2 Comportement Allocate (Attribuer) (Code de service 4B_{Hex})

Il s'agit du service utilisé pour l'attribution du jeu de connexions maître/esclave prédéfinies pour un esclave ou un répéteur. Les codes d'états indiqués ci-dessous en *italique* sont définis en Annexe B. L'objet Liaison CompoNet défini par des valeurs de code supplémentaires est présenté en 5.3.4.4.4.4.

Le service Allocate (Attribuer) regroupe les étapes générales suivantes en une seule commande:

- Connection Object Create (création d'un objet Connexion), et
- Connection Object Configuration (configuration d'un objet Connexion).

Si l'appareil récepteur (c'est-à-dire un esclave ou un répéteur) ne prend pas en charge le jeu de connexions maître/esclave prédéfinies, une réponse d'erreur est renvoyée. Le code d'erreur général de la réponse d'erreur est mis à 0x08 pour indiquer que *le service n'est pas pris en charge*.

L'appareil valide le paramètre Choix d'attribution contenu dans la requête. Si l'appareil ne prend pas en charge l'une des connexions spécifiées dans l'argument du Choix d'attribution (y compris les bits réservés), une réponse d'erreur est renvoyée. Le code d'erreur général de la réponse d'erreur est mis à 0x02, ce qui indique une ressource non disponible, le code supplémentaire étant mis à une valeur spécifique d'objet de 0x02.

Si aucun des bits de l'octet du Choix d'attribution n'est mis à 1, ce qui signifie que tous les bits sont à zéro, l'appareil renvoie une Réponse d'erreur. Dans la réponse, le code d'erreur général de la réponse est mis à 0x09, ce qui indique la détection de données d'attribut non valides et le code supplémentaire est mis à une valeur spécifique d'objet de 0x02.

Pour un répéteur, le service « allocate » (attribuer) est uniquement utilisé pour modifier le débit EPR et le temporisateur de message explicite. Le choix d'attribution doit être mis à 0x02 pour un répéteur.

Si un esclave ou un répéteur dans le sous-état EventOnly est attribué, l'esclave ou le répéteur renvoie une réponse d'erreur avec le code d'erreur général mis à 0x10, ce qui indique un conflit d'état de l'appareil.

Si une des connexions demandées est prise en charge par cet esclave ou répéteur et qu'elle a déjà été attribuée au maître, l'esclave ou répéteur renvoie une réponse d'erreur avec le code d'erreur général mis à 0x0B (déjà en mode/état demandé), avec le code supplémentaire mis à une valeur spécifique d'objet de 0x02. Le maître peut alors envoyer une requête de libération car il peut être désynchronisé avec l'esclave ou le répéteur. Il est prévu une exception à cette situation lorsque la connexion E/S demandée est dans l'état délai expiré.

Dans ce cas, l'esclave ou le répéteur réattribue la connexion E/S en la renvoyant à l'état de configuration.

Si une ressource dont l'utilisation est requise pour les connexions demandées n'est pas disponible, une réponse d'erreur est renvoyée avec le code d'erreur général mis à 0x02 (ressource non disponible) et le code supplémentaire est mis à une valeur spécifique d'objet de 0x04.

Important: Si une erreur se produit, aucune des connexions demandées ne doit être attribuée. Si cette requête ne peut être entièrement satisfaite, aucune des attributions demandées ne doit être effectuée.

L'attribut Choix d'attribution (Allocation Choice) indique les objets Connexion qui sont actifs à partir du jeu de connexions maître/esclave prédéfinies. Cet octet peut nécessiter une mise à jour chaque fois qu'un objet Connexion maître/esclave change d'état.

Si la valeur dans le champ délai d'expiration de la connexion est hors-limite, une réponse d'erreur est renvoyée avec le code d'erreur général mis à 0x20, indiquant ainsi un *Paramètre invalide*.

Une fois validé le paramètre Choix d'attribution, toute connexion E/S attribuée passe à l'état de configuration. Les valeurs de connexion par défaut sont spécifiées en 5.3.5.5.3.2 et sont chargées dans les attributs de connexion. L'attribut EPR est configuré en utilisant la valeur du paramètre délai d'expiration de la connexion. La connexion E/S passe alors à l'état Etabli.

Les fonctions du temporisateur d'inactivité/surveillance sont décrites au 6.2.3 de la CEI 61158-5-2.

5.3.4.4.4.3 Comportement Release (Libérer) (Code de service 4C_{Hex})

L'appareil récepteur, c'est-à-dire l'esclave ou le répéteur, valide le paramètre Choix de libération (Release choice) dans la requête. Si l'esclave ou le répéteur ne prend pas en charge l'une des connexions spécifiées dans l'argument Choix de libération (y compris les bits réservés), une réponse d'erreur est renvoyée. Le code d'erreur général de la réponse d'erreur est mis à 02, ce qui indique une ressource non disponible, le code supplémentaire étant mis à une valeur spécifique d'objet de 02.

Si l'octet Choix de libération n'a aucun bit mis à 1, ce qui signifie que tous les bits sont à zéro, l'esclave ou le répéteur renvoie une réponse d'erreur avec le code d'erreur général mis à 09 (valeur d'attribut incorrecte), et le code supplémentaire est mis à une valeur spécifique d'objet de 02.

Important: Si une erreur se produit, aucune des connexions spécifiées ne doit être libérée. Si cette requête ne peut être entièrement satisfaite, aucune des libérations demandées ne doit être effectuée.

Si l'une des connexions spécifiées est à l'état Non existant, une réponse d'erreur est renvoyée. Le code d'erreur général de la réponse d'erreur est mis à 0B_{hex} pour indiquer qu'il est *déjà dans le mode/état demandé*.

Une fois validé le paramètre Choix de libération, l'esclave ou le répéteur s'assure que l'état en cours lui permet d'interrompre l'utilisation de la (des) connexion(s) spécifiée(s). Dans le cas contraire, une réponse d'erreur est renvoyée. Le code d'erreur général de la réponse d'erreur est mis à 0C_{hex} pour indiquer qu'il *ne peut réaliser le service dans le mode/état en cours*.

Si la requête est valide, l'esclave ou le répéteur libère toutes les ressources associées à la ou aux connexions spécifiées.

5.3.4.4.4 Codes d'erreurs spécifiques à l'objet Liaison CompoNet

Le tableau suivant donne la liste des codes d'erreurs spécifiques à l'objet Liaison CompoNet. Ces codes sont placés dans le champ Code supplémentaire dans un message de réponse d'erreur. Les codes spécifiés dans le Tableau 41 sont mentionnés et décrits de manière détaillée dans les paragraphes précédents.

Tableau 41 – Codes d'erreurs supplémentaires spécifiques à l'objet Liaison CompoNet

Valeur	Signification
02	Paramètre Choix d'attribution/libération incorrect. Renvoyé lorsqu'une requête Allocate/release_master/slave_connection_set est reçue et que: 1) l'esclave ou le répéteur ne prend pas en charge le choix spécifié dans le paramètre Choix. 2) il est demandé à l'esclave ou au répéteur d'attribuer/libérer une ou plusieurs connexions déjà attribuées/libérées. 3) l'octet Choix d'attribution/libération ne contenait que des zéros ou une combinaison de bits incorrecte.
04	La ressource dont l'utilisation est requise pour le jeu de connexions maître/esclave prédéfinies n'est pas disponible.

5.3.4.5 Caractéristiques de l'objet Connexion d'Esclave

5.3.4.5.1 Généralités

Ce paragraphe présente les caractéristiques visibles en externe des objets Connexion associés au jeu de connexions maître/esclave prédéfinies dans les appareils esclaves ou répéteurs. L'objet Connexion maître/esclave prédéfinie, attribué aux appareils esclaves ou répéteurs, est la connexion d'interrogation multidestinataire, chargée de recevoir la commande d'interrogation multidestinataire du maître et de renvoyer la réponse correspondante.

Important: Le présent paragraphe approfondit les informations données au 6.2.3 de la CEI 61158-5-2, pour utilisation par les objets Connexion. Sauf spécification contraire, toutes les informations données au 6.2.3 de la CEI 61158-5-2 (par exemple Services, Attributs, etc.) s'appliquent aux objets Connexion décrits dans le présent paragraphe.

5.3.4.5.2 ID d'instance de connexion

Chaque objet Connexion existant dispose d'un ID d'instance de connexion qui lui est attribué pour identifier l'objet Connexion parmi plusieurs objets Connexion dans la classe de connexion. Les ID d'instance qui doivent être utilisés par un appareil esclave ou répéteur pour identifier les objets Connexion maître/esclave prédéfinie sont présentés dans le Tableau 42.

Tableau 42 – ID d'instance de connexion pour des connexions maître/esclave prédéfinies

ID d'instance de connexion n°	Description
1	Fait référence à la connexion E/S d'interrogation multidestinataire

Important: Un esclave ou un répéteur doit réserver les ID d'instance à partir du Tableau 42 pour les connexions maître/esclave prédéfinies qu'il prend en charge.

5.3.4.5.3 Attributs d'instance de connexion d'esclave

Le présent paragraphe définit les valeurs d'attributs par défaut utilisées par un appareil esclave ou répéteur dans des objets de Connexions maître/esclaves prédéfinies.

Le Tableau 43 définit les valeurs des attributs pour les objets de Connexions E/S maître/esclave prédéfinies. Ces valeurs par défaut sont initialement chargées dans les attributs lorsque l'objet Connexion passe de l'état Non existant à l'état de configuration (voir 5.3.4.5.4). Les attributs non pris en charge ne sont pas mentionnés.

Tableau 43 – Valeurs par défaut des attributs d'objet Connexion d'interrogation multidestinataire

ID d'attribut (décimal)	Désignation de l'attribut	Valeur par défaut	Description
1	état	01	Indique que l'objet Connexion d'interrogation multidestinataire est à l'état de configuration .
2	Instance_type (type d'instance)	01	Indique qu'il s'agit d'une connexion E/S.
3	transportClass_trigger (déclenchement de la classe de transport)		0x82 pour les esclaves IN et MIX 0x80 pour les esclaves et répéteurs OUT
7	produced_connection_size (taille de connexion produite)		Aucune valeur par défaut n'est spécifiée. Une implémentation doit initialiser cet attribut en fonction de l'application.
8	consumed_connection_size (taille de connexion consommée)		Aucune valeur par défaut n'est spécifiée. Une implémentation doit initialiser cet attribut en fonction de l'application.
9	expected_packet_rate (débit du datagramme attendu)	0	Le débit du datagramme attendu doit être configuré.
12	watchdog_timeout_action (action à l'expiration du délai de surveillance)	0	Transition vers l'état Délai expiré .
13	produced_connection_path_length (longueur de chemin d'accès de connexion produite)		Aucune valeur par défaut n'est spécifiée. Une implémentation doit initialiser cet attribut avec le nombre d'octets dans l'attribut produced_connection_path par défaut.
14	produced_connection_path (chemin d'accès de connexion produite)		Aucune valeur par défaut n'est spécifiée. Une implémentation choisit un objet applicatif pour le référencer par défaut et initialiser cet attribut en conséquence.
15	consumed_connection_path_length (longueur de chemin d'accès de connexion consommée)		Aucune valeur par défaut n'est spécifiée. Une implémentation doit initialiser cet attribut avec le nombre d'octets dans l'attribut consumed_connection_path par défaut.
16	consumed_connection_path (chemin d'accès de connexion consommée)		Aucune valeur par défaut n'est spécifiée. Une implémentation choisit un objet applicatif pour le référencer par défaut et initialiser cet attribut en conséquence.

5.3.4.5.4 Comportement d'instance de connexion maître/esclave prédéfinie

La Figure 41 représente le diagramme de la machine d'état d'un objet Connexion d'E/S du jeu de connexions maître/esclave prédéfinies.

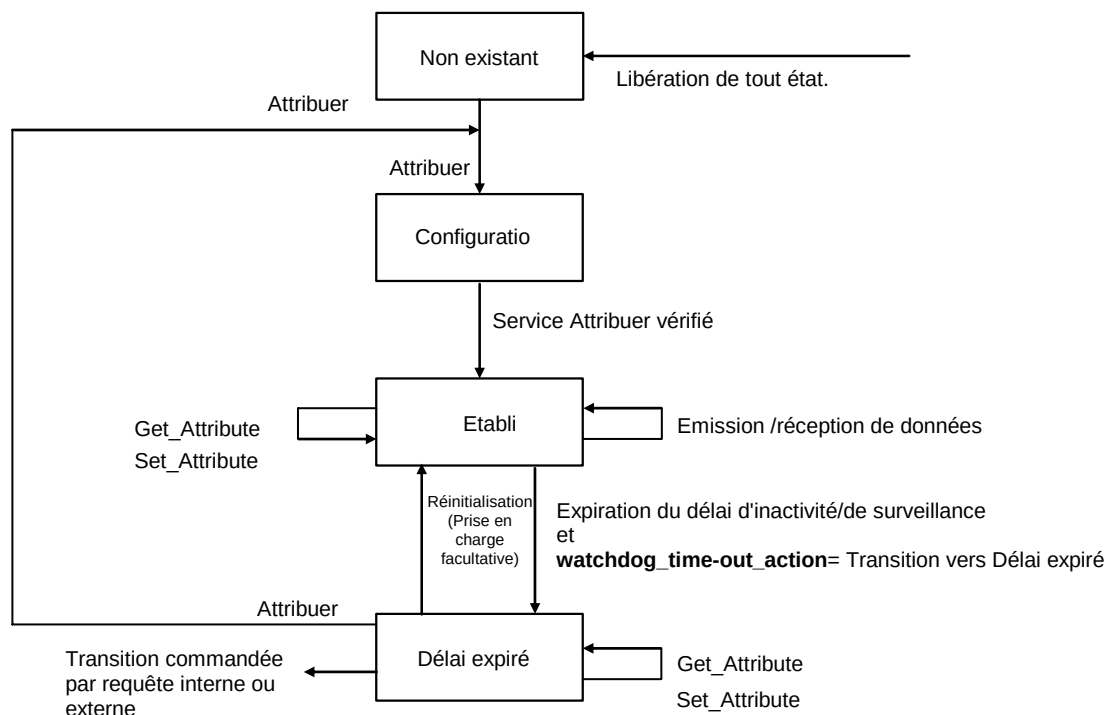


Figure 41 – Diagramme de la machine d'état d'un objet Connexion d'E/S du jeu de connexions maître/esclave prédéfinies

La table états-événements (SEM pour State Event Matrix) présentée ci-après donne une définition formelle du comportement des connexions d'E/S dans un jeu de connexions maître/esclave prédéfinies. Cette SEM conserve et/ou remplace les actions présentées dans la table états-événements d'objets Connexion d'E/S de la CEI 61158-6-2, 7.2.1.

Important: La SEM présentée ci-dessous n'énonce pas de règles pour ce qui concerne la logique interne spécifique au produit. Toute tentative d'accéder à la classe de connexion ou à l'instance d'objet Connexion peut nécessiter le passage par une vérification spécifique au produit. Ceci peut donner lieu à un scénario d'erreur qui n'est pas décrit dans le Tableau 44. Ceci peut également entraîner des indications supplémentaires, spécifiques au produit, envoyées de l'objet Connexion à l'application et/ou à un objet Applicatif spécifique. Il existe cependant une exigence particulière: l'objet Connexion d'E/S maître/esclave prédéfinie doit présenter le comportement extérieurement visible spécifié par la SEM et les définitions d'attribut.

Tableau 44 – Table états-événements des connexions d'E/S maître/esclave prédéfinies

Événement	Etat de l'objet Connexion d'E/S			
	Non existant	En configuration	Etabli	Délai expiré
L'objet Liaison CompoNet reçoit une requête d'Attribution qui satisfait à tous les contrôles d'erreur. Cette requête spécifie la connexion d'E/S maître/esclave prédéfinie.	Instancier un objet Connexion pour chaque connexion E/S demandée & mettre les attributs en valeurs par défaut spécifiées dans le paragraphe 5.3.4.5.3. Transition vers l'état de Configuration	Il s'agit d'un scénario d'erreur décrit en 5.3.4.4.4.	Il s'agit d'un scénario d'erreur décrit en 5.3.4.4.4.	Mettre les attributs aux valeurs par défaut spécifiées en 5.3.4.5.3. Transition vers l'état de Configuration

Événement	Etat de l'objet Connexion d'E/S			
	Non existant	En configuration	Etabli	Délai expiré
L'objet Liaison CompoNet reçoit une requête de libération qui satisfait à tous les contrôles d'erreur. Cette requête spécifie la connexion d'E/S maître/esclave prédéfinie.	Il s'agit d'un scénario d'erreur décrit en 5.3.4.4.4.	N/A	Libérer toutes les ressources associées. Transition vers l'état Non existant.	Libérer toutes les ressources associées. Transition vers l'état Non existant.
Paramètres du service d'attribution d'objet Liaison CompoNet chargés dans l'instance de connexion.	N/A	Transition à l'état Etabli	N/A	N/A
Set_Attribute_Single	Comme décrit dans la CEI 61158-6-2, 7.2.1	Valider/exécuter la requête sur la base de la logique interne et en fonction des règles d'accès présentées en 5.3.4.3. S'il s'agit d'une requête valide d'écriture de l'attribut expected_packet_rate, accomplir les étapes spécifiées dans la CEI 61158-6-2, 7.2.1 et passer à l'état Etabli. Renvoyer la réponse appropriée	Valider/exécuter la requête sur la base de la logique interne et en fonction des règles d'accès présentées en 5.3.4.3. Renvoyer la réponse appropriée	Valider/exécuter la requête sur la base de la logique interne et en fonction des règles d'accès présentées en 5.3.4.3. Renvoyer la réponse appropriée
Get_Attribute_Single	Comme décrit dans la CEI 61158-6-2, 7.2.1	Valider/exécuter la requête sur la base de la logique interne et en fonction des règles d'accès présentées en 5.3.4.3. Renvoyer la réponse appropriée	Valider/exécuter la requête sur la base de la logique interne et en fonction des règles d'accès présentées en 5.3.4.3. Renvoyer la réponse appropriée	Valider/exécuter la requête sur la base de la logique interne et en fonction des règles d'accès présentées en 5.3.4.3. Renvoyer la réponse appropriée
Remise à zéro	Comme décrit dans la CEI 61158-6-2, 7.2.1	Comme décrit dans la CEI 61158-6-2, 7.2.1	Comme décrit dans la CEI 61158-6-2, 7.2.1	Comme décrit dans la CEI 61158-6-2, 7.2.1
Receive_Data				
Send_Message				
Expiration du temporisateur d'inactivité/surveillance				

Si une implémentation détecte qu'elle ne prend pas en charge un service de messagerie explicite indiqué dans le Tableau 44, il est renvoyé une réponse d'erreur spécifiant « Service non pris en charge » (code d'erreur général 08).

5.3.4.6 Caractéristiques de la machine d'état d'appareil esclave ou répéteur

5.3.4.6.1 Comportement d'instance de connexion

Après une STW réussie, un esclave IN passe au sous-état ONLINE (Participation) et réagit à des trames OUT/TRG en envoyant des trames IN ayant des données d'entrée valides avant même qu'il ne soit attribué. Lorsque le maître reçoit les données d'entrée, il ne les transfère à l'application QUE lorsqu'il a attribué l'esclave avec succès. Un esclave NE doit PAS rafraîchir ses données de sortie avant d'être attribué.

Pour un répéteur, un état réussi STW_Run Online ou STW_Run EventOnly fait passer le répéteur à l'état de « Participation » et la répétition est lancée. Un service d'attribution réussi fait passer le répéteur du sous-état ONLINE à l'état de connexion établie.

Une fois que l'esclave ou le répéteur est passé à l'état Etabli, il surveille les trames OUT/TRG. S'il n'y a aucune trame OUT/TRG pendant une période égale à $EPR \times 4$, la connexion passe à l'état Délai expiré.

Deux événements peuvent entraîner le passage d'un esclave de données de sortie à l'état IDLE (inactif). Une trame OUT avec un bit de rafraîchissement E/S désactivé ou une trame TRG, est interprétée comme un événement `receive_idle` par un objet Applicatif. Une trame OUT avec un bit de rafraîchissement E/S activé est interprétée comme un événement d'exécution par un objet Applicatif.

5.3.4.6.2 Procédure de connexion

La procédure de connexion est présentée à la Figure 42:

- Etape A: Le maître envoie une trame TRG aux appareils esclaves ou répéteurs à l'état de non participation et reconnaît les appareils hors ligne. Les appareils hors ligne renvoient des trames CN au maître.
- Etape B: Le maître envoie des requêtes STR aux appareils esclaves ou répéteurs qui ont envoyé des trames CN. Les appareils esclaves ou répéteurs envoient des réponses STR avec leurs propres ID du vendeur et numéro de série attachés après les requêtes STR reçues. La requête STR et la réponse STR sont envoyées en utilisant des messages B_EVENT.
- Etape C: Le maître ajoute à une requête STW l'ID du vendeur et le numéro de série reçus et les envoie à l'appareil approprié. S'il y a un appareil dont l'ID du vendeur et le numéro de série reçus ne correspondent pas à ses propres ID de vendeur et numéro de série, l'appareil passe à l'état de Défaut de communication. La requête STW et la réponse STW sont envoyées en utilisant des messages B_EVENT.
- Etape D: Le maître envoie des requêtes d'attribution aux appareils esclaves ou répéteurs En ligne. La requête et la réponse d'attribution sont envoyées en utilisant des messages A_EVENT.

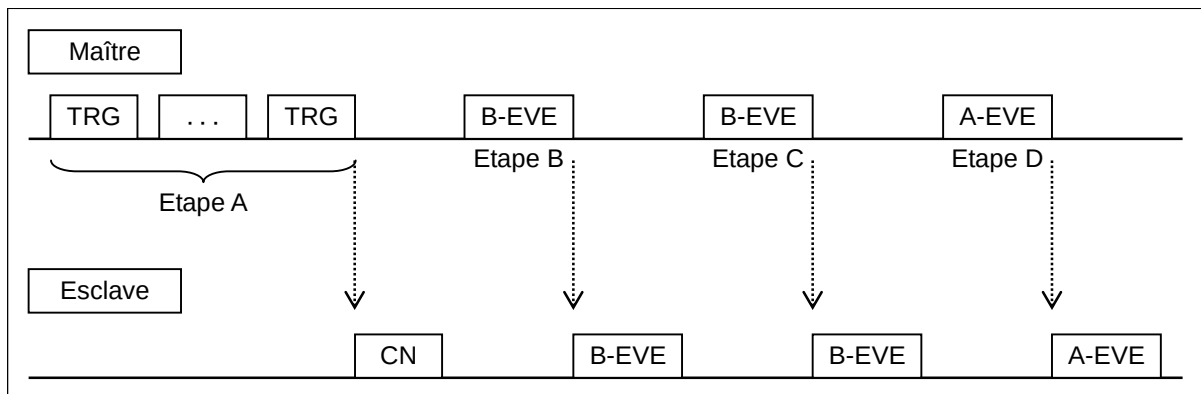


Figure 42 – Diagramme de la machine d'état de connexions d'E/S maître/esclave prédéfinies

5.3.4.6.3 Diagramme de flux de la procédure de participation

Le flux de connexion est présenté à la Figure 43.

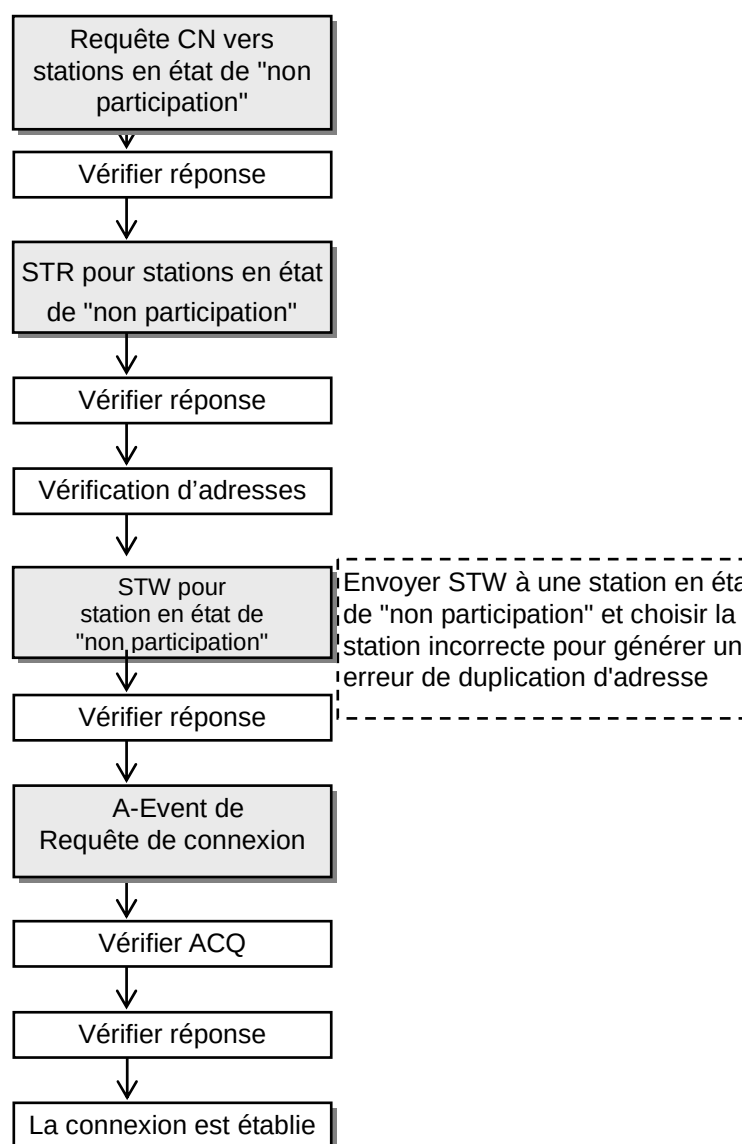


Figure 43 – Flux de connexion

5.3.4.7 Caractéristiques des communications du maître

Cette spécification ne présente pas un grand nombre de caractéristiques concernant des objets Connexion dans un maître donné. Il est exigé que le maître comprenne la manière dont il a été configuré avec ses esclaves ou répéteurs associés et doit présenter le comportement extérieur nécessaire à un interfaçage correct avec ces esclaves ou répéteurs.

Lorsqu'il est réinitialisé ou mis sous tension, un maître doit au moins attendre que toutes les stations soient à leur état initial (c'est-à-dire état de détection de la vitesse). Le temps d'attente est fonction des vitesses de transmission et il est obtenu par la formule suivante.

$$t = v \times 2$$

où

t est le temps d'attente, exprimé en millisecondes (ms).

v est un multiplicateur défini par la vitesse de transmission. Pour une vitesse de 93,75 kbit/s, le multiplicateur est 650. Pour d'autres vitesses, il est de 200.

Par exemple, à 93,75 kbit/s, le maître attend 650 ms (aucune trame OUT/TRG) jusqu'à expiration du délai de toutes les stations à l'état de "Participation" et leur passage à l'état de non participation. Le maître attend encore 650 ms (sans trame) pour permettre aux stations à l'état de "non participation" de passer à l'état de détection de la vitesse. Ainsi, il est utilisé au total 1 300 ms de temps d'attente pour s'assurer que toutes les stations se sont réinitialisées à l'état de détection de la vitesse.

NOTE Les stations qui sont à l'état de Défaut de communication ne traitent pas de nouveaux codes de contrôle et ceci peut entraîner des conflits en cas de modification du Code de contrôle dans une trame BEACON.

Le maître doit surveiller les expirations de délai de ses connexions. Pour les stations IN ou MIX, la surveillance doit être de préférence réalisée par détection des trames IN manquantes ou, de manière facultative, par détection des trames CN manquantes. Pour les stations ou répéteurs OUT, la surveillance doit être réalisée par détection des trames CN manquantes.

5.3.5 Définition de la classe d'objet Liaison CompoNet (code d'ID de classe: F7_{Hex})

5.3.5.1 Généralités

L'objet Liaison CompoNet est utilisé pour fournir la configuration et l'état d'une liaison physique. Un produit doit prendre en charge un (et uniquement un) objet Liaison CompoNet par liaison réseau physique et celle-ci doit être d'instance 1.

5.3.5.2 Attributs de classe d'objet Liaison CompoNet

Les attributs de classe pour l'objet Liaison CompoNet sont définis ci-dessous dans le Tableau 45.

Tableau 45 – Attributs de classe d'objet Liaison CompoNet

ID d'attribut	Nécessité d'implémentation	Règle d'accès	Désignation	Type de données
1 à 7	Ces attributs de classe sont facultatifs et sont décrits dans la CEI 61158-5-2, 6.2.1.2.			

5.3.5.3 Services de classe d'objet Liaison CompoNet

L'objet Liaison CompoNet prend en charge les services de classe suivants décrits dans le Tableau 46.

Tableau 46 – Services de classe d'objet Liaison CompoNet

Code de service	Nécessité d'implémentation	Désignation du service	Description
0x0E	Conditionnelle ^a	Get_Attribute_Single	Utilisé pour lire un attribut d'objet Liaison CompoNet.

^a Exigé si d'éventuels attributs de classe sont pris en charge.

5.3.5.4 Attributs d'instance d'objet Liaison CompoNet

5.3.5.4.1 Généralités

Les attributs d'instance de l'objet Liaison CompoNet sont définis dans le Tableau 47.

Tableau 47 – Attributs d'instance d'objet Liaison CompoNet

ID d'attribut	Nécessité d'implémentation	Règle d'accès	N V	Désignation	Type de données	Description	Sémantique des valeurs
1	Exigée	Get	N V	MAC ID	UINT	le MAC ID de cet appareil.	Voir 5.3.5.4.2

ID d'attribut	Nécessité d'implémentation	Règle d'accès	N V	Désignation	Type de données	Description	Sémantique des valeurs
2	Exigée	Get	V	Débit de données	USINT		Voir 5.3.5.4.3
3	--	--		Réservé			
4	--	--		Réservé			
5	Conditionnelle ^c	Get	V	Choix d'attribution	OCTET		Voir 5.3.5.4.4
6	Conditionnelle ^a	Get	V	Commutateur d'adresse de station modifié	BOOL		Voir 5.3.5.4.5
7	Conditionnelle ^b	Get	V	Commutateur de débit de données modifié	BOOL		Voir 5.3.5.4.6
8	Conditionnelle ^a	Get	V	Valeur du commutateur d'adresse de station	UINT		Voir 5.3.5.4.7
9	Conditionnelle ^b	Get	V	Valeur du commutateur de débit de données	USINT		Voir 5.3.5.4.8
10	Exigée	Set	V	Temporisateur de message explicite	UINT		Voir 5.3.5.4.9
11	Conditionnelle ^b	Get	V	Table des stations actives	MATRIC E de 512 bits	Indique l'état des stations. Un bit pour chaque MAC ID	1 = Station à l'état de « Participation ». 0 = Station non à l'état de « Participation ».
12	Conditionnelle ^b	Get	V	MOT Table d'état de stations IN	MATRIC E de 64 octets	MOT Etat de stations IN. Un octet par adresse de station	Voir 5.3.5.4.11
13	Conditionnelle ^b	Get	V	MOT Table d'état de stations OUT	MATRIC E de 64 octets	MOT Etat de stations OUT. Un octet par adresse de station	Voir 5.3.5.4.11
14	Conditionnelle ^b	Get	V	BIT Table d'état de stations IN	MATRIC E de 128 octets	BIT Etat de stations IN. Un octet par adresse de station	Voir 5.3.5.4.11
15	Conditionnelle ^b	Get	V	BIT Table d'état de stations OUT	MATRIC E de 128 octets	BIT Etat de stations OUT. Un octet par adresse de station	Voir 5.3.5.4.11
16	Conditionnelle ^b	Get	V	Table d'état de stations répéteur	MATRIC E de 64 octets	Etat de stations répéteur. Un octet par adresse de station	Voir 5.3.5.4.11
^a Cet attribut est exigé lorsque l'appareil a un commutateur d'adresse de station et qu'il peut être réglé à une valeur autre que la valeur en ligne. ^b Cet attribut est exigé pour le maître, mais non autorisé pour les autres appareils. ^c Cet attribut est exigé pour les esclaves mais non autorisé pour les maîtres.							

5.3.5.4.2 MAC ID

Cet attribut indique le MAC ID de l'appareil. La plage de valeurs va de 0 à 511. Le Tableau 48 illustre l'attribution des MAC ID à chaque catégorie d'appareil.

Tableau 48 – Plage de MAC ID

Valeur	Catégorie d'appareil
0x0000 – 0x003F (0 à 63)	Esclave en mode « mots » (IN ou MIX)
0x0040 – 0x007F (64 à 127)	Esclave en mode « mots » (OUT)
0x0080 – 0x00FF (128 à 255)	Esclave en mode « bits » (IN ou MIX)
0x0100 – 0x017F (256 à 383)	Esclave en mode « bits » (OUT)
0x0180 – 0x01BF (384 à 447)	Répéteur
0x01C0 (448)	Maître
0x01C1 – 0x01FF (449 à 511)	Réservé

Si le MAC ID est mis à une valeur incorrecte pour le type d'appareil, l'appareil passe à l'état Défaut de communication.

5.3.5.4.3 Débit de données

Cet attribut indique le débit de données choisi. Les valeurs d'attributs possibles sont présentées dans le Tableau 49.

Tableau 49 – Débit de données

Valeur	Description
0	93,75 kbit/s
1	Réservé
2	1,5 Mbit/s
3	3 Mbit/s
4	4 Mbit/s
5 à 255	Réservé

5.3.5.4.4 Choix d'attribution

L'attribut indique le type de communication choisi comme présenté dans le Tableau 50.

Tableau 50 – Choix d'attribution

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Signification	Réservé						E/S	Réservé

5.3.5.4.5 Commutateur d'adresse de station modifié

L'attribut indique si le commutateur d'adresse de station a changé depuis la mise sous tension.

5.3.5.4.6 Commutateur de débit de données modifié

L'attribut indique si le commutateur de débit de données a changé depuis la mise sous tension.

5.3.5.4.7 Valeur du commutateur d'adresse de station

L'attribut indique la valeur courante du commutateur d'adresse de station.

5.3.5.4.8 Valeur du commutateur de débit de données

L'attribut indique la valeur courante du commutateur de débit de données, comme présenté dans le Tableau 51.

Tableau 51 – Valeurs du commutateur de débit de données

Valeur	Signification
0	93,75 kbit/s
1	Réservé
2	1,5 Mbit/s
3	3 Mbit/s
4	4 Mbit/s
5 à 255	Réservé

5.3.5.4.9 Temporisateur de message explicite

Cet attribut est exprimé en secondes.

5.3.5.4.10 Table des stations actives

L'attribut d'instance 11 de l'objet Liaison CompoNet doit être constitué d'une matrice de 512 bits, un pour chaque MAC ID. Le bit de poids faible doit correspondre au MAC ID = 0 et le bit de poids fort doit correspondre au MAC ID = 511. Le bit d'un MAC ID spécifique doit être mis à "1" si la station est à l'état de « Participation », ce qui signifie que la station est accessible aux messages explicites. Le bit doit être mis à "0" si la station n'est pas à l'état de « Participation », ce qui signifie que la station peut être manquante, ou dans un état de « Non Participation » par exemple, ce qui veut dire qu'elle ne prend pas en charge les messages explicites.

5.3.5.4.11 État des stations

Les attributs d'instance 12, 13, 14, 15 et 16 indiquent l'état général de toutes les stations esclaves ou répéteurs. Les définitions des bits sont données dans le Tableau 52 et le Tableau 53.

Tableau 52 – Définitions des bits de l'octet d'état des stations

Bit (s)	Désignation	Définition
0-3	Etat du réseau de station	Voir le Tableau 53
4	Drapeau « Défaut de communication »	VRAI indique qu'il y a une erreur de défaut de communication à l'adresse de station
5	Drapeau « Expiration du délai »	VRAI indique que le maître a détecté une expiration du délai de connexion
6 à 7		Réservé, doit être à 0

Tableau 53 – Définitions des bits d'état du réseau de station

Bits 0 à 3:	Description de l'état du réseau de station
0 0 0 0	Non existant
0 0 0 1	Hors ligne
0 0 1 0	Verrouillé
0 0 1 1	En ligne
0 1 0 0	Evénement uniquement (EventOnly)

Bits 0 à 3:	Description de l'état du réseau de station
0 1 0 1	Défaut de communication
0 1 1 0 à 1 1 1 1	Réservé

5.3.5.5 Services d'instance d'objet Liaison CompoNet

5.3.5.5.1 Généralités

Le présent paragraphe décrit les services communs et les services spécifiques de la classe d'objet pris en charge par l'objet Liaison CompoNet.

5.3.5.5.2 Services communs

Les services communs requis sont spécifiés dans le Tableau 54.

Tableau 54 – Services communs d'objet Liaison CompoNet

Code de service	Nécessité d'implémentation	Désignation du service	Description
0x0E	Exigée	Get_Attribute_Single	Renvoie le contenu de l'attribut spécifié.
0x10	Exigée	Set_Attribute_Single	Utilisé pour modifier un attribut d'objet Liaison CompoNet.

5.3.5.5.3 Services spécifiques à la classe d'objet

5.3.5.5.3.1 Généralités

L'instance d'objet Liaison CompoNet prend en charge les services suivants spécifiques à la classe d'objet, décrits dans le Tableau 55.

Tableau 55 – Services spécifiques à la classe d'objet Liaison CompoNet

Code de service	Nécessité d'implémentation	Désignation du service	Description du service
0x4B	Conditionnelle ^a	Attribuer	Demande l'utilisation d'un jeu de connexions maître/esclave prédéfinies.
0x4C	Conditionnelle ^b	Libération	Indique que la ou les connexions spécifiées dans le jeu de connexions maître/esclave prédéfinies ne sont plus souhaitées. La ou les connexions indiquées doivent être libérées (supprimées).
^a Ceci est exigé pour les esclaves, facultatif pour les répéteurs et non autorisé pour les maîtres.			
^b Ceci est exigé si le comportement Attribuer est pris en charge.			

5.3.5.5.3.2 Attribuer (Code de service: 4B_{Hex})

La Figure 44 décrit les données du service dans le champ des données de service d'une requête d'attribution.

Rang de l'octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Choix d'attribution							
1	Réservé							
2	Débit du datagramme attendu							(L)
3								(H)
4	Temporisateur de message explicite							(L)
5								(H)

Figure 44 – Données de service de requête d'attribution

Choix d'attribution: Le paramètre Choix d'attribution est spécifié dans un seul octet; voir le Tableau 56. Chaque bit représente une connexion à attribuer. Si le bit est mis à un (1), une requête est en cours pour attribuer cette connexion particulière. Si un bit est mis à zéro (0), le demandeur ne souhaite pas attribuer cette connexion.

Tableau 56 – Contenu de l'octet choix d'attribution

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Signification	Réservé						E/S	Réservé

Lorsqu'un esclave ou un répéteur reçoit une requête d'attribution, il doit confirmer que les bits réservés ne sont pas utilisés. Le serveur doit ignorer toute requête envoyée utilisant les bits réservés et renvoyer une erreur.

Débit du datagramme attendu: Ce paramètre dont l'abréviation est EPR est utilisé pour la ou les connexions attribuées. La valeur correspondante est définie dans le Tableau 57.

Tableau 57 – Valeur du EPR

Valeur	Signification
0x0000 à 0xFFFF	0x0000 sélectionne la valeur par défaut. Lorsque le débit de données est de 93,75 kbit/s, la valeur par défaut est de 162 ms. Pour tous les autres débits de données, la valeur par défaut est 50 ms. La résolution est de 1 ms.

Temporisateur de message explicite: Cette valeur est utilisée en remplacement du temporisateur de message explicite par défaut, défini en 5.2.4.3. Voir le Tableau 58.

Tableau 58 – Temporisateur de message explicite

Valeur	Signification
0x0000 à 0xFFFF	0x0000 sélectionne la valeur par défaut. La résolution est en secondes.

Paramètres du champ de données de service de réponse positive: Les informations suivantes, présentées à la Figure 45, sont spécifiées dans le champ de données de service d'une réponse d'attribution positive.

Rang de l'octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Réservé (00)							
1	Réservé (00)							

Figure 45 – Données de service de réponse d'Attribution

Comportement requis du serveur de service Attribution: Ce service est utilisé pour attribuer des connexions, comme décrit en 5.3.4.4.4.2.

5.3.5.5.3.3 Service de Libération (Code de service: 4C_{Hex})

Ce service est utilisé pour retirer l'attribution des connexions indiquées dans un esclave donné.

Paramètres du champ des données de service d'une requête: Les informations présentées à la Figure 46 sont spécifiées dans le champ de données de service d'une requête de libération.

Rang de l'octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Choix de libération							

Figure 46 – Données de service d'une requête de libération

Le champ de données de service contient les informations suivantes présentées dans le Tableau 59.

Tableau 59 – Paramètres de requête de libération d'un jeu de connexions maître/esclave

Désignation	Type de données	Description
Choix de libération	Octet	Désigne les connexions qui doivent être libérées.

Le paramètre Choix de Libération est spécifié dans un seul octet comme présenté au Tableau 60. Chaque bit représente une ou des connexions à libérer. Si le bit est mis à un (1), une requête est en cours pour libérer cette connexion particulière. Si un bit est mis à zéro (0), le demandeur ne souhaite pas libérer cette connexion.

Tableau 60 – Contenu de l'octet de choix de libération

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Signification	Réservé						E/S	Réservé

Lorsqu'un serveur reçoit une requête de libération, il doit confirmer que les bits réservés ne sont pas utilisés. Le serveur doit ignorer toute requête envoyée utilisant les bits réservés et renvoyer une erreur. Une valeur de 00 est également non valide.

Paramètres du champ de données de service de réponse positive: Aucun.

5.3.5.5.4 Comportement exigé du serveur de libération d'un jeu de connexions maître/esclave

Ce service est utilisé pour libérer des connexions, comme décrit en 5.3.4.4.

5.3.6 Objet Répéteur CompoNet (code d'ID de classe: F8_{Hex})

5.3.6.1 Généralités

Le présent paragraphe décrit l'objet Répéteur CompoNet.

5.3.6.2 Attributs de classe d'objet Répéteur

Les attributs de classe de l'objet Répéteur sont définis ci-dessous dans le Tableau 61.

Tableau 61 – Attributs de classe d'objet Répéteur

Numéro	Nécessité d'implémentation	Règle d'accès	Désignation	Type de données	Description de l'attribut	Sémantique des valeurs
1 à 7	Ces attributs de classe sont facultatifs et sont décrits dans la CEI 61158-5-2, 6.2.1.2.					

5.3.6.3 Services de classe d'objet Répéteur

L'objet Répéteur prend en charge les services de classe suivants décrits dans le Tableau 62.

Tableau 62 – Services de classe d'objet Répéteur

Code de service	Nécessité d'implémentation	Désignation du service	Description
0x0E	Conditionnelle ^a	Get_Attribute_Single	Utilisé pour lire un attribut d'objet Répéteur.
^a Exigé si d'éventuels attributs de classe sont pris en charge.			

5.3.6.4 Attributs d'instance

5.3.6.4.1 Généralités

Les attributs d'instance de l'objet Répéteur sont définis dans le Tableau 63.

Tableau 63 – Attributs d'instance de classe d'objet Répéteur

Attr n°.	Nécessité d'implémentation	Règle d'accès	NV	Désignation	Type de données	Description	Sémantique des valeurs
1	Exigée	Get	V	Tension réseau du port esclave	UINT		Unité: 100 mV
2	Exigée	Get	V	Tension réseau maximale du port esclave	UINT		Unité: 100 mV
3	Exigée	Get	V	Tension réseau minimale du port esclave	UINT		Unité: 100 mV
4	Exigée	Set	NV	Seuil de tension réseau du port esclave	UINT		Unité: 100 mV
5	Exigée	Get	V	Mise sous/hors tension réseau du port maître	BOOL		5.3.6.4.6
NV mémoire non volatile							
V mémoire volatile							

5.3.6.4.2 Tension réseau du port esclave

Cet attribut doit refléter correctement la tension courante appliquée au port esclave, au moins de 0 V à 28 V c.c. La résolution de cet attribut est de 100 mV. Si la tension est hors de la plage de mesure, les valeurs limites doivent être utilisées.

5.3.6.4.3 Tension réseau maximale du port esclave

La tension maximale du port esclave détectée depuis la réinitialisation. La résolution de cet attribut est de 100 mV.

5.3.6.4.4 Tension réseau minimale du port esclave

La tension minimale du port esclave détectée depuis la réinitialisation. La résolution de cet attribut est de 100 mV.

5.3.6.4.5 Seuil de tension réseau du port esclave

La résolution de cet attribut est de 100 mV. La valeur par défaut est de 140. Si l'attribut 1 est inférieur à ce seuil, la station doit rendre compte de cette situation au maître en mettant à 1 le bit d'avertissement (B0 de l'état) dans la trame CN. S'il y a d'autres raisons d'activation du bit d'avertissement, le vendeur doit fournir des informations concernant la signification dudit bit d'avertissement.

5.3.6.4.6 Mise sous/hors tension réseau du port maître

Cet attribut est mis à 1 lorsque la tension dépasse 21 V. Il est à 0 lorsque la tension est inférieure à 3 V. Il est à 1 ou à 0 lorsque la tension est comprise entre 3 V et 21 V. Seules les valeurs 0 et 1 sont admises.

5.3.6.5 Services d'instance

Le présent paragraphe décrit les services communs pris en charge par l'objet Répéteur.

Les services communs sont définis dans le Tableau 64.

Tableau 64 – Services communs d'objet Répéteur

Code	Service	Description
0x05	Remise à zéro	Utilisé pour réinitialiser un attribut d'objet Répéteur
0x0E	Get_Attribute_single	Utilisé pour lire un attribut d'objet Répéteur
0x10	Set_Attribute_single	Utilisé pour modifier un attribut d'objet Répéteur

Les paramètres du service de réinitialisation sont définis à la Figure 47.

Rang du mot	1	1	1	1	1	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
n	Code de service (0x05)							ID de classe (0xF8)								
n+1	ID d'instance (0x01)							Attribut no.								

Figure 47 – Paramètre du service de réinitialisation

Les attributs prenant en charge le service de réinitialisation sont énumérés dans le Tableau 65.

Tableau 65 – Attributs de réinitialisation

Attribut n°	Désignation
2	Tension réseau maximale du port esclave
3	Tension réseau minimale du port esclave

5.4 Machine d'état d'accès au réseau

5.4.1 Généralités

Le présent paragraphe définit la machine d'état d'accès au réseau que chaque produit doit mettre en œuvre. La machine d'état d'accès au réseau décrit:

- les événements réseau affectant l'aptitude de communication d'un produit.
- les tâches exécutées avant la communication.

5.4.2 Événements d'accès au réseau

La machine d'état d'accès au réseau utilise les événements B_EVENT, STR et STW. Ils sont décrits ci-après de manière concise:

STR: En utilisant une trame B_EVENT, un maître peut effectuer une opération de lecture d'état afin d'obtenir des informations d'un esclave ou d'un répéteur. Les informations d'état sont les suivantes:

- VendorID: L'ID du vendeur CompoNet attribué par l'ODVA,
- SerialNumber: La référence unique de l'appareil, gérée par le vendeur,
- RepeaterMode: Vrai/Faux pour indiquer s'il s'agit d'un répéteur ou d'un esclave,
- InIoModeStatus: Etat et longueur des données d'entrée,
- OutIoModeStatus: Etat et longueur des données de sortie,
- GateCount: le nombre de répéteurs entre cette station et le maître. Cette information provient de la trame BEACON,
- LastRepeaterNodeAddress: l'adresse du répéteur le plus proche. Cette information provient de la trame BEACON.

STW: En utilisant une trame B_EVENT, un maître peut régler des paramètres d'esclaves ou de répéteurs par une opération d'écriture d'état. Les paramètres sont les suivants:

- VendorID: l'ID du vendeur CompoNet attribué par l'ODVA,
- SerialNumber: la référence unique de l'appareil, gérée par le vendeur,
- CnTimeDomain: la période de démarrage de la transmission CN après une trame OUT/TRG,
- InTimeDomain: la période de démarrage de la transmission IN après une trame OUT/TRG,
- CnFrameAddressMask: indique les esclaves autorisés à envoyer une trame CN pendant le cycle de communication en cours,
- OutBlockPointer: 0 à 79. indique l'emplacement dans la trame OUT d'où les esclaves de sortie obtiennent leurs données,
- Running: autorisation d'effectuer des opérations en ligne normales (état de « Participation » / » Non Participation »),
- UnRegistrant: autorisation d'effectuer une détection de duplication d'adresse, et
- EventOnly: état en ligne particulier utilisé pour la configuration, le paramétrage, l'analyse, etc. (Voir la Figure 50).

Les événements suivants déterminent les transitions qui ont lieu pendant le traitement de la machine d'état d'accès au réseau:

BEACON_OK: Une trame BEACON a été reçue avec un CRC valide et un code de vitesse qui concorde avec le réglage de vitesse courant.

Expiration de délai réseau: Un esclave ou un répéteur surveille la communication du réseau au moyen d'un temporisateur de surveillance du réseau (chien de garde). À l'état de « Non Participation », la réception d'une éventuelle trame correcte réenclenche la surveillance et évite ainsi une expiration du délai. À l'état de « Participation », une trame OUT ou TRG doit être reçue. Le temporisateur est également réenclenché lors du passage de l'état de « Participation » à l'état de « Non participation » suite à un événement d'expiration de délai réseau. La valeur d'expiration de délai du temporisateur de surveillance du réseau est déterminée par le débit des données. Voir le Tableau 66.

Tableau 66 – Débit de données et périodes de surveillance du réseau

Débit de données	Temporisateur de surveillance du réseau
4 Mbit/s; 3 Mbit/s; 1,5 Mbit/s	200 ms
93,75 kbit/s	650 ms

Dépassement de compteur CN: Le compteur de trame CN est valide lorsque la station se trouve à l'état de « Non Participation » avec "UnRegistrant =0". Il est incrémenté de 1 lorsqu'il répond au maître par une trame CN. Si la valeur atteint 16, la station passe à l'état Défaut de communication. Le compteur CN est remis à 0 lorsque la station passe à l'état hors ligne.

Il existe plusieurs opérations STW en fonction des réglages de paramètres dans le champ de données:

- **STW_Dup:** Une STW dont le VendorID ou le SerialNumber est différent des valeurs propres de la station.
- **STW_Run:** Une STW avec "Running=1" et dont le VendorID et le SerialNumber concordent avec les valeurs de la station.
 - **STW_Run Online:** Si "EventOnly=0"
 - **STW_Run EventOnly:** Si "EventOnly=1"
- **STW_Standby:** Une STW avec "Running=0" et dont le VendorID et le SerialNumber concordent avec les valeurs de la station. Fait passer la station à l'état de « Non Participation ».
 - **STW_Standby Offline:** Si "UnRegistrant =0"
 - **STW_Standby Locked:** Si "UnRegistrant =1"

Il n'y a pas de transition directe entre les sous-états Online et EventOnly. Une STW avec Run=1 et EventOnly=1 pour une station à l'état Online fait passer la station à l'état Offline. Une STW avec Run=1 et EventOnly=0 pour une station à l'état EventOnly doit être ignorée.

Important: La transition d'état des appareils esclaves doit être réalisée dans les 500 µs après achèvement de la réception STW. Un appareil maître doit prévoir une période de 500 µs pour la transition d'état des appareils esclaves après émission de STW.

5.4.3 Diagramme de la machine d'état

Une présentation générale de l'accès au réseau est donnée dans la Figure 48, dans le Tableau 67, dans la Figure 49 et la Figure 50.

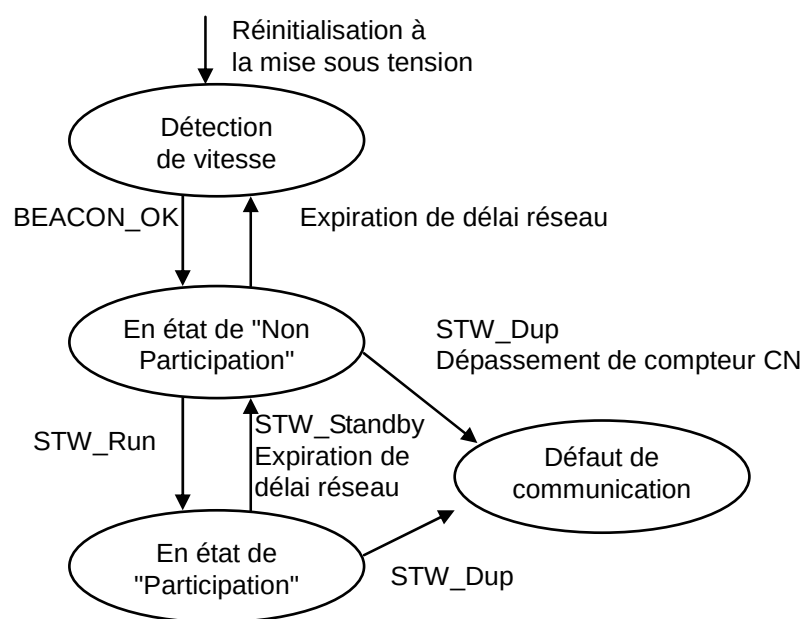


Figure 48 – Diagramme de la machine d'état

Tableau 67 – Description de la machine d'état

Etat		Description	Opérations possibles
Détection de vitesse		Initialisation et détection du débit de données	Détection du débit de données
Etat de « Non Participation »	Hors ligne	Attente de l'autorisation de participation octroyée par le maître	STatus-Read (STR) et STatus-Write (STW) sont possibles; Une trame CN à l'état de « Non Participation » est possible; Les paramètres de communication sont définis par une STW du maître.
	Verrouillé	Permission de participation refusée par le maître	STR ou STW; CN à l'état de « Non Participation » .
À l'état de « Participation »	En ligne	Participation à tous les réseaux de communication	Toutes les opérations du réseau
	EventOnly	Participation aux communications d'événements uniquement	Communications d'événements
Défaut de communication		Un défaut de duplication d'adresses MAC ID est détecté.	Trame CN à l'état de Défaut de communication.

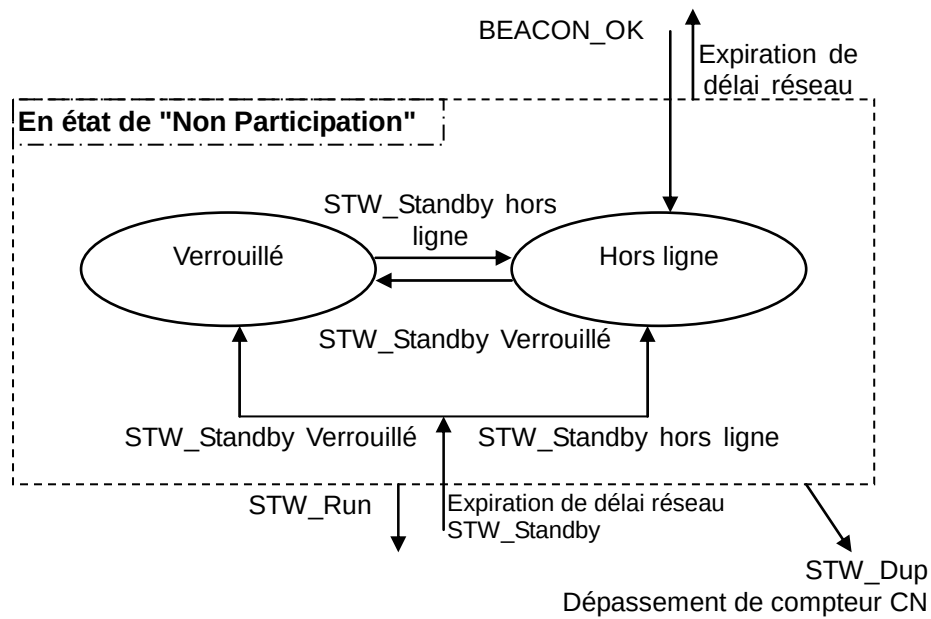


Figure 49 – Sous-état de l'état de « Non Participation »

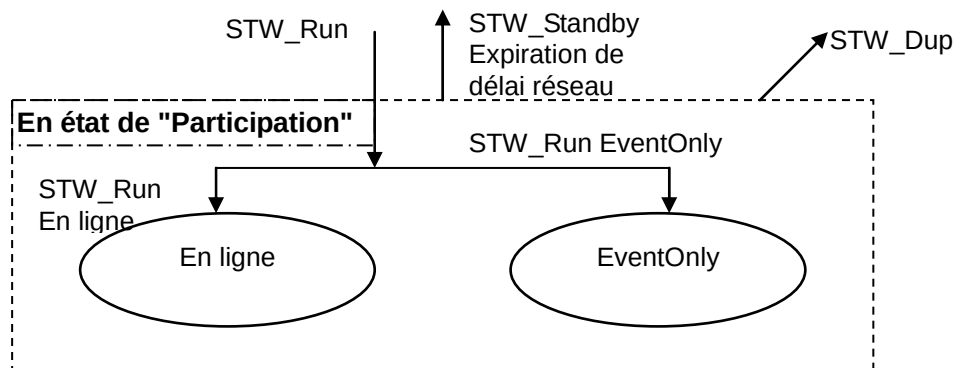


Figure 50 – Sous-état de l'état de « Participation »

Etat Verrouillé: Les stations non configurées par le maître passent finalement à l'état Défaut de communication. Le maître peut prévenir cette situation en les laissant passer à l'état Verrouillé. L'état Verrouillé présente la même configuration de DEL que l'état Hors ligne.

Etat EventOnly: Un esclave à l'état EventOnly (événement uniquement) ignore les données contenues dans la trame OUT/TRG et ne répond pas par une trame IN. Cependant, il peut traiter des messages explicites. Ce comportement peut être utilisé dans certaines applications. Par exemple, une station E/S en dysfonctionnement peut être remplacée en ligne par une station E/S universelle de secours si les E/S universelles ont une longueur de données par défaut différente et si la longueur des données peut être modifiée au moyen de messages explicites. L'état EventOnly utilise la même configuration de DEL que l'état en ligne.

5.4.4 Détection automatique du débit de données

La détection automatique du débit de données est illustrée à la Figure 51.

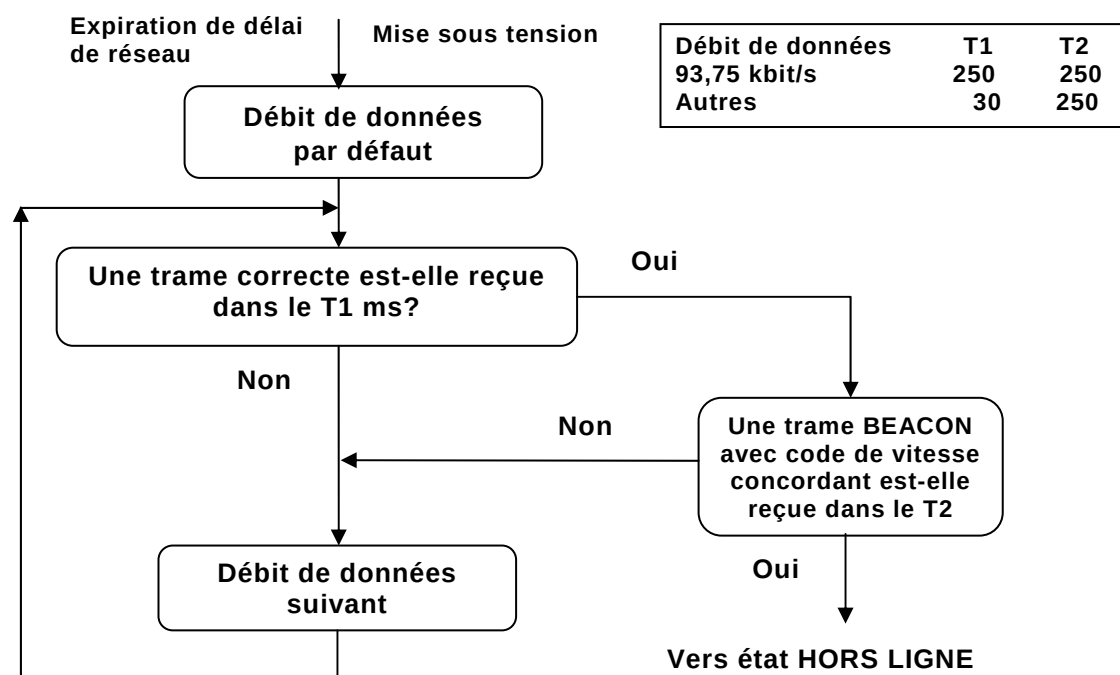


Figure 51 – Schéma de détection du débit de données

Le paramètre de code de vitesse de la trame BEACON doit être ignoré pour tous les états autres que détection de vitesse.

5.4.5 Détection de duplication d'adresse MAC ID

Il existe trois méthodes de détection d'une adresse MAC ID en double; détection maître, détection esclave ou répéteur et détection avec un événement STW.

Le processus commence lorsque le maître émet des requêtes de trames CN pour recueillir des informations du réseau. A partir des réponses, le maître peut déterminer s'il y a un éventuel chevauchement dans la zone des données E/S. Il est demandé à certains modules, du fait de l'importance de la taille de leurs données, d'occuper de multiples MAC ID. Par exemple, un esclave en mode « bits » à l'adresse MAC ID 128 ayant 4 bits de données d'entrée, doit également consommer l'adresse MAC ID 129. Cependant, dans sa réponse à la trame CN, l'appareil rend compte de son MAC ID à l'adresse 128. Si une autre station renvoie une réponse de trame CN utilisant l'adresse MAC ID 129, le maître identifie cette station comme une duplication d'adresse MAC ID.

Un maître peut imposer des conditions supplémentaires en cas de chevauchement de données, comme par exemple le passage d'une station à l'état Défaut de communication.

S'il existe plusieurs stations à la même adresse MAC ID, il est possible que le maître ne puisse pas recevoir des trames CN abouties en provenance de certaines stations, du fait de collisions de données. Le maître continue à demander les trames CN de ces appareils. Si les conflits persistent, le compteur de trames CN des stations concernées dépasse sa valeur maximale (15). La station s'identifie alors comme une station avec adresse MAC ID double.

S'il n'y a pas de collision de données et si le maître reçoit une réponse de trame CN, il doit émettre une STR pour acquérir le VendorID et le SerialNumber de la station. Une fois encore, si plusieurs stations utilisent cette adresse MAC ID et si les tentatives STR n'aboutissent pas, le compteur de trame CN de la station atteint finalement sa valeur maximale. Si la STR aboutit, cette situation serait détectée lorsque le maître tente de configurer la station avec une STW en envoyant une STW à l'adresse MAC ID qui utilise le VendorID et le SerialNumber reçus dans la réponse STR. Tous les appareils qui utilisent cette adresse MAC ID recevraient cette STW et dans ce cas, ils s'identifieraient tous, à l'exception d'un appareil, comme des stations avec adresse MAC ID double, du fait de la non concordance des informations d'identité. Voir le Tableau 68.

Tableau 68 – Mécanisme de détection de la duplication d'adresses MAC ID

Détection par le maître	Le maître détecte un chevauchement dans la zone de données E/S. Le maître force la station à l'état de Défaut de communication en utilisant une STW comportant un numéro de VendorID incorrect connu "0xFFFF" (STW_Dup).
Détection par l'esclave ou le répéteur lui-même	Si aucune STW n'est exécutée après réception du nombre spécifié de requêtes de trames CN pour la station quand il se trouve à l'état de « Non Participation », il y a dépassement du compteur CN de la station et celle-ci passe à l'état Défaut de communication. La limite du compteur CN est de 15. Le maître peut avoir la possibilité de détecter la station à l'état de Défaut de communication en envoyant une requête de trame CN à l'adresse double, au moyen d'une trame TRG ou OUT.
Détection par STW	Si le maître peut recevoir des réponses CN et STR correctes de l'une des stations qui utilisent une adresse en double, il envoie une STW à cette adresse MAC ID. D'autres appareils qui utilisent cette adresse MAC ID passent à l'état Défaut de communication après réception de la STW contenant un VendorID ou un SerialNumber incorrect. Le maître peut avoir la possibilité de détecter la station à l'état de Défaut de communication en envoyant une requête de trame CN à l'adresse double, au moyen d'une trame TRG ou OUT.

5.4.6 Comportement d'un répéteur

Les répéteurs doivent arrêter de répéter ou de faire suivre une trame donnée si une quelconque erreur est décelée dans la trame, par exemple une erreur de CRC.

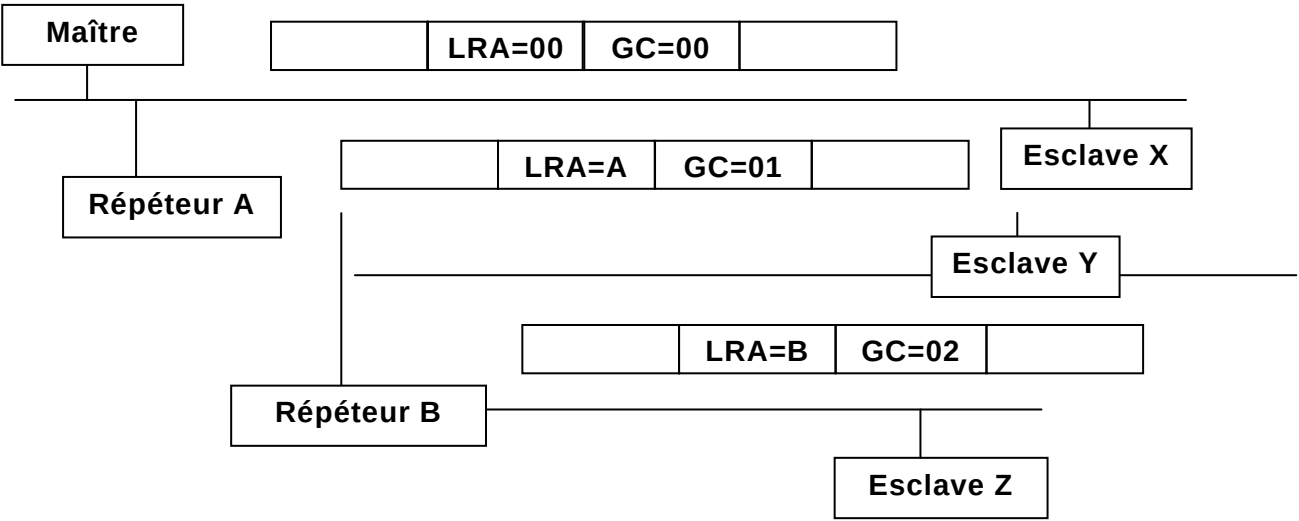
Un répéteur n'est pas transparent pour toutes les trames. Voir le Tableau 69 pour déterminer les trames qui sont répétées.

Si la valeur du champ Gate Count (nombre de portes) dans la trame BEACON est inférieure à 2, un répéteur remplace l'«adresse du dernier répéteur» par sa propre adresse et incrémente d'une unité le champ Gate Count de la trame BEACON. Le CRC recalculé tient compte de ces modifications. Si la valeur du nombre de portes est 2, la trame BEACON n'est pas répétée. Voir la Figure 52.

Tableau 69 – Sens de répétition des trames

Sens	Type de trame	Action de répétition	Remarques
Vers l'aval	OUT_frame	Oui	Répétition au cours de la réception
	TRG_frame	Oui	Répétition au cours de la réception
	A_EVENT	Oui	Répétition au cours de la réception ^a
	B_EVENT	Oui	Répétition au cours de la réception ^a
	CN_frame	Non	
	IN_frame	Non	
	BEACON_frame	Oui	Réception, modification et envoi

Sens	Type de trame	Action de répétition	Remarques
Vers l'amont	OUT_frame	Non	
	TRG_frame	Non	
	A_EVENT	Oui	Répétition au cours de la réception
	B_EVENT	Oui	Répétition au cours de la réception
	CN_frame	Oui	Répétition au cours de la réception
	IN_frame	Oui	Répétition au cours de la réception
	BEACON_frame	Non	
^a La répétition doit être arrêtée si le message est destiné à ce répéteur			



Légende

- LRA Adresse de station du dernier répéteur (Last Repeater node Address)
- GC Nombre de portes (Gate Count)

Figure 52 – Trame BEACON modifiée par des répéteurs

5.5 Connexion d'E/S

CompoNet prend uniquement en charge les connexions E/S d'entrée monodestinataire et de sortie multidestinataire. Les connexions E/S ne prennent pas en charge la fragmentation. Voir la Figure 53.

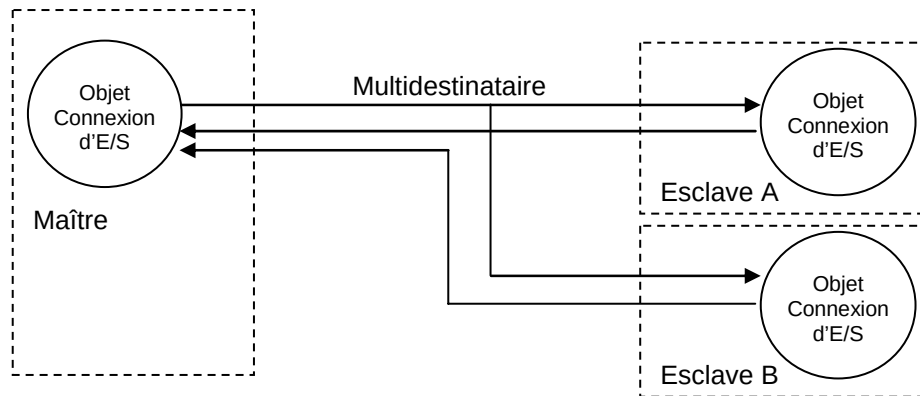


Figure 53 – Connexions d'E/S multidestinataires

Le maître utilise une trame OUT pour envoyer les données de sortie à des esclaves consommateurs. La taille maximale des données de sortie pour un maître est de 1 280 bits. Les esclaves producteurs transmettent les données d'entrée au maître en utilisant une trame IN. (Voir 5.2.2.1 et 5.2.2.4 pour le format de trame et 5.1.3 pour le schéma de communication)

5.6 AMRT

5.6.1 Généralités

Le présent paragraphe définit les spécifications de temporisation.

5.6.2 Caractéristiques de temporisation de la liaison de données

5.6.2.1 Définition des termes

Les termes suivants sont utilisés pour décrire les caractéristiques de temporisation:

- **Délai de réception:** Période entre l'achèvement d'une trame et le moment où la trame est correctement décodée par MAC et indiquée.
- **Délai d'émission:** Période entre le début d'émission d'une trame par la couche supérieure dans le MAC et le moment où la trame complète a été envoyée au circuit physique.

5.6.2.2 Caractéristiques de temporisation du maître

Le délai de traitement dans le maître est influencé par le MAC et le circuit physique comme le montre la Figure 54. Un maître doit avoir des paramètres de temporisation conformes à ceux présentés dans le Tableau 70.

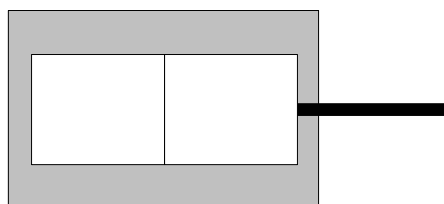


Figure 54 – Schéma du MAC et du circuit physique du maître

Tableau 70 – Caractéristiques de temporisation du maître

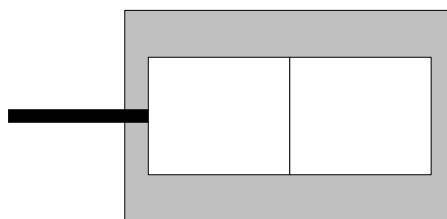
Sens	Couche	Description détaillée	MIN	MAX
Emission et réception	MAC du maître	Délai MAC	26 marques	30 marques
Emission	Circuit physique	Délai d'émission physique ^a	0 ns	45 ns
Réception	Circuit physique	Délai de réception physique ^a	0 ns	105 ns
Emission et réception	Circuit physique	Délai de circuit physique	0 ns	150 ns
^a Voir 5.7.3.5.				

Les temporisations suivantes sont obtenues sur la base du Tableau 70:

- *Délai fixe du maître* (Délai fixe d'un appareil maître): **26 marques**
- *Délai variable maximal du maître* (Fluctuation de délai de l'appareil maître): **4 marques + 150 ns**

5.6.2.3 Caractéristiques de temporisation de l'esclave

Le délai de traitement dans un esclave est influencé par le MAC et le circuit physique comme le montre la Figure 55. Un esclave doit avoir des paramètres de temporisation conformes à ceux présentés dans le Tableau 71.

**Figure 55 – Schéma du MAC et du circuit physique de l'esclave****Tableau 71 – Caractéristiques de temporisation de l'esclave**

Sens	Couche	Description détaillée	MIN	MAX
Réception et Emission	MAC esclave	Délai MAC pour les trames à l'exception des trames EVENEMENTS	26 marques	29 marques
Réception et Emission	MAC esclave	Délai MAC pour les trames EVENEMENTS à l'exception des trames STW	25 marques	27 marques
Réception et Emission	MAC esclave	Délai MAC pour les trames STW	30 marques	32 marques
Emission	Circuit physique	Délai d'émission de circuit physique	0 ns	45 ns
Réception	Circuit physique	Délai de réception de circuit physique	0 ns	105 ns
Réception et Emission	Circuit physique	Délai de circuit physique	0 ns	150 ns
^a Voir 5.7.4.5.				

Les temporisations suivantes sont obtenues sur la base du Tableau 71:

- *Délai fixe d'un esclave* (Délai fixe d'un appareil esclave pour les trames OUT, BEACON, CN, IN): **26 marques**
- *Délai variable maximal de l'esclave* (Fluctuation de délai de l'appareil esclave pour les trames OUT, BEACON, CN, IN): **3 marques+150 ns**
- *Délai Fixe d'événement d'un esclave* (Délai fixe d'un appareil esclave pour les trames A_EVENT et B_EVENT, à l'exception des trames STW): **25 marques**
- *Délai variable maximal d'événement d'esclave* (Fluctuation de délai d'un appareil esclave pour des trames A_EVENT et B_EVENT, à l'exception des trames STW): **2 marques + 150 ns**
- *Délai STW fixe d'esclave* (Délai fixe d'appareil esclave pour STW): **30 marques**
- *Délai variable maximal STW d'esclave* (Fluctuation de délai de l'appareil esclave pour STW): **2 marques + 150 ns**

5.6.2.4 Caractéristiques de temporisation du répéteur

Le délai de traitement dans le répéteur est influencé par la couche MAC et le circuit physique comme le montre la Figure 56. Un répéteur doit avoir des paramètres de temporisation conformes à ceux présentés dans le Tableau 72.

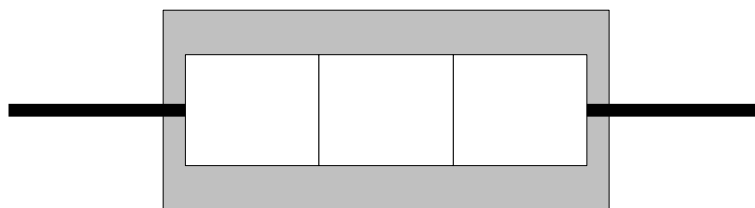


Figure 56 – Schéma du MAC et du circuit physique du répéteur

Tableau 72 – Caractéristiques de temporisation du répéteur

Sens	Couche	Description détaillée	MIN	MAX
Répétition	MAC esclave	Délai de répétition MAC	32 marques	35 marques
	Circuit physique	Délai de répétition de circuit physique	0 ns	150 ns
Emission	Circuit physique	Délai d'émission de circuit physique	0 ns	45 ns
Réception	Circuit physique	Délai de réception de circuit physique	0 ns	105 ns
Réception et Emission	MAC esclave (port esclave)	Délai MAC pour les trames à l'exception des trames EVENEMENTS	Voir Tableau 71	
Réception et Emission	MAC esclave (port esclave)	Délai MAC pour les trames EVENEMENTS à l'exception des trames STW		
Réception et Emission	MAC esclave (port esclave)	Délai MAC pour les trames STW		
Réception et Emission	Circuit physique (port esclave)	Délai de circuit physique		

Les temporisations suivantes sont obtenues sur la base du Tableau 72:

- *Délai de répétition fixe* (Délai fixe de répétition): **32 marques**

- *Délai variable maximal de répétition* (délai de fluctuation de la répétition): **3 marques + 150 ns**

5.6.2.5 Délai de propagation dû au câble

Le câble utilisé doit être conforme aux paramètres de temporisation présentés dans le Tableau 73.

Tableau 73 – Délai de propagation dû au câble

Description	MIN	MAX
Délai de propagation dû au câble	0 ns/m	8 ns/m

Les temporisations suivantes sont obtenues sur la base du Tableau 73:

Délai total maximale du câble = 8 ns/m × Longueur maximale du câble,

la longueur maximale du câble étant définie dans le Tableau 74.

Tableau 74 – Longueur maximale du câble

Débit de données	Longueur de spécification	Longueur de calcul
	m	m
4 Mbit/s	30	30
3 Mbit/s	30,5	31
1,5 Mbit/s	100	203
93,75 kbit/s	506	506

5.6.2.6 Processus de transmission

Le processus de transmission est illustré à la Figure 57.

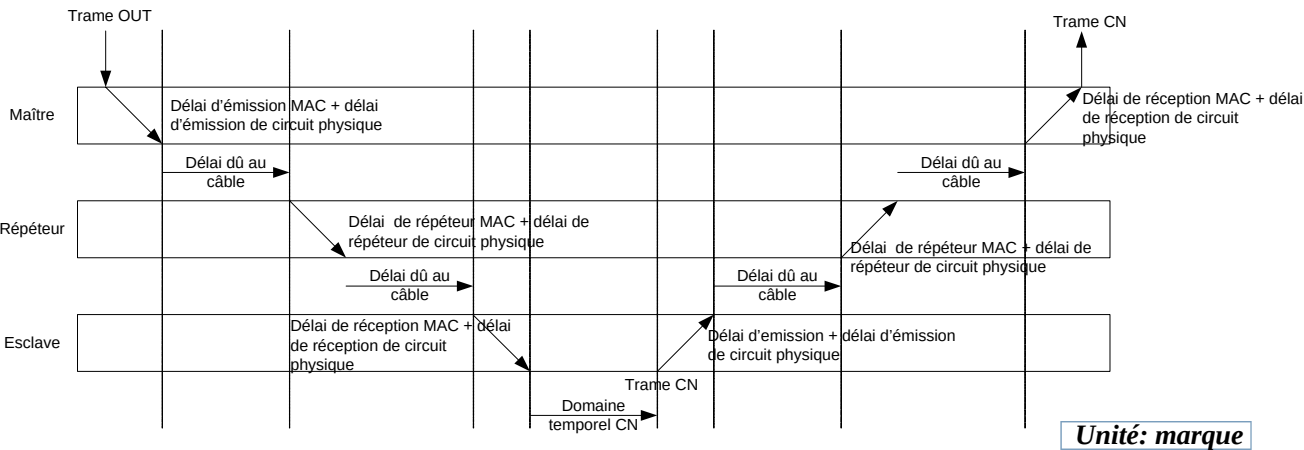


Figure 57 – Processus de transmission

5.6.3 Calcul du domaine temporel

5.6.3.1 Définition des termes

Les paramètres utilisés pour le calcul du domaine temporel sont présentés dans le Tableau 75.

Tableau 75 – Paramètres utilisés dans le calcul du domaine temporel

Paramètres	Définition	Valeur
Efficacité	Efficacité de la conversion Manchester, 1 bit = 2 marques	2
Variation de fréquence	± 500 parties par million	1 001/1 000
Délai fixe de répéteur	Délai de répétition fixe	32 marques
Délai fixe	= (Délai fixe du maître) + (Délai variable maximal du maître) + (Délai fixe de l'esclave)	56 marques + 150 ns
Délai variable	=(Délai variable maximal de l'esclave) + [(Délai total max. du câble) × 6] + [(Délai variable maximal de répétition) × 4]	750 ns + [((Délai total max. du câble) × 6) ns + 15 marques]
Correction marginale	La marge de l'écart de fréquence de trame IN/CN, Max.: 0,57 marques La marge de calcul de la fréquence pour chaque position de trame, Max.: 0,07 marques Total=0,57+0,07=0,64 marques	1 marque

5.6.3.2 Marques de trames

Les marques de trames sont présentées dans le Tableau 76.

Tableau 76 – Marques de trames

Trame	Marques standard
BEACON	$(5 + 5 + 2 + 3 + 6 + 2 + 8) \times 2 = 62$ marques
OUT	$(5 + 7 + 9 + 7 + Nwo \times 16 + ((Nbo + 7) / 8) \times 16 + 16) \times 2 = 88 + (Nwo + ((Nbo + 7) / 8)) \times 32$ marques
TRG	$(5 + 7 + 9 + 8) \times 2 = 58$ marques
Marques standard CN (CN_Std_Marks)	$(5 + 4 + 9 + 4) \times 2 = 60$ marques
Marques standard WordIN (WordIN_Std_Marks)	$(5 + 2 + 9 + 5 + 16 + 8) \times 2 = 90$ marques
Marques standard BitIN (BitIN_Std_Marks)	$(5 + 2 + 9 + 5 + 2 + 8) \times 2 = 62$ marques
EVENEMENT	$(5 + 6 + 9 + 9 + 5 + Ned \times 8 + 16) \times 2 = 100 + Ned \times 16$ marques
NOTE 1 Nwo (number of words) est le nombre total de mots dans un esclave de données de sortie en mode mots. NOTE 2 Nbo (number of nodes) est le nombre total de stations dans des esclaves de données de sortie en mode bits. NOTE 3 Ned est la longueur des données d'événements dans une trame EVENEMENTS, en octets.	

5.6.3.3 **Domaine temporel CN et Domaine temporel In**

Le modèle du cycle de transmission est présenté à la Figure 58. Dans ce modèle, il est nécessaire de multiplier les variations de fréquences à chaque position de trame.

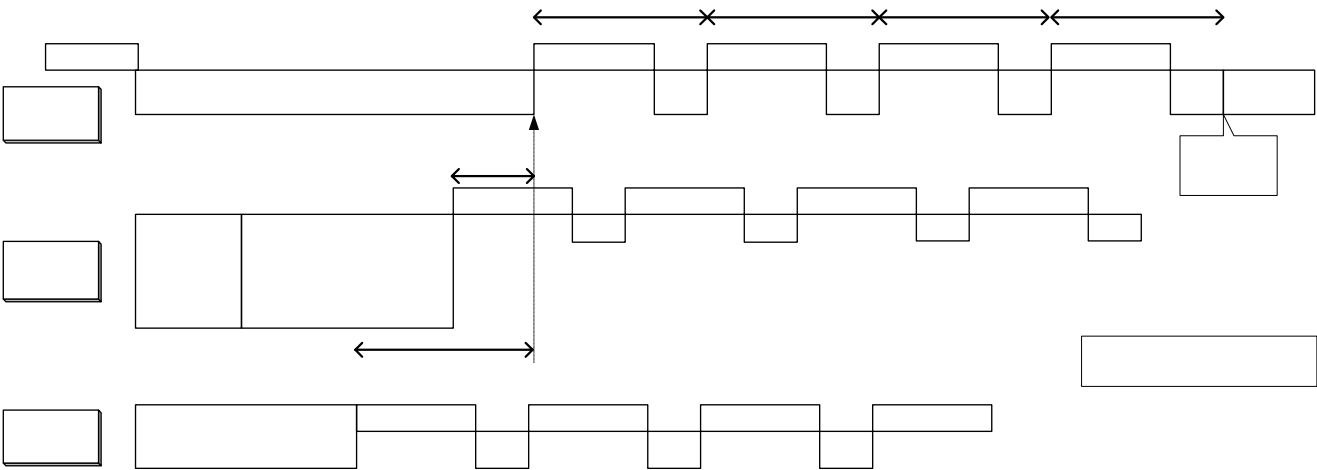


Figure 58 – Modèle de cycle de transmission

Après mise sous tension ou réinitialisation physique, les esclaves et les répéteurs vont connaître les couches de segments auxquelles ils sont connectés par la valeur “Gate Count” des trames BEACON reçues. Le domaine temporel CN par défaut est présenté en 5.6.3.4.

Le maître d'un réseau peut modifier le nombre de trames CN dans un cycle de bus en fonction de sa propre politique de programmation. Le maître calcule la temporisation de toutes les autres stations et l'envoie aux esclaves et aux répéteurs par STW. Le Tableau 77 et le Tableau 78 présentent, pour information, la manière de calculer le domaine temporel de CN et le domaine temporel de IN.

Tableau 77 – Réglage des domaines temporels pour des stations du segment de première couche

Réglage	Domaine temporel au segment de première couche
CN#0	'Délat fixe du répéteur' × 4
CN#1	(CN#0+CN_Std_Marks + 'Délat variable' + 'Correction marginale') × 'Variation de fréquence'
CN#(cn_last)	(CN#(cn_last-1) + CN_Std_Marks + 'Délat variable' + 'Correction marginale') × 'Variation de fréquence'
WordIN#0	(CN#(cn_last) + CN_Std_Marks + 'Délat variable' + 'Correction marginale') × 'Variation de fréquence'
WordIN#(win_last)	(WordIN#(win_last-1) + WordIN_Std_Marks + 'Délat variable' + 'Correction marginale') × 'Variation de fréquence'
BitIN#0	< Lorsque WordIN existe > (WordIN#(win_last) + WordIN_Std_Marks + 'Délat variable' + 'Correction marginale') × 'Variation de fréquence' < Lorsque WordIN n'existe pas > (CN#(cn_last) + CN_Std_Marks + 'Délat variable' + 'Correction marginale') × 'Variation de fréquence'
BitIN#(bin_last)	(BitIN#(bin_last-1) + BitIN_Std_Marks + 'Délat variable' + 'Correction marginale') × 'Variation de fréquence'

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-28-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Use restricted with printed version.

Réglage	Domaine temporel au segment de première couche
Extrémité caudale	< Lorsque WordIN existe à cette extrémité > $(\text{WordIN}(\text{win_last}) + \text{WordIN_Std_Marks} + \text{'Délai variable'} + \text{'Correction marginale'}) \times \text{'Variation de fréquence'}$ < Lorsque BitIN existe à cette extrémité > $(\text{BitIN}(\text{win_last}) + \text{BitIN_Std_Marks} + \text{'Délai variable'} + \text{'Correction marginale'}) \times \text{'Variation de fréquence'}$ < Lorsque ni WordIN, ni BitIN n'existent à cette extrémité > $(\text{CN}(\text{cn_last}) + \text{CN_Std_Marks} + \text{'Délai variable'} + \text{'Correction marginale'}) \times \text{'Variation de fréquence'}$

Tableau 78 – Réglage des domaines temporels pour des stations de segments de deuxième et de troisième couches

Réglage	Domaine temporel au segment de deuxième couche	Domaine temporel au segment de troisième couche
CN#n	$\text{CN}\#n(\text{1er segment}) - \text{RFD} \times 2$	$\text{CN}\#n(\text{1er segment}) - \text{RFD} \times 4$
IN#n	$\text{WordIN}\#n(\text{1er segment}) - \times 2$	$\text{WordIN}\#n(\text{1er segment}) - \text{RFD} \times 4$
BitIN#n	$\text{BitIN}\#n(\text{1er segment}) - \text{RFD} \times 2$	$\text{BitIN}\#n(\text{1er segment}) - \text{RFD} \times 4$
NOTE RFD est l'acronyme de Repeater Fixed Delay (Délai fixe de répéteur).		

5.6.3.4 CnDefaultTimeDomain (Domaine temporel CN par défaut)

La Figure 59 présente le modèle de cycle CnDefaultTimeDomain.

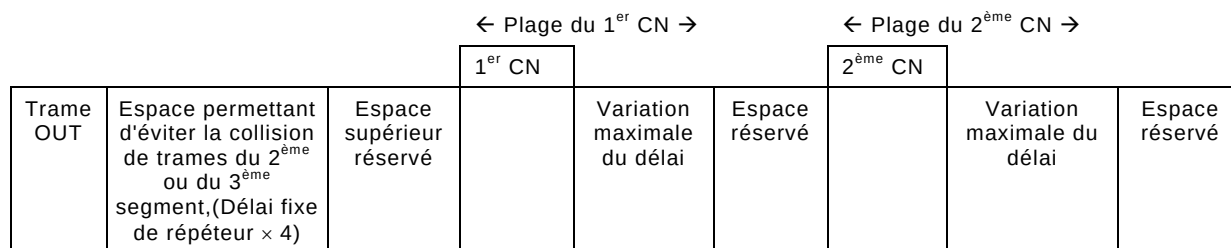


Figure 59 – Modèle de cycle CnDefaultTimeDomain

Afin de disposer d'une marge de sécurité, c'est-à-dire un espace réservé, 1 marque a été insérée avant et après le délai de répéteur MAC lorsque le domaine CnDefaultTimeDomain a été calculé pour un répéteur donné.

Tableau 79 – Délai de répéteur pour le calcul de CnDefaultTimeDomain

Sens	Couche	Description détaillée	MIN	MAX
Répétition	MAC esclave	Délai de répéteur MAC	32 marques	36 marques
	Couche physique	Délai de répéteur de couche physique	0 ns	150 ns

Se fondant sur le Tableau 79, les temporisations du Tableau 80 peuvent être utilisées pour obtenir:

- *le délai variable maximal de répétition modifié* (délai de fluctuation de la répétition): **4 marques + 150 ns.**

Tableau 80 – Paramètres de calcul de CnDefaultTimeDomain

Caractéristiques	Définition	Valeur
Efficacité	Efficacité de la conversion Manchester 1 bit = 2 marques	2
Variation de fréquence	± 500 parties par million	1 001/1 000
Délai fixe de répéteur	Délai fixe de répétition = 32 marques	32 marques
Espace supérieur réservé	Espace réservé	26 marques
Espace réservé	Espace réservé	4 Mbit/s: 18 marques 3 Mbit/s: 19 marques 1,5 Mbit/s: 21 marques 93,75 kbit/s: 23 marques
Variation maximale du délai	(Délai variable maximal de l'esclave) + [(Délai total max. du câble) × 6] + [((Délai variable maximal de répétition modifié) × 4)] + (Correction marginale) 4 Mbit/s: $750/125 + 20 + [(8 \times 30)/125] \times 6 = 38$ marques 3 Mbit/s: $750/166 + 20 + [(8 \times 31)/166] \times 6 = 37$ marques 1,5 Mbit/s: $750/333 + 20 + [(8 \times 203)/333] \times 6 = 53$ marques 93,75 kbit/s: $750/5\,347 + 20 + [(8 \times 506)/5\,347] \times 6 = 27$ marques	4 Mbit/s: 38 marques 3 Mbit/s: 37 marques 1,5 Mbit/s: 53 marques 93,75 kbit/s: 27 marques
NOTE 125 ns est la longueur d'une (1) marque à 4 Mbit/s. 166 ns est la longueur d'une (1) marque à 3 Mbit/s. 333 ns est la longueur d'une (1) marque à 1,5 Mbit/s. 5 347 ns est la longueur d'une (1) marque à 93,75 kbit/s.		

Tous les esclaves ou répéteurs doivent utiliser les valeurs de CnDefaultTimeDomain calculées par la méthode présentée dans le Tableau 81 et le Tableau 82. L'Annexe G fournit des valeurs arrondies.

Tableau 81 – Réglages du segment de première couche

Réglage	Domaine temporel au segment de première couche
CN#0	(Délai fixe de répéteur) × 4 + Espace supérieur réservé
CN#1	(CN#0 + CN_Std_Marks + 'Espace réservé' + 'Variation maximale du délai') × 'Variation de fréquence'
CN#(cn_last)	[CN#(cn_last-1) + CN_Std_Marks + 'Espace réservé' + 'Variation maximale du délai'] × 'Variation de fréquence'

Tableau 82 – Réglage des segments de deuxième et de troisième couches

Réglage	Domaine temporel au segment de deuxième couche	Domaine temporel au segment de troisième couche
CN#n	CN#n(1er segment) – RFD × 2	CN#n(1er segment) – RFD × 4
NOTE RFD est l'acronyme de Repeater Fixed Delay (Délai fixe de répéteur).		

5.6.3.5 Domaine temporel d'événements

Le présent paragraphe décrit, à titre d'information, la manière de calculer la temporisation pour la communication d'EVENTS. Un modèle du maître est présenté à la Figure 60.

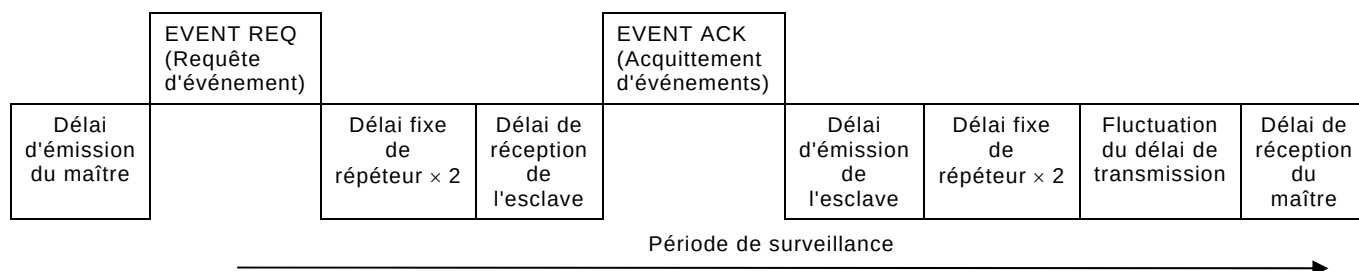


Figure 60 – Modèle de communication d'événements du maître

La longueur du domaine temporel d'événements est calculée par la formule suivante en utilisant les paramètres présentés dans le Tableau 83.

'Délai d'émission du maître'
 + 'Longueur de EVENT REQ' $\times$ 'Variation de fréquence'
 + 'Délai fixe de répéteur' $\times 2$
 + 'Délai de réception de l'esclave'
 + 'Longueur de EVENT ACK' $\times$ 'Variation de fréquence'
 + 'Délai d'émission de l'esclave'
 + 'Délai fixe de répéteur' $\times 2$
 + 'Fluctuation du délai de transmission'
 + 'Délai de réception du maître'

La Figure 61 présente, à titre d'information, un modèle de communication d'événements pour un répéteur ou un esclave.

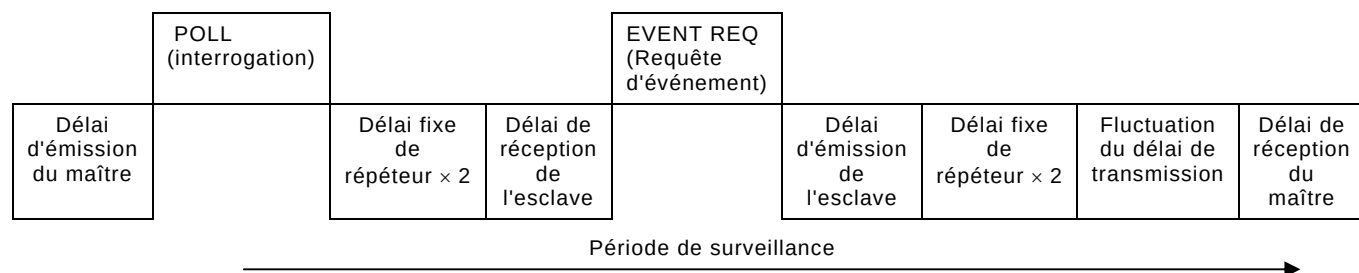


Figure 61 – Modèle de communication d'événements de l'esclave

La longueur du domaine temporel d'événements est calculée par la formule suivante et les paramètres présentés dans le Tableau 83.

'Délai d'émission du maître'
 + 'Longueur de POLL' $\times$ 'Variation de fréquence'
 + 'Délai fixe de répéteur' $\times 2$
 + 'Délai de réception de l'esclave'
 + 'Longueur de EVENT REQ' $\times$ 'Variation de fréquence'
 + 'Délai d'émission de l'esclave'
 + 'Délai fixe de répéteur' $\times 2$

+ 'Fluctuation du délai de transmission'

+ 'Délai de réception du maître'

Tableau 83 – Paramètres pour le calcul de domaines temporels d'événements

Paramètre	Valeur
Délai d'émission du maître	'Délai d'émission du maître' + 'Délai de réception du maître' = 'Délai fixe du maître' + 'Délai variable maximal du maître' = 30 marques + 150 ns (Voir le Tableau 70)
Délai de réception du maître	
Délai de réception de l'esclave	Délai de réception de l'esclave' + 'Délai d'émission de l'esclave': Trames d'événements à l'exception de STW: 27 marques + 150 ns Trames STW de B_EVENT: 32 marques + 150 ns (Voir le Tableau 71)
Délai d'émission de l'esclave	
Longueur de EVENT REQ	Requête STR: 132 marques Requête STW: 420 marques A_EVENT: 804 marques (max) (Voir 5.2)
Longueur de POLL	POLL: 132 marques (Voir 5.2)
Longueur de EVENT ACK	Réponse STR: 388 marques Réponse STW: 132 marques A_EVENT ACK: 100 marques (Voir 5.2)
Délai fixe de répéteur	Délai de répétition fixe: 32 marques (Voir le Tableau 72)
Fluctuation du délai de transmission	'Délai total max. du câble' × 6 + 'Délai variable maximal de répétition' × 4 = 600 ns + ('Délai total max. du câble' × 6) ns + 12 marques (Voir 5.6.2.5 et 5.6.2.3)
Variation de fréquence	1 001/1 000 (Voir le Tableau 75)

5.7 Couche physique

5.7.1 Généralités

Le présent paragraphe spécifie la couche physique.

5.7.2 Signalisation physique

CompoNet utilise la technologie de codage Manchester. Deux symboles représentent un bit codé Manchester inversé. Voir la Figure 62 et le Tableau 84.

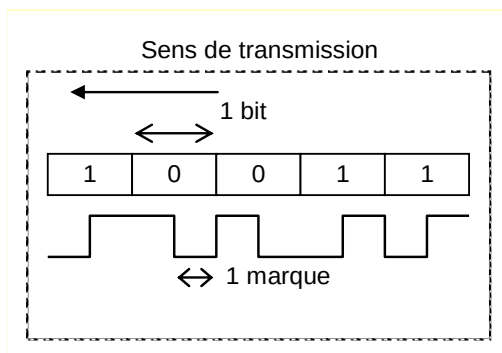


Figure 62 – Codage Manchester (inversé)

Tableau 84 – Codage Manchester de CompoNet

Symboles (marques)	Significations	Symboles codés Manchester (inversés)
{H,L}	Donnée 0	0
{L,H}	Donnée 1	1
{L,L}{H,H}	Interdit	-

5.7.3 Exigences applicables au port maître

5.7.3.1 Connecteurs de port maître

Le Tableau 85 indique les connecteurs admissibles pour le port maître.

Tableau 85 – Connecteurs admissibles pour le port maître

Connecteur	Ouvert	Plat I	Plat II
Maître	Prise jack	Prise jack	Prise jack

NOTE Il n'est pas admis d'utiliser des câbles fixés à demeure²⁶ au niveau du port maître.

5.7.3.2 Alimentation du port maître

Lorsqu'un port maître alimente des esclaves en aval par ses esclaves, l'énergie doit être fournie par l'une des deux méthodes suivantes,

- une alimentation interne branchée au réseau par l'intermédiaire du port maître, ou
- une alimentation externe branchée au réseau soit par l'intermédiaire d'un jeu dédié de bornes d'alimentation sur le maître, soit au niveau de la fiche du port maître, comme décrit en 5.7.11.2.2. Dans tous les cas, les connexions et distances d'alimentation au niveau du port maître doivent être conformes au 5.7.11.1.1.

Lorsque l'alimentation est fournie de l'extérieur au niveau de la fiche du port maître, une fiche de type ouvert doit être utilisée.

Les spécifications de l'alimentation au niveau du port maître doivent être conformes au Tableau 110.

²⁶ Un câble fixé à demeure est un câble qui part d'un appareil à des fins de connexion au réseau et qui ne peut pas être débranché ou retiré par un utilisateur sans l'aide d'outillage spécial.

5.7.3.3 Impédance des ports maîtres

Tous les ports maîtres doivent satisfaire aux limites d'impédance définies dans le Tableau 86 et dans le Tableau 87.

Tableau 86 – Impédance de port maître à la réception

Fréquence MHz	Impédance Ω	
	Minimale	Maximale
0,75	140	163
1	139	162
1,5	137	159
3	125	146
4	116	135

Tableau 87 – Impédance de port maître à l'émission

Fréquence MHz	Impédance Ω	
	Minimale	Maximale
0,75	81	94
1	83	97
1,5	86	100
3	91	106
4	92	108

5.7.3.4 Exigences applicables au port maître

5.7.3.4.1 Exigences relatives aux signaux d'émission

Un port maître doit émettre des signaux conformes aux exigences de la Figure 63, du Tableau 88 et du Tableau 89 lorsqu'il est configuré conformément à la Figure 64. Pour plus d'informations, voir l'Article 9.

Dans les figures ci-dessous, l'axe vertical est ($V_{BDH} - V_{BDL}$).

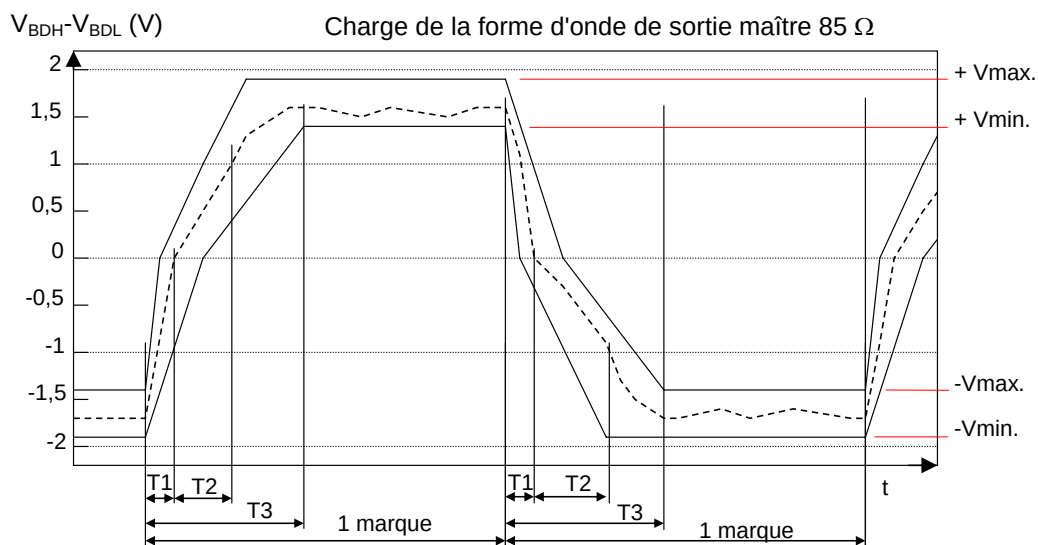


Figure 63 – Masque d'émission du port maître

Tableau 88 – Spécifications d'émission du port maître pour des débits de données de 4 Mbit/s, de 3 Mbit/s et de 1,5 Mbit/s

Signe	Valeurs limites	Commentaires
+ Vmax	1,90 V	
+ Vmin	1,40 V	
- Vmax	-1,40 V	
- Vmin	-1,90 V	
T1	11 ns à 27 ns	Croiser à 0 V
T2	8 ns à 32 ns	Démarrer à 0 V, croiser à -1,0 V vers le bas ou à 1,0 V vers le haut
T3	75 ns	Valeur de la tension de forme d'onde entre + Vmin vers + Vmax, ou – Vmin vers + Vmax
T3 - Point d'inversion des données	- Vmin vers - Vmax, ou + Vmin vers + Vmax	

Tableau 89 – Spécifications d'émission du port maître pour un débit de données de 93,75 kbit/s

Signe	Valeurs limites	Commentaires
+ Vmax	1,90 V	
+ Vmin	1,40 V	
- Vmax	-1,40 V	
- Vmin	-1,90 V	
T3	1/8 marque	Valeur de la tension de forme d'onde entre + Vmin vers + Vmax, ou – Vmin vers + Vmax
T3 au Point d'inversion des données	-Vmin vers - Vmax, ou + Vmin vers + Vmax	

La manière dont le masque d'émission est mesuré est présentée à la Figure 64. La résistance doit être du type à film métallique ou carbone.

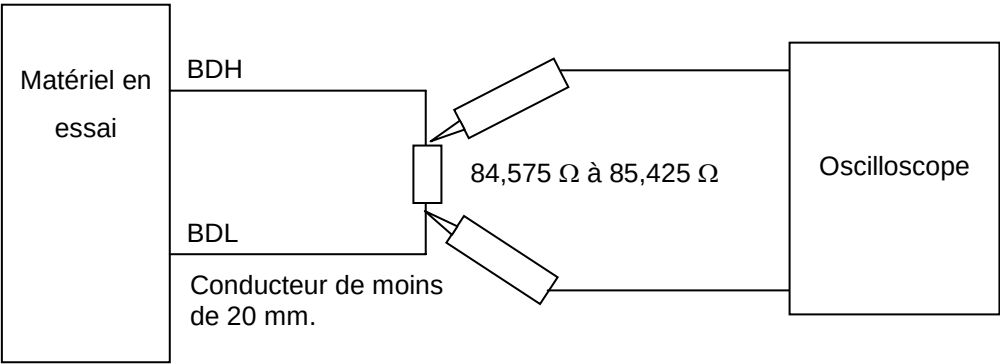


Figure 64 – Circuit d'essai de la forme d'onde de sortie pour un port maître ou esclave

5.7.3.4.2 Exigences de conformité des signaux de réception du port maître

Le récepteur doit être conforme au 5.7.5.

5.7.3.5 Délai du circuit physique du port maître

Le circuit physique du port maître doit satisfaire aux conditions suivantes:

- le délai maximal en émission est de 45 ns;
- le délai maximal en réception est de 105 ns.

5.7.4 Exigences applicables au port esclave

5.7.4.1 Connecteurs de l'esclave

Un esclave doit être muni d'un câble fixé à demeure ou de l'une des prises jack définies dans le Tableau 91. Dans le cas d'un câble fixé à demeure, le câble doit être coupé à la longueur spécifiée et être muni d'une des fiches définies dans le Tableau 90. La longueur finie du câble fixé à demeure doit être conforme au Tableau 108.

La longueur du câble fixé à demeure doit être d'au moins 50 cm.

Tableau 90 – Connecteurs admissibles pour des câbles fixés à demeure

Connecteur	Plat I	Plat II
esclave	Fiche ^a	Fiche ^a
^a Lorsqu'une connexion à demeure est utilisée, une fiche à l'extrémité du câble fixé à demeure doit être prévue à la place de la prise jack.		

Tableau 91 – Connecteurs admissibles pour le port esclave

Connecteur	Ouvert	Plat I	Plat II
Esclave	Prise jack	Prise jack	Prise jack

Un réseau conçu pour un débit de 4 Mbit/s ne doit pas inclure d'esclaves munis de câbles fixés à demeure.

Les esclaves munis de câbles fixés à demeure doivent être marqués de manière à indiquer qu'ils ne peuvent pas être utilisés sur des configurations de réseau qui ne permettent pas de dérivations en T.

5.7.4.2 Alimentation de l'esclave

Un esclave peut être alimenté de deux manières différentes, soit par le réseau, soit par une alimentation externe.

Une station alimentée par le réseau doit être conforme aux exigences du Tableau 110.

Lorsqu'une alimentation externe est utilisée, les alimentations locales branchées au port esclave doivent être conformes au Tableau 111. L'alimentation doit prévoir une isolation par rapport à sa source conforme au 5.7.11.1.3.

5.7.4.3 Impédance des ports esclaves

Tous les ports esclaves doivent être conformes aux limites de réception et d'émission indiquées dans le Tableau 92 et le Tableau 93.

Tableau 92 – Impédance de port esclave en réception

Fréquence MHz	Impédance Ω	
	Minimale	Maximale
0,75	847	985
1	821	955
1,5	754	877
3	558	649
4	477	554

Tableau 93 – Impédance de port esclave en émission

Fréquence MHz	Impédance Ω	
	Minimale	Maximale
0,75	137	160
1	143	166
1,5	154	180
3	181	210
4	194	225

5.7.4.4 Exigences applicables au port esclave

5.7.4.4.1 Exigences relatives aux signaux d'émission

Un port esclave doit émettre des signaux conformes aux exigences de la Figure 65, du Tableau 94 et du Tableau 95 lorsqu'il est configuré conformément à la Figure 64. Pour plus d'informations, voir l'Article 9.

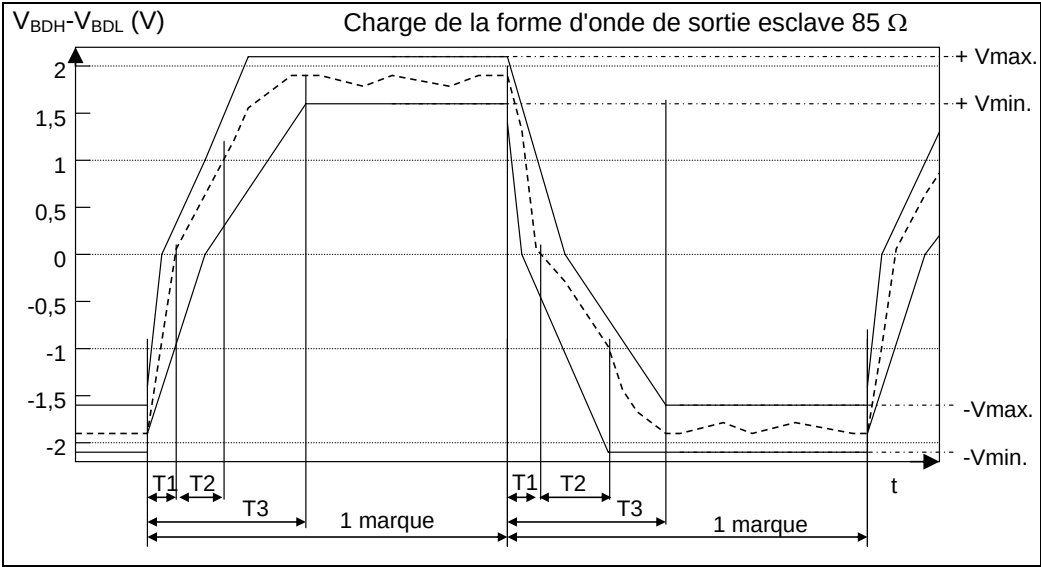


Figure 65 – Masque d'émission de port esclave

Tableau 94 – Spécifications d'émission de port esclave pour des débits de données de 4 Mbit/s, de 3 Mbit/s et de 1,5 Mbit/s

Signe	Valeurs limites	Commentaires
+ Vmax	2,12 V	
+ Vmin	1,57 V	
- Vmax	-1,57 V	
- Vmin	-2,12 V	
T1	8 ns à 18 ns	Croiser à 0 V
T2	5 ns à 20 ns	Démarrer à 0 V, croiser à -1,0 V vers le bas ou à 1,0 V vers le haut
T3	75 ns	Période de - Vmin ou + Vmax à + Vmin ou - Vmax
T3 au Point d'inversion des données	-Vmin vers - Vmax, ou + Vmin vers + Vmax	

Tableau 95 – Spécifications d'émission du port esclave pour un débit de données de 93,75 kbit/s

Signe	Valeurs limites	Commentaires
+ Vmax	2,12 V	
+ Vmin	1,57 V	
- Vmax	-1,57 V	
- Vmin	-2,12 V	
T3	75 ns	Valeur de la tension de forme d'onde entre + Vmin vers + Vmax, ou - Vmin vers + Vmax
T3 au Point d'inversion des données	- Vmin vers - Vmax, ou + Vmin vers + Vmax	

L'Article 9 décrit les méthodes de mesure du masque d'émission de l'esclave.

5.7.4.4.2 Exigences relatives aux signaux de réception du port esclave

Le récepteur doit être conforme au 5.7.5.

5.7.4.5 Délai du circuit physique du port esclave

Le circuit physique du port esclave doit satisfaire aux conditions suivantes:

- le délai maximal en émission est de 45 ns.
- le délai maximal en réception est de 105 ns.

5.7.5 Exigences relatives aux signaux de réception pour des ports maîtres et esclaves

Le récepteur doit correctement décoder les signaux suivants, tels que définis dans la Figure 66, la Figure 67 et la Figure 68; il doit rendre compte de ces événements à l'interface MAC/Physique conformément aux signaux respectifs MAC/Physique présentés dans la Figure 70, la Figure 71 et la Figure 72.

Dans les figures ci-dessous, l'axe vertical est $(V_{BDH} - V_{BDL})$.

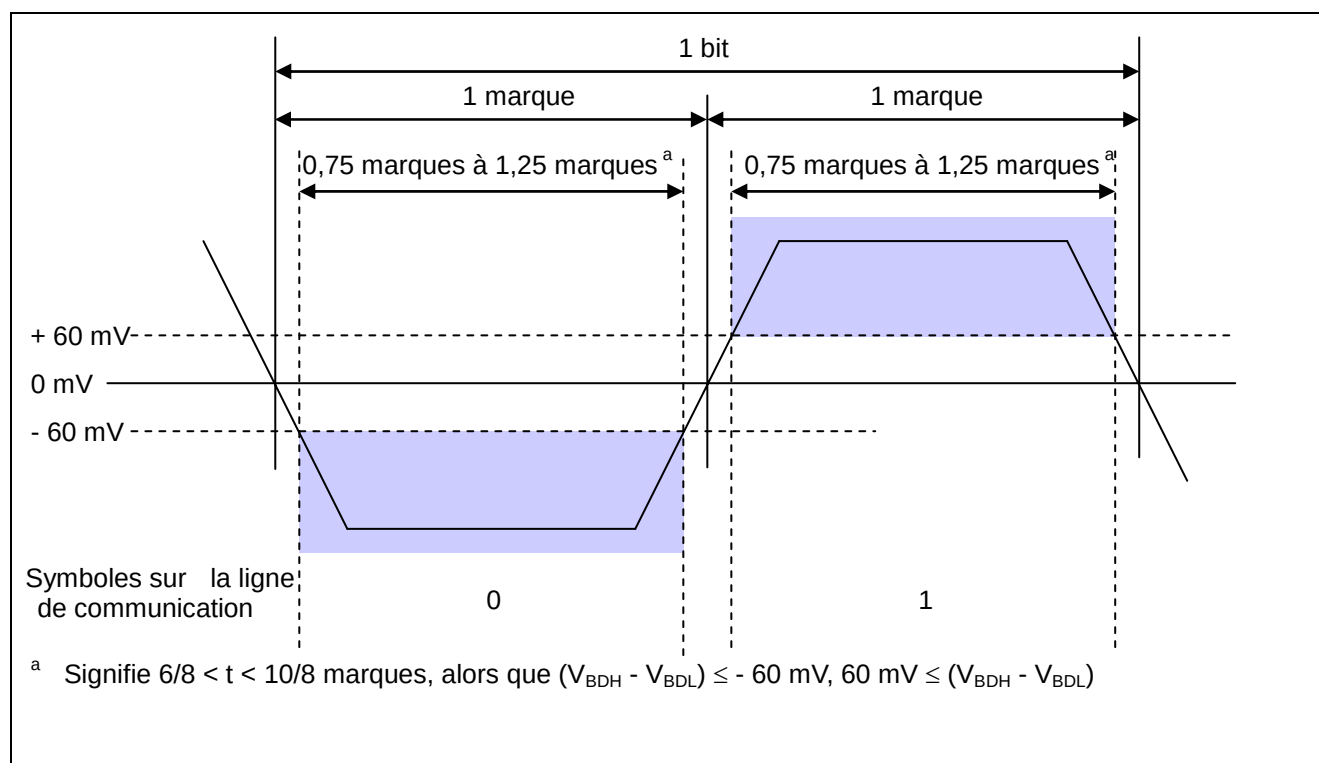


Figure 66 – Masque de réception 1

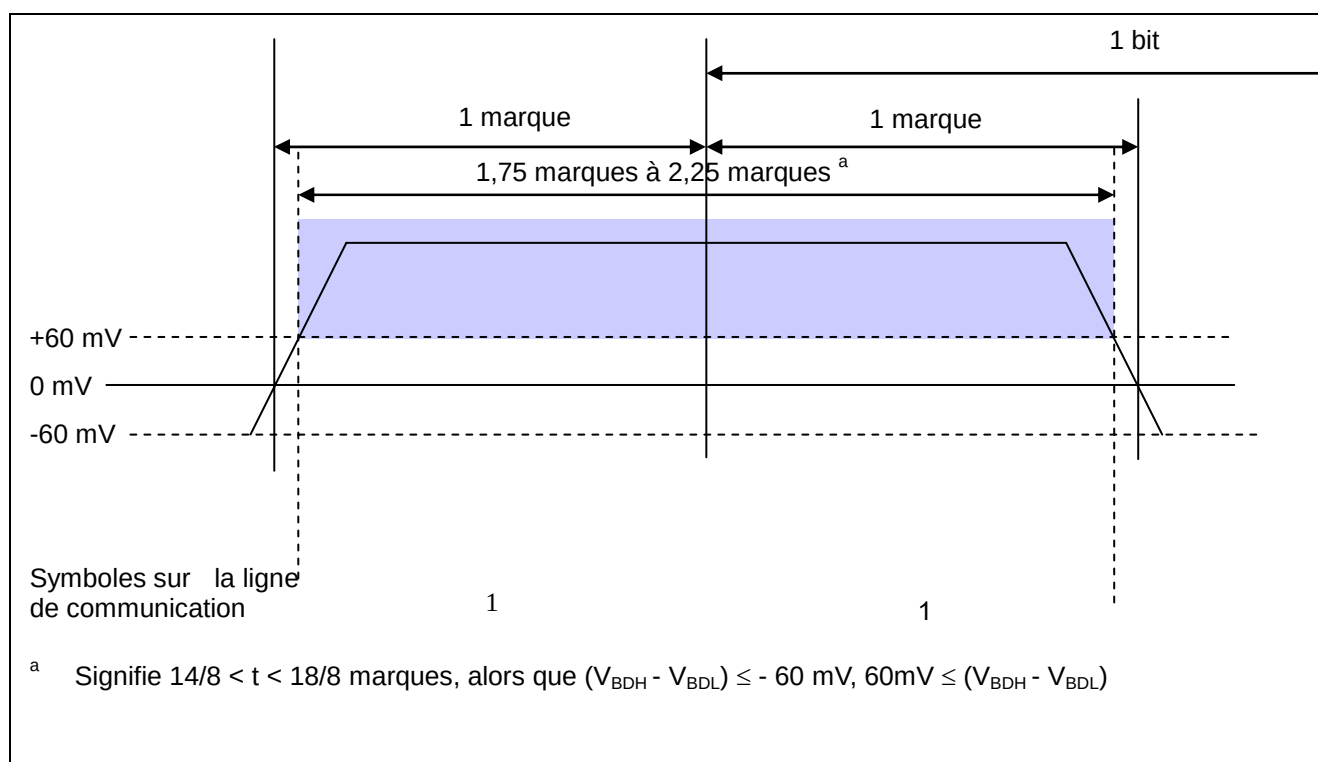


Figure 67 – Masque de réception 2

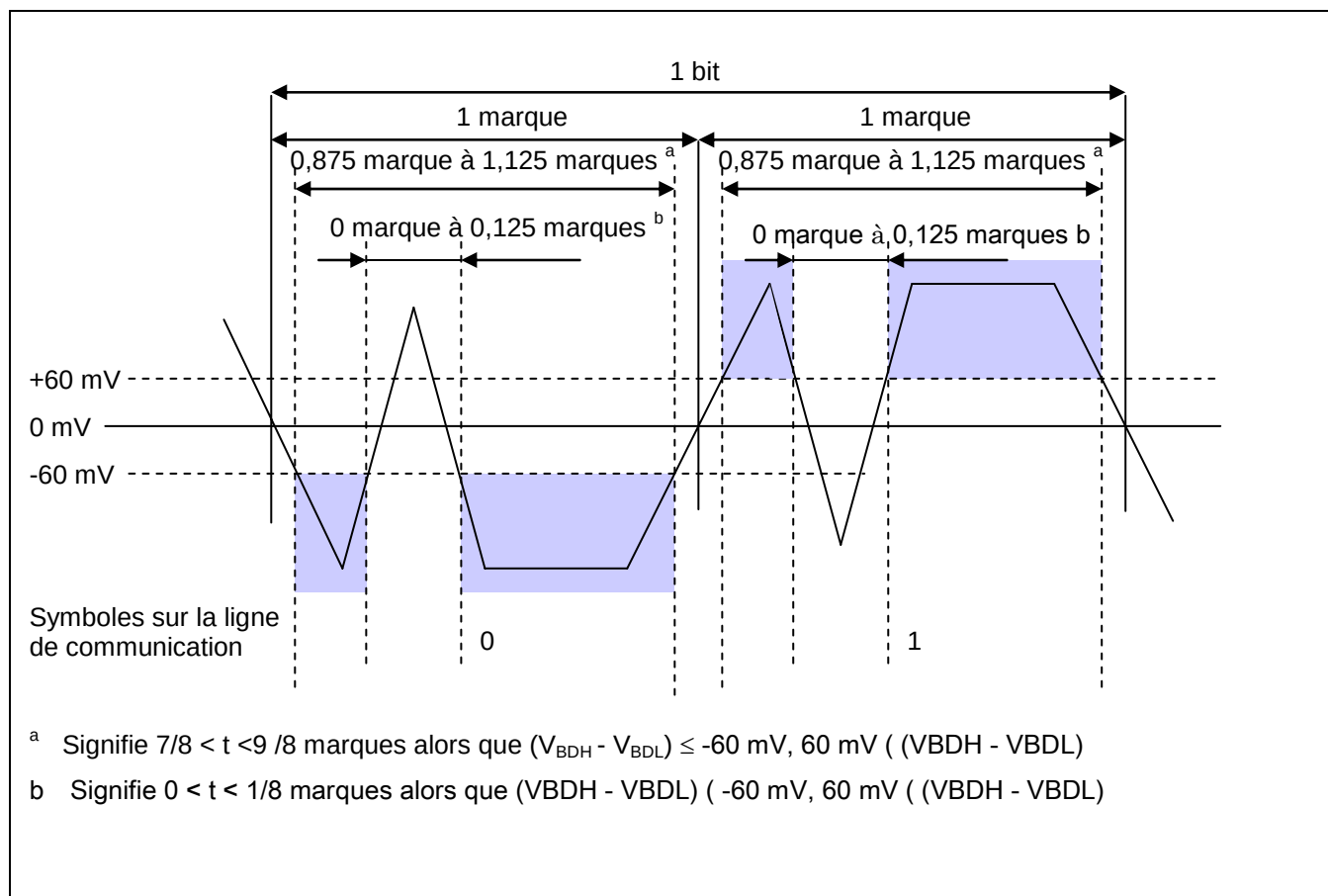


Figure 68 – Masque de réception 3

5.7.6 Exigences de traitement numérique

5.7.6.1 Généralités

Le présent paragraphe décrit les exigences de traitement numérique à l'interface interne PHY/MAC comme illustré à la Figure 69.

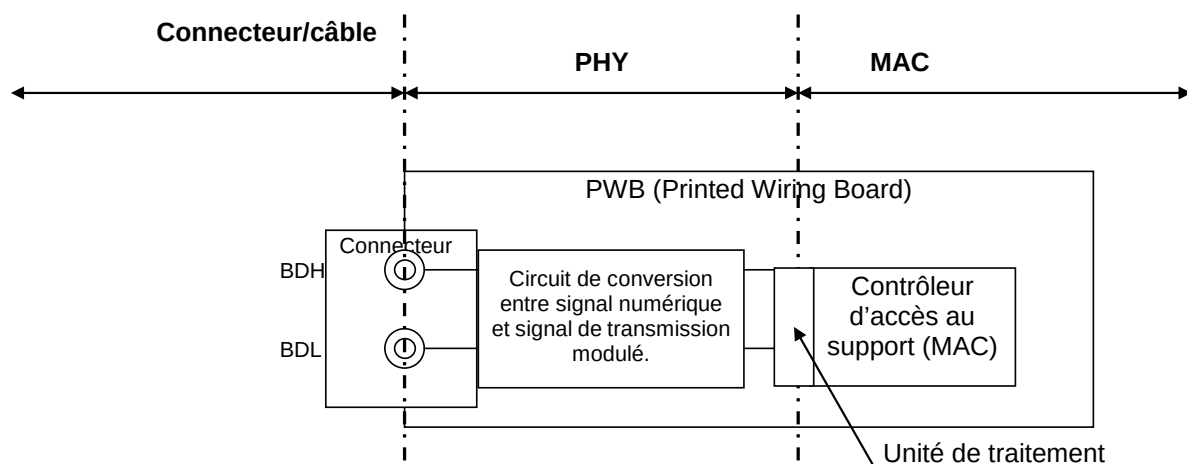


Figure 69 – Schéma de l'interface PHY/MAC

5.7.6.2 Exigences de traitement en réception

Les niveaux d'interface MAC/PHY sont spécifiques à l'application. Le circuit PHY doit décoder les symboles Manchester du réseau et en rendre compte à l'interface MAC/PHY conformément au Tableau 96, au Tableau 97, au Tableau 98, à la Figure 70, à la Figure 71 et à la Figure 72.

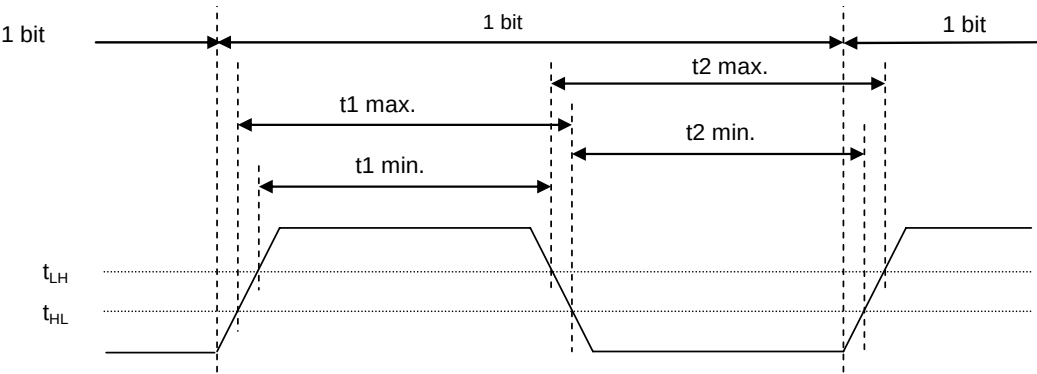


Figure 70 – Masque de réception numérique 1

Tableau 96 – Spécifications du masque de réception numérique 1

Caractéristique	Restriction	Valeur type
T1 t1max – t1min	5/8 [marque] + 0,5 ns ≤ T1 T1 ≤ 11/8 [marque] – 0,5 ns	1 [marque]
T2 t2max – t2min	5/8 [marque] + 0,5 ns ≤ T2 T2 ≤ 11/8 [marque] – 0,5 ns	1 [marque]
NOTE Ce tableau s'applique à la Figure 70 et au schéma d'inversion des signaux de la Figure 70.		

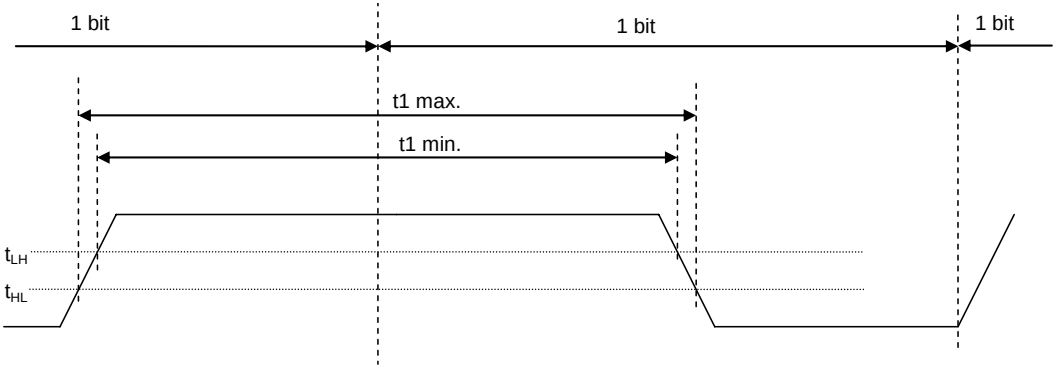


Figure 71 – Masque de réception numérique 2

Tableau 97 – Spécifications du masque de réception numérique 2

Caractéristique	Régulation	Valeur type
T t1max – t1min	13/8 [marque] + 0,5 ns ≤ T ≤ 19/8 [marque] - 0,5 ns	1 [marque]
NOTE Ce tableau s'applique à la Figure 71 et au schéma d'inversion des signaux de la Figure 71.		

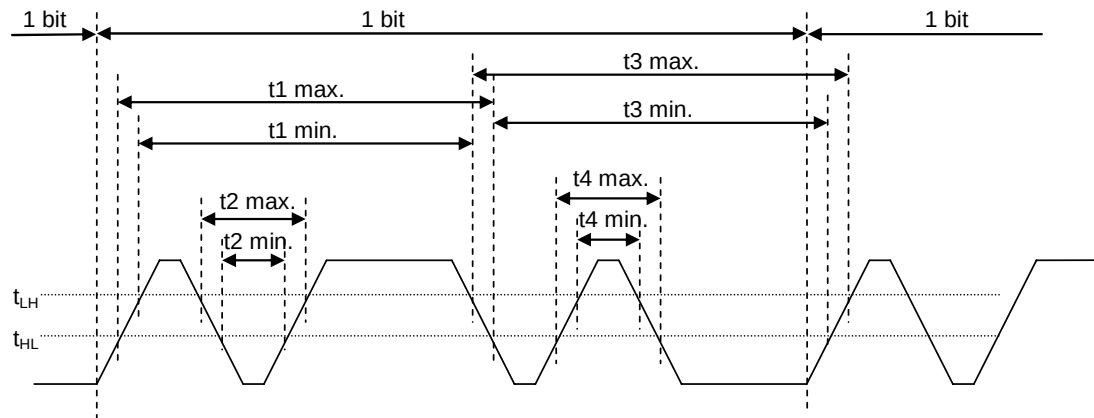


Figure 72 – Masque de réception numérique 3

Tableau 98 – Spécifications du masque de réception numérique 3

Caractéristique	Restriction	Valeur type	Commentaires
T1 $t_{1\max} - t_{1\min}$	$7/8 [\text{marque}] + 0,5 \text{ ns} \leq T1 \leq 9/8 [\text{marque}] - 0,5 \text{ ns}$	1[marque]	Signal réel
T2 $t_{2\max} - t_{2\min}$	$T2 \leq 2/8 [\text{marque}] - 0,5 \text{ ns}$	1/8[marque]	Bruit
T3 $t_{3\max} - t_{2\min}$	$7/8 [\text{marque}] + 0,5 \text{ ns} \leq T3 \leq 9/8 [\text{marque}] - 0,5 \text{ ns}$	1[marque]	Signal réel
T4 $t_{4\max} - t_{4\min}$	$T4 \leq 2/8 [\text{marque}] - 0,5 \text{ ns}$	1/8[marque]	Bruit
NOTE Ce tableau s'applique à la Figure 72 et au schéma d'inversion des signaux de la Figure 72.			

5.7.6.3 Exigences de traitement en émission

Les exigences applicables aux signaux émis à partir du dispositif de traitement numérique sont présentées ci-après. TXE signifie transmit enable (activation de l'émission) et TXD signifie transmit data (données d'émission).

La temporisation du transcepteur doit être conforme à la temporisation et au niveau logique de la Figure 73 et du Tableau 99.

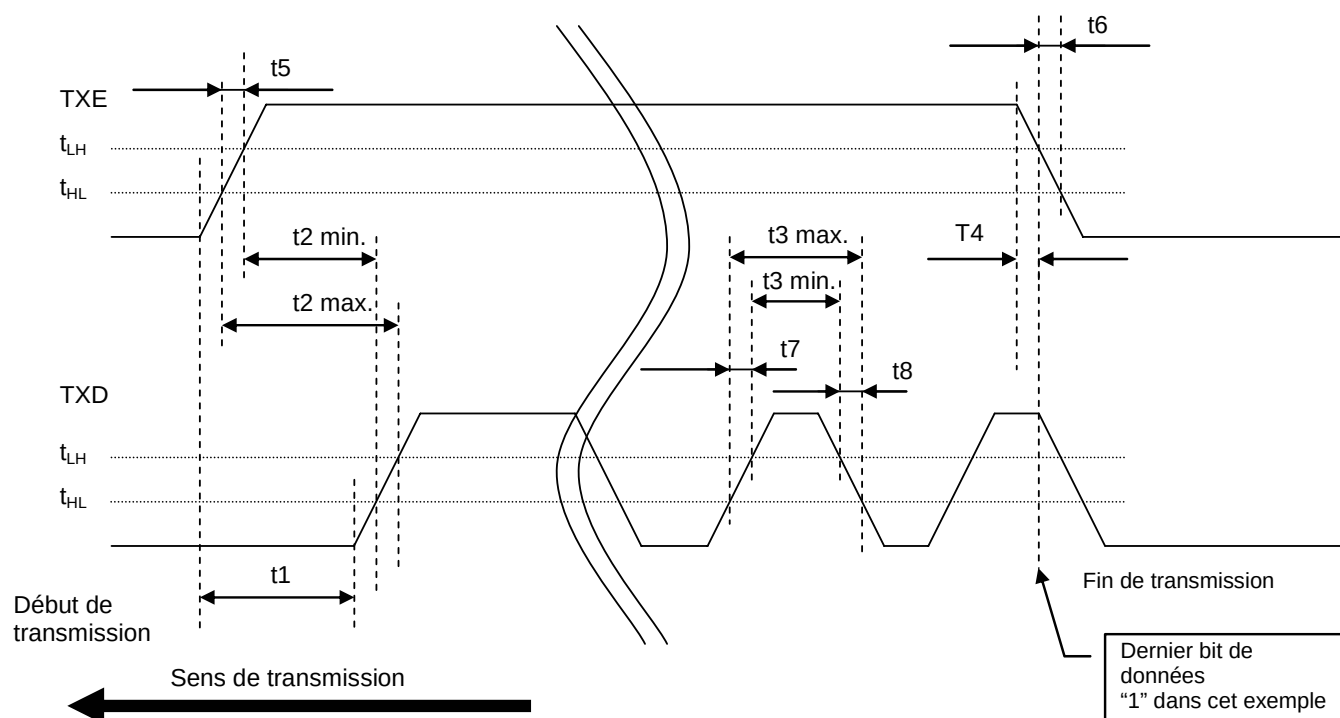


Figure 73 – Masque d'émission logique

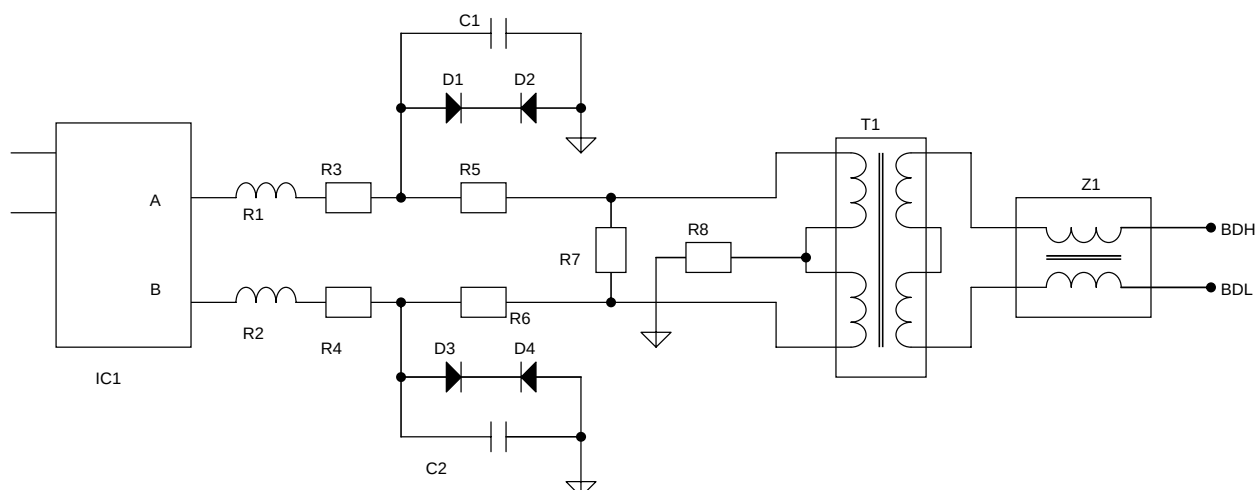
Tableau 99 – Spécifications d'émission logique

Caractéristique	Restriction	Valeur type	Commentaires
t1	2 [marque] $\pm$ 0,25 ns	2 [marque]	Charge TXE et TXD $\leq$ 15[pF]
T2 t2max – t2min	2 [marque] $\pm$ 2,0 ns	2 [marque]	Charge TXE et TXD $\leq$ 15[pF]
T3 ^a t3min – t3max	X ^b [marque] $\pm$ 2,0 ns	X [marque]	Charge TXE et TXD $\leq$ 15[pF]
t4	$\pm$ 0,25 ns	0 ns	Charge TXE et TXD $\leq$ 15[pF]
t5 Période maximale	1,9 ns	-	Charge TXE $\leq$ 15[pF]
t6 Période maximale	1,9 ns	-	Charge TXE $\leq$ 15[pF]
t7 Période maximale	1,9 ns	-	Charge TXD $\leq$ 15[pF]
t8 Période maximale	1,9 ns	-	Charge TXD $\leq$ 15[pF]
^a La temporisation s'applique également au schéma inverse.			
^b X = {1, 2, 3}.			

5.7.7 Circuits recommandés et paramètres des composants

5.7.7.1 Circuits recommandés

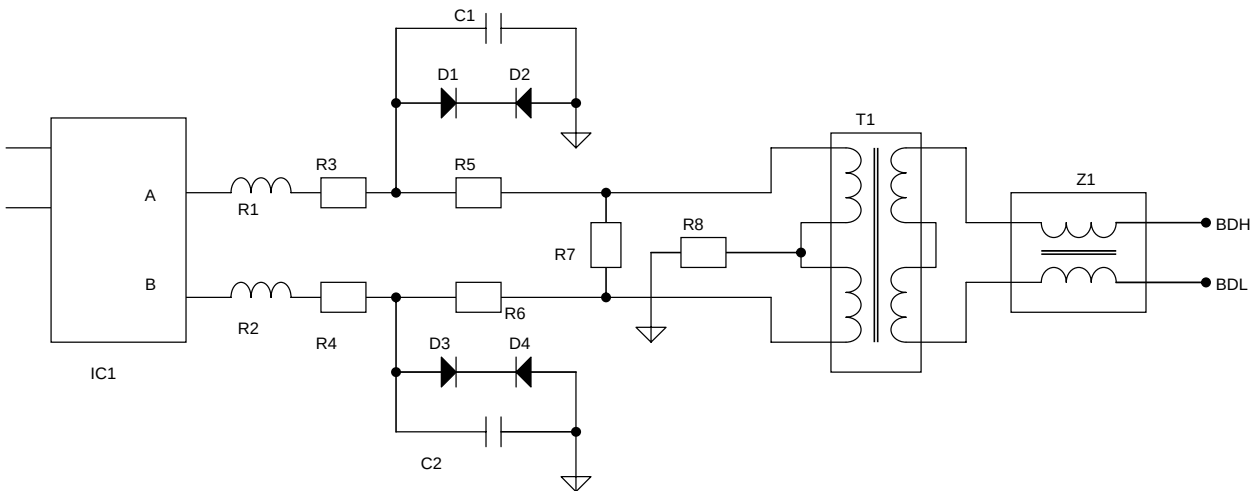
Le présent paragraphe décrit un exemple d'implémentation comme illustré à la Figure 74 et à la Figure 75.



Composants

C1	Condensateur = 220 ± 11 pF, tension assignée: 16 V
C2	Condensateur = 220 ± 11 pF, tension assignée: 16 V
D1	Plage de tension zener: 5,84 V à 6,14 V
D2	Plage de tension zener: 5,84 V à 6,14 V
D3	Plage de tension zener: 5,84 V à 6,14 V
D4	Plage de tension zener: 5,84 V à 6,14 V
IC1	Transcepteur
R1	Perles de ferrite
R2	Perles de ferrite
R3	Registre $R = 10 \pm 0,1 \Omega$
R4	Registre $R = 10 \pm 0,1 \Omega$
R5	Registre $R = 10 \pm 0,1 \Omega$
R6	Registre $R = 10 \pm 0,1 \Omega$
R7	Registre $R = 150 \pm 1,5 \Omega$
R8	Registre $R = 15 \pm 0,15 \Omega$
T1	Transformateur d'impulsions
Z1	Filtre

Figure 74 – Circuit recommandé pour un port maître



Composants

- C1 Condensateur = $47 \pm 2,35$ pF, tension assignée: 16 V
- C2 Condensateur = $47 \pm 2,35$ pF, tension assignée: 16 V
- D1 Plage de tension Zener: 5,84 V à 6,14 V
- D2 Plage de tension Zener: 5,84 V à 6,14 V
- D3 Plage de tension Zener: 5,84 V à 6,14 V
- D4 Plage de tension Zener: 5,84 V à 6,14 V
- IC1 Transcepteur
- R1 Perles de ferrite
- R2 Perles de ferrite
- R3 Registre $R = 15 \pm 0,15 \Omega$
- R4 Registre $R = 15 \pm 0,15 \Omega$
- R5 Registre $R = 15 \pm 0,15 \Omega$
- R6 Registre $R = 15 \pm 0,15 \Omega$
- R7 Registre $R = 1\,000 \pm 10 \Omega$
- R8 Registre $R = 22 \pm 0,22 \Omega$
- T1 Transformateur d'impulsions
- Z1 Filtre

Figure 75 – Circuit recommandé pour un port esclave

5.7.7.2 Spécifications du transformateur

5.7.7.2.1 Généralités

Un exemple d'implémentation pour un transformateur est illustré à la Figure 76 et dans le Tableau 100.

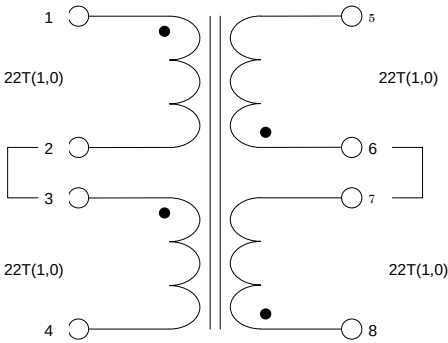


Figure 76 – Schéma du transformateur

Tableau 100 – Spécifications du transformateur d'impulsions

Spécification	Caractéristiques
Température ambiante de fonctionnement	-10 °C à 85 °C
Humidité ambiante de fonctionnement	25 % à 95 %
Fréquence d'impulsion	23,4kHz à 4MHz
Inductance minimale	6,5 mH à 10 kHz et 0,1 V, court-circuit entre 2 et 3(1-2-3-4)
Rapport de transformation	(3-4)/(1-2) 1,0 ± 0,02 (6-5)/(1-2) 1,0 ± 0,02 (8-7)/(1-2) 1,0 ± 0,02
Impédance minimale en circuit ouvert (1-2-3-4)	Court-circuit entre 2 et 3, 7 et 6 23,4 kHz à 31,25 kHz 0,8 kΩ à 0,1 V 31,25 kHz à 93,4 kHz 1,2 kΩ à 0,1 V 93,4 kHz à 3 MHz 3 kΩ à 0,1 V 3 MHz à 4 MHz 2 kΩ à 0,1 V
Inductance de fuite maximale (1-2-3-4)	1,5 µH à 1 MHz et 0,1 V (8-7-6-5)
Capacité répartie maximale (1-2-3-4)	17 pF à 1 MHz et 0,1 V (6-7)
Capacité maximale d'enroulements	55 pF à 10 MHz et 0,1 V (1-2-3-4)-(8-7-6-5)
Tension de tenue	500 V c.a. pendant 1 min et 600 V c.a. pendant 1 s Enroulement primaire, enroulement secondaire et noyau
Résistance d'isolement minimale	500 V c.c. 100 MΩ Enroulement primaire, enroulement secondaire et noyau
Noyau	Voir 5.7.7.2 Spécifications du noyau
Fil	Fil cuivre polyester soudable
Calibre du fil	AWG 38

5.7.7.2.2 Spécifications du noyau

Un exemple d'implémentation pour un noyau de transformateur est illustré dans le Tableau 101.

Tableau 101 – Spécifications du noyau du transformateur

Paramètre	Symbole	Valeur de spécification
Perméabilité initiale	μ_i	10 000 ± 3 000
Facteur de perte maximal relatif	$\tan\delta/\mu_i$	$7,0 \times 10^{-6}$ à 10 kHz
Coefficient de température de perméabilité initiale	$\alpha_{\mu ir}$	$-0,5 \times 10^{-6}$ à $+1,5 \times 10^{-6}$ à -30 °C à +70 °C
Induction magnétique de saturation [H=1 194A/m]	Bs	400 mT à 25 °C nominal
Induction magnétique rémanente	Br	90 mT à 25 °C nominal
Champ coercitif	Hc	7,2 A/m à 25 °C nominal
Point de Curie minimal	Tc	120 °C
Constante hystérétique maximale du matériau	ηB	$1,4 \times 10^{-6}$ /mT
Facteur maximal de désaccommodation	DF	2×10^{-3}
Densité	dB	$4,9 \times 10^3$ kg/m ³ nominal
Résistivité électrique	ρ_v	0,15 m nominal

5.7.7.3 Spécifications du transcepteur

CompoNet doit utiliser des transcepteurs prenant en charge la norme TIA/EIA-485-A [4]. Les transcepteurs doivent également être conformes aux spécifications du Tableau 102. Le Tableau 103 et le Tableau 104 fournissent des exigences supplémentaires en émission et en réception.

Tableau 102 – Spécifications du transcepteur

Spécification	Minimale	Type	Maximale
Excitateur, Tension de sortie différentielle, VOD ($R = 27\ \Omega$ (RS-485)); Voir la Figure 77.	1,5 V	-	5,0 V
Tension de sortie de mode commun, VOC($R = 27\ \Omega$ ou $50\ \Omega$)	-	-	3 V
Courant de court-circuit en sortie ($-7\ \text{V} \leq V_O \leq +12\ \text{V}$)	-	-	250 mA
Temps de propagation entrée vers sortie TPLH, ²⁷ TPHL ²⁸ (Charge assignée Diff = $54\ \Omega$, CL1 = CL2 = $100\ \text{pF}$); Voir la Figure 78.	2 ns	10 ns	15 ns
Excitateur, Dérive temporelle entre sorties (Charge assignée Diff = $54\ \Omega$, CL1 = CL2 = $100\ \text{pF}$)	0 ns	0 ns	5 ns
Excitateur, Temps de montée/descente TR, TF (Charge assignée Diff = $54\ \Omega$, CL1 = CL2 = $100\ \text{pF}$)	-	2 ns	10 ns
Activation Excitateur vers sortie valide	-	10 ns	25 ns
Temporisation de désactivation de l'excitateur	-	10 ns	25 ns
Récepteur, Tension de seuil d'entrée différentielle, VTH minimale	-0,05 V	-	+0,05 V
Hystérésis de la tension d'entrée, ΔV_{TH}	50 mV	-	100 mV
Résistance d'entrée	12 k Ω	-	-
Courant d'entrée d'activation logique (RE)	-1 μA		+1 μA
Courant de court-circuit en sortie ($V_{OUT} = \text{GND}$ ou V_{CC})	7 mA	-	85 mA
Temps de propagation entrée vers sortie TPLH, TPHL (charge capacitive = $15\ \text{pF}$)	18 ns	25 ns	40 ns
Dérive maximale |TPLH–TPHL|	-	0 ns	5 ns
Température de fonctionnement	-40 °C	-	+85 °C
Vcc maximale absolue	-	-	7 V

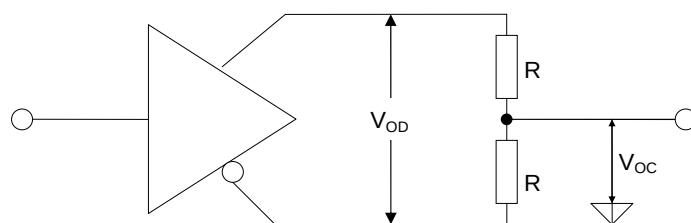


Figure 77 – Circuit de mesure de la tension de l'excitateur

²⁷ TPLH = Propagation Time Low to High (temps de propagation du signal logique lors du passage de l'état bas à l'état haut).

²⁸ TPHL = Propagation Time High to Low (temps de propagation du signal logique lors du passage de l'état haut à l'état bas).

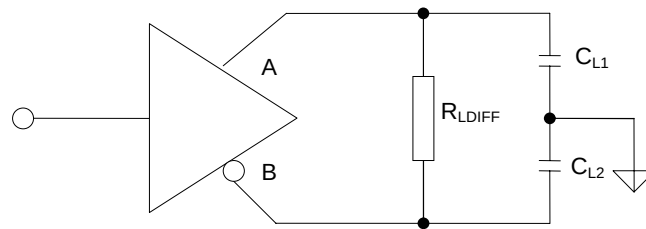


Figure 78 – Circuit d'essai du temps de propagation

Tableau 103 – Emission

ENTREES			SORTIE	
RE	DE	DI	B	A
X	1	1	0	1
X	1	0	1	0
X	0	X	Z	Z

Tableau 104 – Réception

ENTREES			SORTIE
RE	DE	A-B	RO
0	0	$\geq +0,05$	1
0	0	$\leq -0,05$	0
0	0	Entrées ouvertes	1
1	0	X	Z

5.7.8 Isolation

Les ports maître et esclaves doivent être connectés au réseau par des transformateurs.

Le port de communication doit être isolé de l'application sur les masses du châssis avec une isolation minimale par rapport aux lignes de communication de 500 V c.a. eff., 47 Hz à 63 Hz pendant 60 s.

Dans le cas d'un simple esclave, l'isolation par rapport à l'alimentation réseau peut être réalisée lors de l'installation.

Dans le cas d'une connexion d'alimentation auxiliaire, l'isolation doit être prévue entre le port réseau qui inclut l'alimentation réseau et l'alimentation auxiliaire.

Pour un esclave non alimenté par le réseau, l'alimentation externe doit prévoir une isolation par rapport à l'alimentation, comme présenté dans le Tableau 111 et dans le Tableau 112.

La Figure 79, la Figure 80, la Figure 81 et la Figure 82 fournissent divers exemples de schémas d'implémentation.

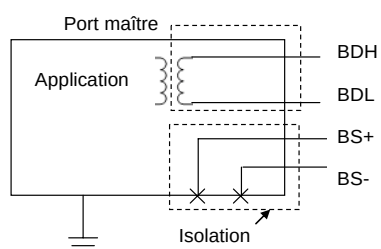


Figure 79 – Exemple d'isolation d'un port maître

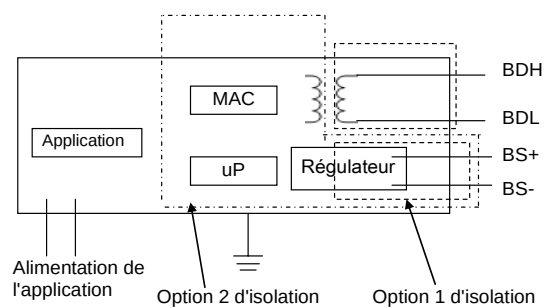


Figure 80 – Exemple d'isolation d'un module E/S avec connectivité à d'autres sources d'alimentation

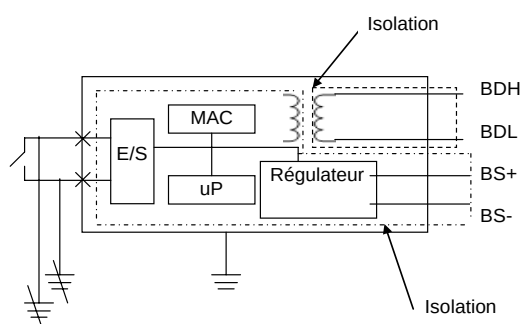


Figure 81 – Exemple d'isolation d'un simple esclave nécessitant une connexion à des appareils ayant un câblage de signalisation non mis à la masse

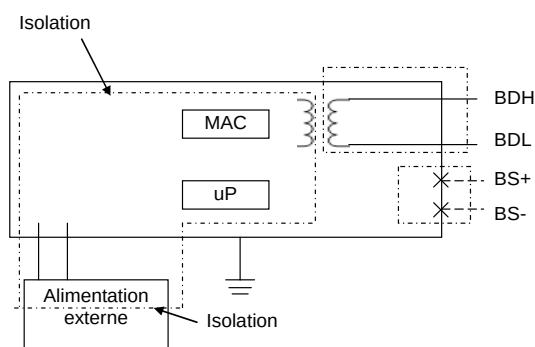


Figure 82 – Exemple d'isolation d'un esclave non alimenté par le réseau

5.7.9 Support de transmission

Le Tableau 105 indique les câbles qui sont pris en charge. Un seul type de câble doit être utilisé dans un segment donné.

Tableau 105 – Types de câbles

Type de câble	Spécification	Courant admissible
Câble rond CompoNet I	Câble rond à 2 conducteurs. Voir profil en 8.2.3	N/A
Câble rond CompoNet II	Câble rond à 4 conducteurs. Voir profil en 8.2.4	Jusqu'à 4 A
Câble plat CompoNet I	Câble plat à 4 conducteurs. Voir profil en 8.2.5	5 A
Câble plat CompoNet II	Câble plat à 4 conducteurs. Voir profil en 8.2.6	5 A

Chaque type de câble doit être conforme aux signaux et couleurs définis dans le Tableau 106.

Tableau 106 – Couleurs des conducteurs de câbles

Désignation du signal	Câble rond CompoNet I	Câble rond CompoNet II	Câbles plats CompoNet
BS+	-	Rouge	Rouge
BDH	Blanc	Blanc	Blanc
BDL	Noir	Bleu ou vert	Bleu
BS-	-	Noir	Noir

5.7.10 Topologie

5.7.10.1 Généralités

CompoNet prend en charge la topologie de liaisons multipoints et de dérivations en T. La distance entre deux points quelconques du câble ne doit pas dépasser la longueur maximale de câble autorisée pour la vitesse de transmission. Des terminateurs sont nécessaires à chaque extrémité de la ligne principale. CompoNet prend en charge une structure multi-segments. Un segment accepte jusqu'à 32 stations esclave/répéteur. Un exemple de typologie est présenté à la Figure 83.

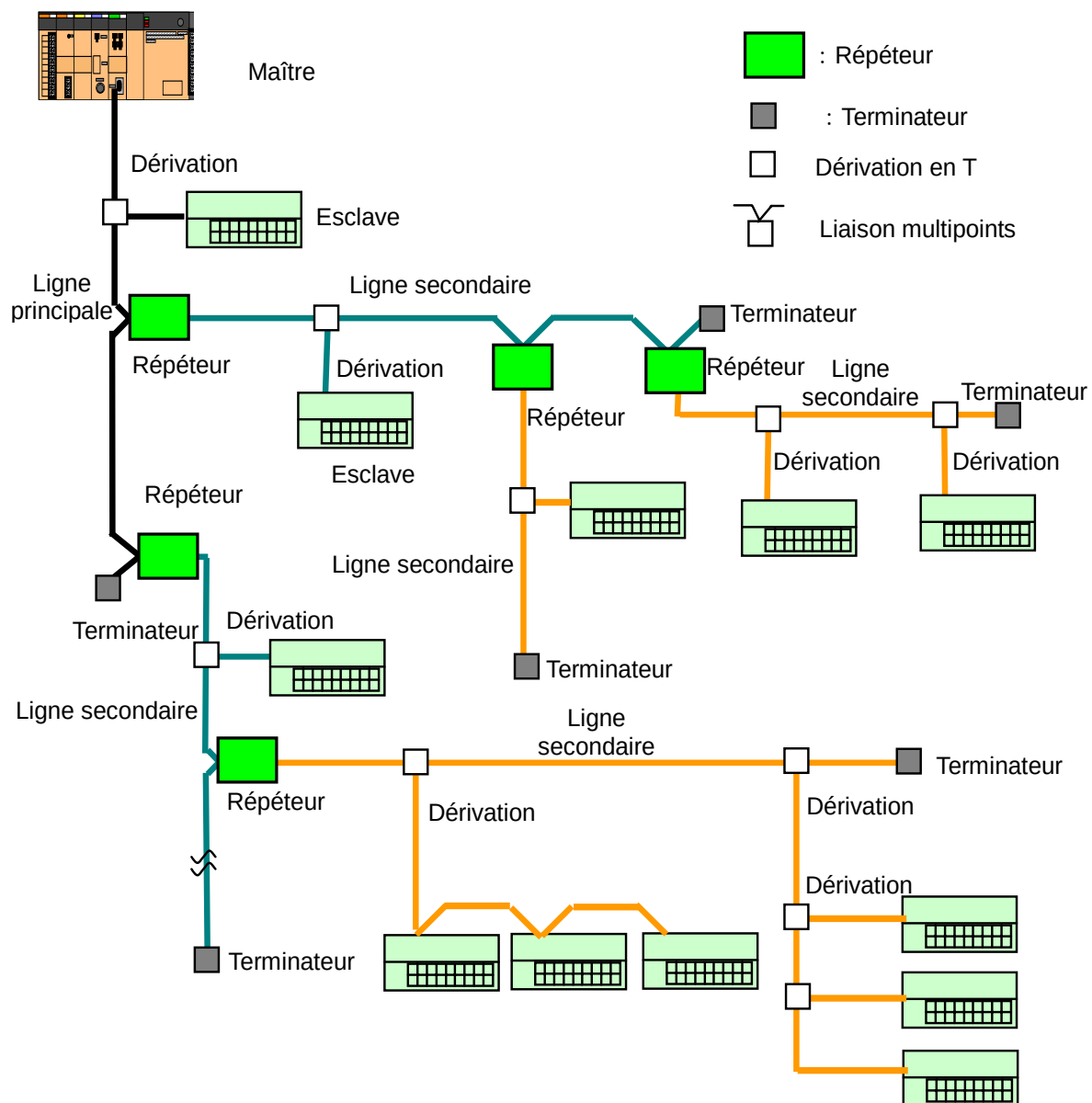


Figure 83 – Topologie des supports

5.7.10.2 Segment

CompoNet est en général composé de plusieurs segments, séparés entre eux par des répéteurs. Chaque segment est connecté au réseau mais est classé du point de vue de la couche physique. Comme l'illustre la Figure 1, le segment qui inclut le maître est appelé segment de première couche. Des segments de deuxième et de troisième couches peuvent être ajoutés en utilisant des répéteurs; cependant il n'est pas possible d'ajouter plus de 2 segments supplémentaires, de façon à ce qu'aucun esclave ne soit séparé de son maître par plus de 2 répéteurs (ou 3 segments). Au total, il est possible d'utiliser 64 répéteurs sur un réseau donné. Tous les segments doivent utiliser la même vitesse de communication. Un répéteur donné doit régler son port maître à la vitesse de son port esclave.

5.7.10.3 Mise en place de terminateurs dans chaque segment

Les terminateurs sont placés à l'intérieur des ports maîtres du maître et des répéteurs. Outre ces résistances internes, un terminateur doit être ajouté au réseau, à l'extrémité opposée au port maître, comme illustré à la Figure 84.

Le point de connexion du port maître dépend de la topologie du réseau. Pour un câblage d'usage général, les ports maîtres doivent être à une extrémité de la ligne principale ou de la ligne secondaire. Dans le cas d'un câblage souple, les ports maîtres peuvent être librement connectés.

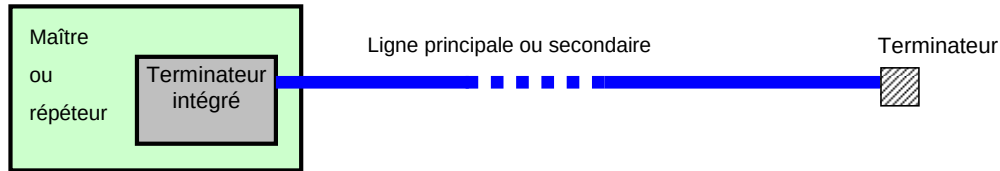


Figure 84 – Position d'un terminateur

5.7.10.4 Nombre d'appareils sur un segment donné

Un port maître et 32 ports esclaves peuvent être connectés sur chaque segment, comme illustré à la Figure 85. Ceci comprend des ports esclaves sur les répéteurs et des ports esclaves sur toute dérivation en T faisant partie du segment.

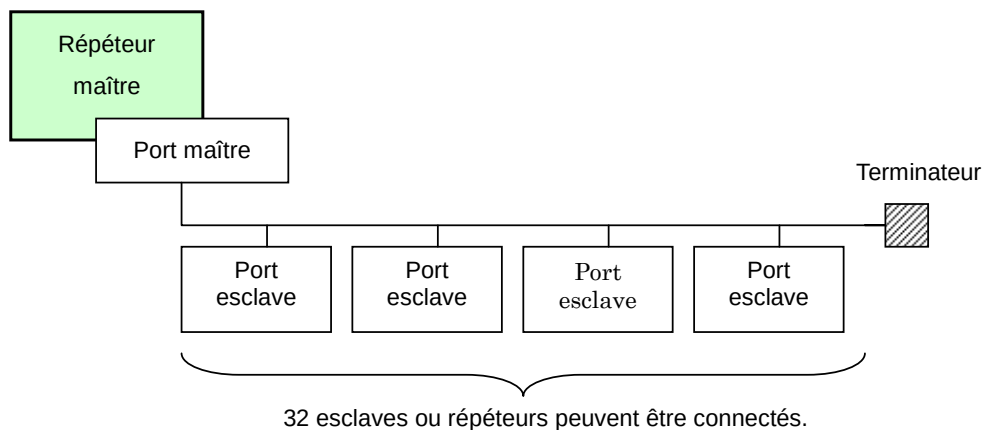


Figure 85 – Nombre d'appareils par segment

5.7.10.5 Types et longueurs de câbles

Toutes les longueurs (ligne principale, ligne secondaire, longueur maximale d'une dérivation, longueur totale des lignes de dérivation) ainsi que le nombre maximal d'appareils, dépendent de la vitesse de transmission. Les limites correspondantes, fondées sur la vitesse de transmission, sont définies dans le Tableau 107, le Tableau 108 et la Figure 86.

La Figure 87 fournit les restrictions qui doivent s'appliquer aux dérivations.

Tableau 107 – Câble rond CompoNet I: restrictions liées au réseau

Vitesse de transmission kbit/s	Schéma de câblage	Longueur max. de la ligne principale m	Nombre total d'esclaves	Longueur max. d'une ligne de dérivation m	Longueur totale des lignes de dérivation m	Nombre d'esclaves connectés à une ligne de dérivation	Longueur max. d'une ligne de dérivation secondaire m	Longueur totale des lignes de dérivation secondaires m
4 000	d'usage général ^a	30	32	0	0	0	0	0
3 000	d'usage général	30	32	0,5	8	1	0	0
1 500	d'usage général	100	32	0	0	0	0	0
		30	32	2,5	25	3	0	0
93,75	d'usage général	500	32	6	120	1	0	0
^a Voir 5.7.10.6.2.								

Tableau 108 – Câbles CompoNet à 4 conducteurs: restrictions liées au réseau

Vitesse de transmission kbit/s	Schéma de câblage	Longueur max. de la ligne principale m	Nombre total d'esclaves	Longueur max. d'une ligne de dérivation m	Longueur totale des lignes de dérivation m	Nombre d'esclaves connectés à une ligne de dérivation	Longueur max. d'une ligne de dérivation secondaire m	Longueur totale des lignes de dérivation secondaires m
4 000	d'usage général	30	32	0	0	0	0	0
3 000	d'usage général	30	32	0,5	8	1	0	0
1 500	d'usage général	30	32	2,5	25	3	0,1	2
93,75	souple ^a	200	32	Le câblage souple peut être utilisé si la longueur totale est d'au maximum 200 m.				
^a Voir 5.7.10.6.3.								

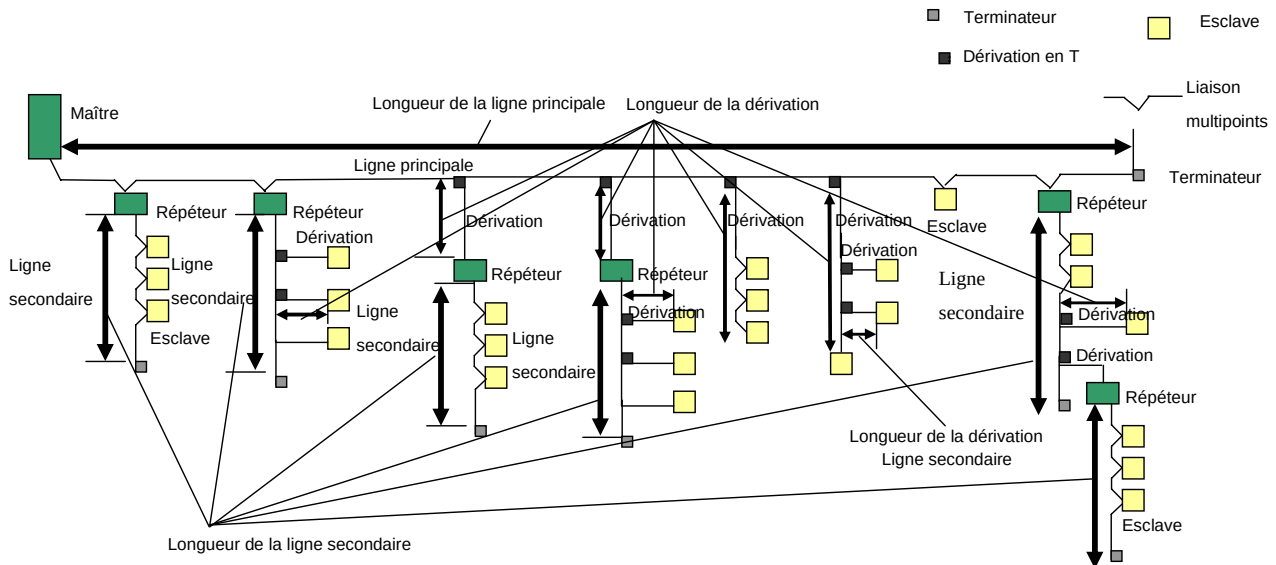


Figure 86 – Illustration des restrictions en matière de longueur du câblage

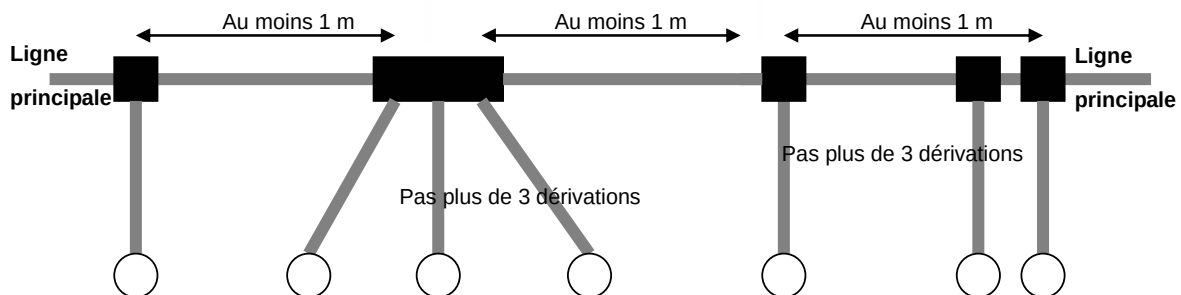


Figure 87 – Restriction pour les dérives

5.7.10.6 Types de câblage sur un segment donné

5.7.10.6.1 Généralités

Sur un segment donné, il existe 2 types de schémas de câblage: le câblage général et le câblage souple.

Comme illustré à la Figure 88, le câble rond CompoNet I est uniquement utilisé dans les applications d'usage général et peut l'être pour tous les débits de données. Les câbles CompoNet à 4 conducteurs acceptent un type de câblage d'usage général à 4 Mbit/s; 3 Mbit/s et 1,5 Mbit/s. A 93,75 kbit/s, les câbles plats à 4 conducteurs acceptent un type de câblage souple.

Les critères de conception suivants sont applicables à un débit de 93,75 kbit/s:

- la longueur de la ligne principale doit accepter les communications longue distance (environ 500 m pour un câblage d'usage général);
- des restrictions concernant la méthode de câblage doivent être aussi strictes que possible (câblage souple);
- pour un usage optimal à 93,75 kbit/s, les câbles ronds de type I peuvent être utilisés en câblage d'usage général. Les câbles ronds de type II ainsi que les câbles plats de types I et II peuvent être utilisés en câblage souple.

Dimension: kbit/s

Câble	Vitesse			
	4 000	3 000	1 500	93,75
Câble rond CompoNet I				
Câbles CompoNet à 4 conducteurs:				

D'usage général Souple

Figure 88 – Choix du câblage

5.7.10.6.2 Câblage d'usage général

La Figure 89 illustre le câblage d'usage général.

Les restrictions applicables sont les suivantes:

- le port maître doit être connecté à une extrémité d'une ligne principale ou secondaire;
- un seul port maître est connecté à un segment donné;
- un terminateur est connecté à l'autre extrémité de la ligne principale ou secondaire;
- un port esclave peut être connecté à la ligne principale ou secondaire par l'intermédiaire d'une liaison multipoints (enchaînement en cascade);
- un port esclave peut être connecté à la ligne principale ou secondaire par le biais d'une dérivation;
- un port esclave peut être connecté à une ligne de dérivation par l'intermédiaire d'une dérivation secondaire;
- l'extrémité de toute ligne de communication ne doit pas être laissée ouverte ou déconnectée. Elle doit être connectée à un port maître, un port esclave ou un terminateur;
- $L1 > L2$, $L3 > L4$, $L5 > L6$. Voir la Figure 89.

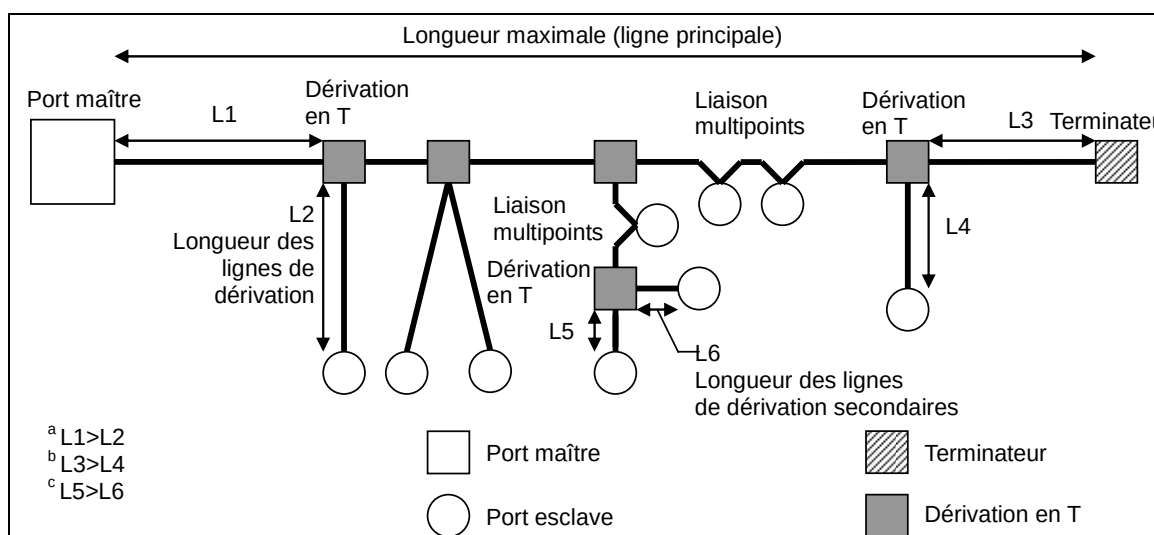


Figure 89 – Méthode de câblage d'usage général

5.7.10.6.3 Câblage souple

Les structures de câblage souple sont uniquement prises en charge au moyen de câbles CompoNet à 4 conducteurs pour des débits de 93,75 kbit/s. Cette méthode de câblage convient à des applications qui:

- nécessitent de nombreuses dérivations;
- ont de courtes longueurs de réseau.

La Figure 90 illustre le câblage souple. Les règles de câblage souple sont présentées ci-après:

- en câblage souple, il n'est fait aucune distinction entre ligne principale et ligne de dérivation;
- un seul port maître est connecté à un segment donné;
- le port maître peut être placé n'importe où sur un segment (il n'est pas nécessaire qu'il soit connecté à une extrémité);
- un terminateur est connecté au point le plus éloigné du port maître (longueur de câblage, distance géographique non installée);
- plusieurs points de dérivation peuvent être ajoutés à une ligne de dérivation donnée;
- la longueur de tous les câbles est comptabilisée dans la longueur totale du câblage spécifiée;
- l'extrémité de tout câble ne doit pas être laissée ouverte (déconnectée). Elle doit être connectée au port maître, à un port esclave ou à un terminateur.

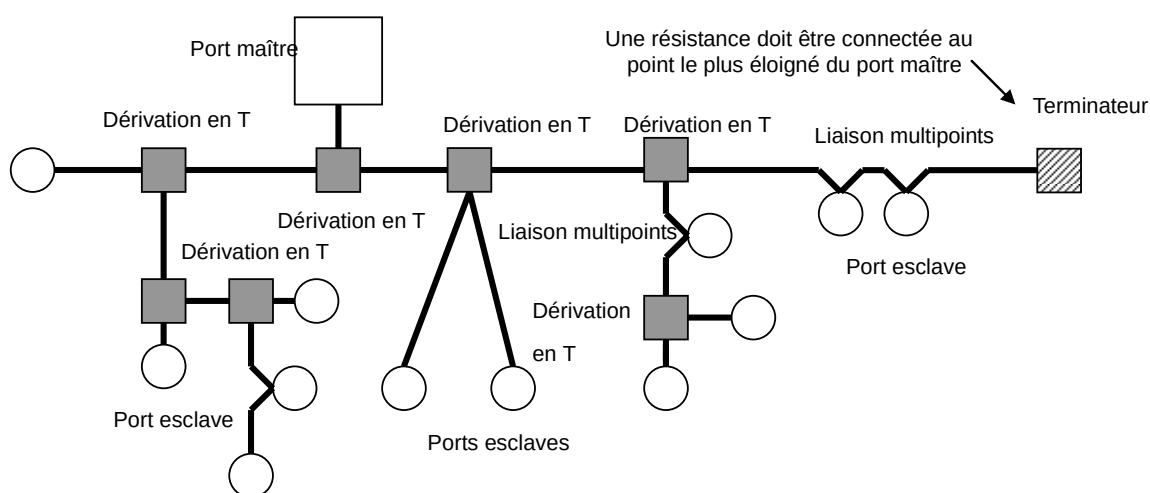


Figure 90 – Méthode de câblage souple

5.7.10.7 Termineur du réseau

Un terminateur doit être monté à l'extrémité de la ligne principale la plus éloignée de l'appareil maître ou des ports maîtres des répéteurs. Le terminateur est défini dans le Tableau 109.

Tableau 109 – Caractéristiques de résistance

Caractéristique	Valeur
Puissance assignée	1/4 W
Résistance	121 Ω
Précision maximale	1 %
Pellicule métallique	

5.7.11 Alimentation de la liaison

5.7.11.1 Bloc d'alimentation CompoNet

5.7.11.1.1 Spécification de l'alimentation réseau au niveau du port maître

L'alimentation réseau est uniquement assurée par un port maître. L'insertion d'une alimentation intermédiaire n'est pas admise. L'alimentation réseau doit satisfaire aux exigences du Tableau 110.

Il correspond au cas illustré à la Figure 79.

Tableau 110 – Spécifications d'alimentation réseau

Spécification	Paramètre
Tension de sortie	24 ± 2,4 V c.c.
Ondulation maximale de sortie	600 mV crête à crête
Plage de température	Spécifiée par le vendeur
Protection contre les surtensions	Oui (aucune valeur n'est spécifiée)
Protection contre les surintensités	Oui (Courant permanent: limité à 5 A max.)
Dépassement maximal à la mise sous tension	5 %
Courant de sortie	Jusqu'à 5 A permanent
Isolation (Sur la base de la CEI 61131-2)	2,3 kV c. a.

5.7.11.1.2 Spécification de l'alimentation locale au niveau des ports esclaves

L'alimentation localement connectée aux ports esclaves doit être conforme aux exigences du Tableau 111.

Tableau 111 – Spécifications de l'alimentation locale

Spécification	Paramètre
Tension de sortie	14 V c.c. à 26,4 V c.c.
Ondulation maximale de sortie	600 mV crête à crête
Plage de température	Spécifiée par le vendeur
Protection contre les surtensions	Oui (aucune valeur n'est spécifiée)
Protection contre les surintensités	Oui
Dépassement maximal à la mise sous tension	5 %
Isolation (Sur la base de la CEI 61131-2)	2,3 kV c. a.

5.7.11.1.3 Spécification de l'alimentation externe au niveau des stations

Les exigences applicables aux stations alimentées de l'extérieur sont présentées dans le Tableau 112.

Tableau 112 – Spécifications de l'alimentation externe des stations

Spécification	Paramètre
Isolation	2,3 kV c.a. (sur la base de la CEI 61131-2)

5.7.11.2 Méthode de distribution de l'alimentation

5.7.11.2.1 Généralités

Le présent paragraphe décrit la manière dont le réseau est alimenté au moyen du câble à 4 conducteurs. Pour des réseaux utilisant des câbles à 2 conducteurs, chaque appareil nécessite une alimentation de réseau local, et le présent article n'est pas applicable.

La méthode de distribution de l'alimentation est présentée à la Figure 91.

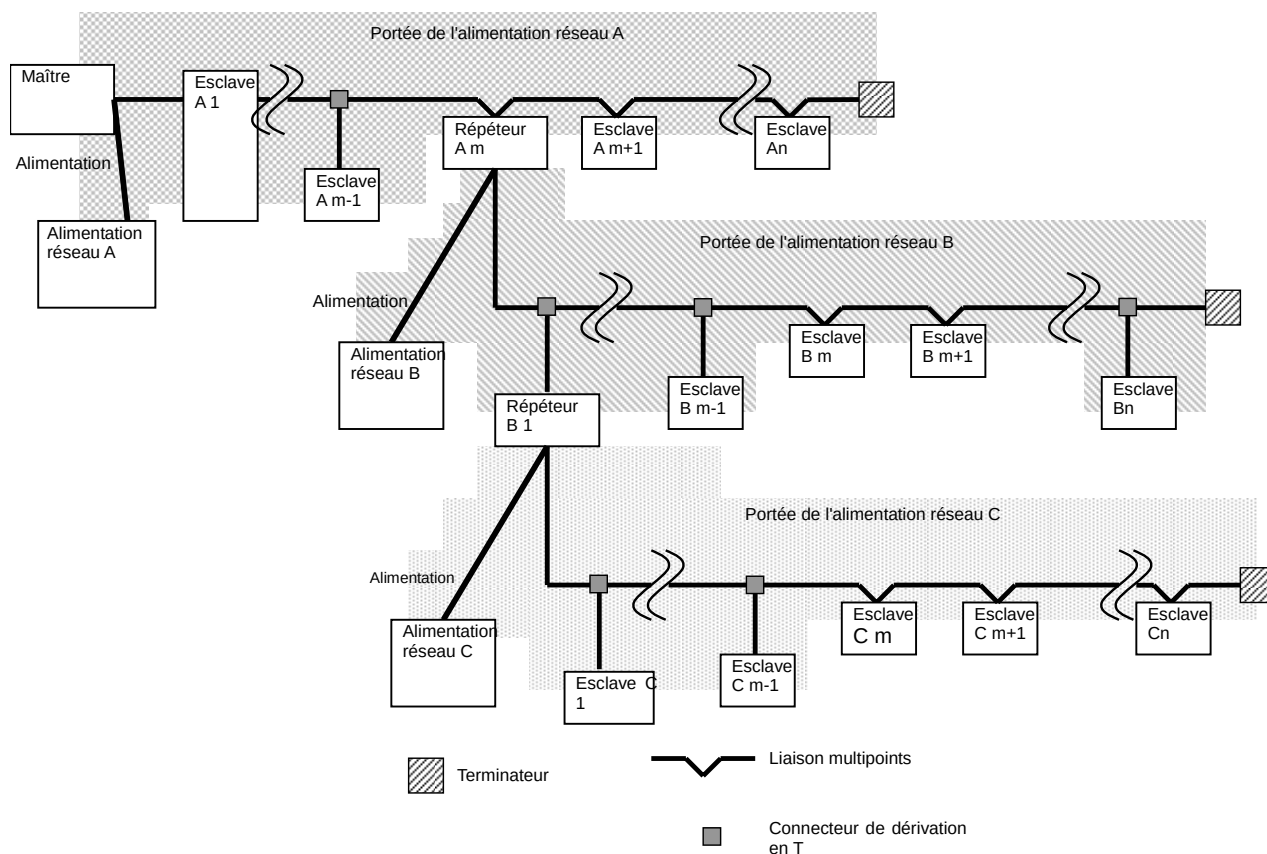


Figure 91 – Méthode de distribution de l'alimentation

5.7.11.2.2 Alimentation du réseau par une source connectée au maître

Lorsque le réseau est alimenté via le maître, comme présenté dans la Figure 92 et dans la Figure 93, le câble d'alimentation entre le maître et la source ne doit pas avoir une longueur supérieure à 3 m.

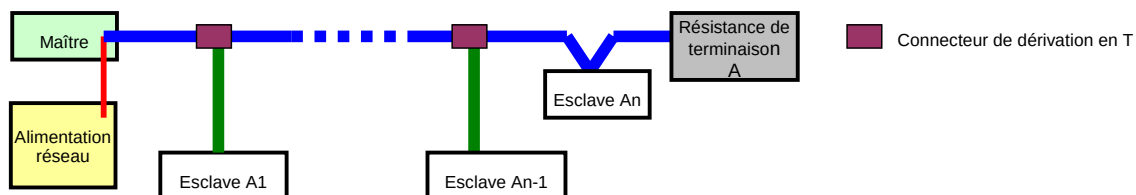


Figure 92 – Segment de réseau alimenté par le maître

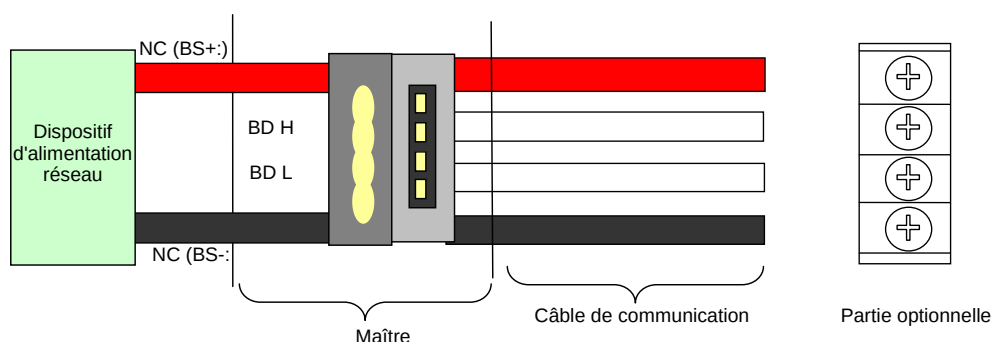


Figure 93 – Connexion à la source d'alimentation

La Figure 93 présente deux approches de l'alimentation. Un adaptateur peut assurer le couplage entre le connecteur du câble en provenance de l'alimentation et le connecteur du câble de communication. Il existe une variante, indiquée comme étant "Partie optionnelle": il s'agit d'utiliser un simple connecteur fixé au câble d'alimentation et au câble de ligne d'un côté et branché au maître de l'autre.

5.7.11.2.3 Alimentation du réseau par une source connectée à un répéteur

Le port maître d'un répéteur peut alimenter son sous-réseau au moyen d'une alimentation externe, sous réserve des restrictions présentées dans la Figure 94: la distance entre le port maître et l'alimentation ne doit pas être supérieure à 3 m.

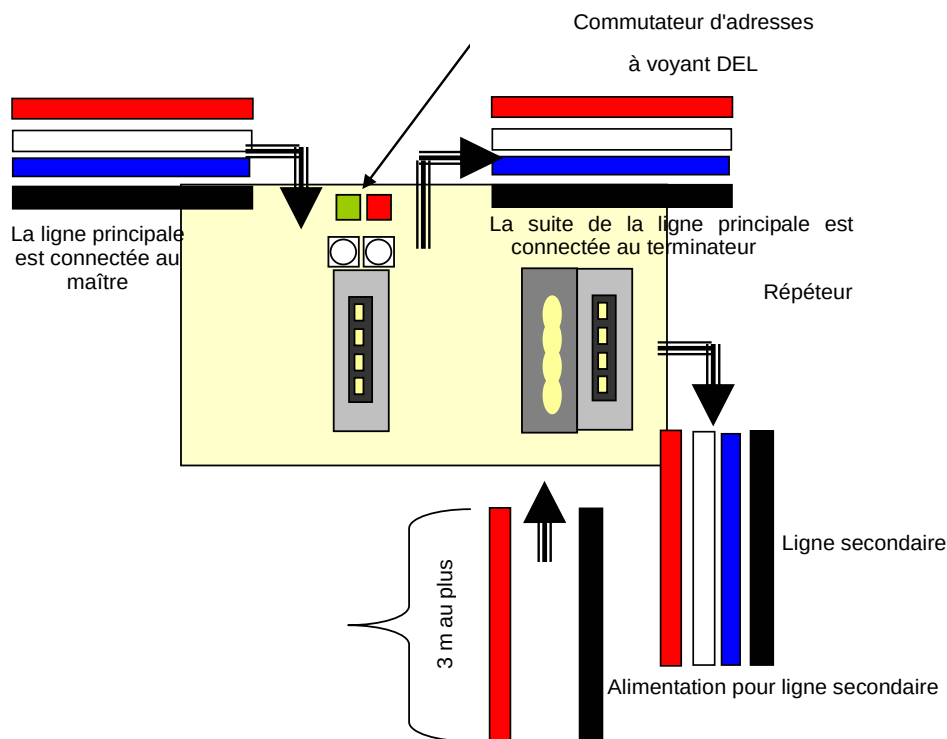


Figure 94 – Segments de réseau alimentés par des répéteurs

Portée d'alimentation du répéteur A_m :

- l'alimentation réseau A est branchée au connecteur d'alimentation du maître pour alimenter les unités de l'esclave A1 à A_n ainsi que le répéteur A_m ;

- l'alimentation réseau B est utilisée pour alimenter le répéteur Bm et l'esclave B1 à Bn sur la ligne secondaire connectée après le répéteur Am.

Portée d'alimentation du répéteur Bm:

- l'alimentation réseau C est utilisée pour alimenter l'esclave C1 à Cn sur la dérivation connectée après le répéteur Bm;
- l'alimentation réseau C est connectée aux bornes BS+C/BS-C du répéteur Bm.

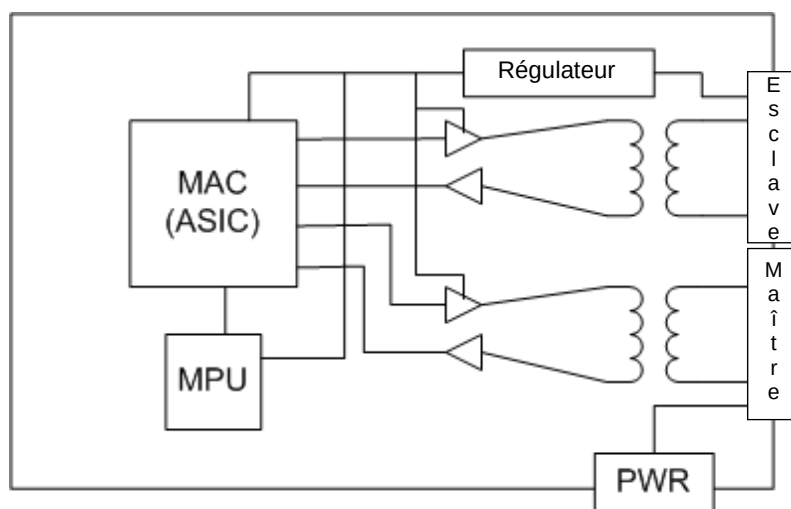
5.7.12 Implémentation d'un répéteur

Un répéteur doit être constitué:

- d'un port esclave comme défini en 5.7.4.
- d'un port maître comme défini en 5.7.3.,
- d'une alimentation intégrée ou d'un port d'alimentation externe. Pour un port externe, le connecteur doit être conforme au 5.7.11.1.1, et
- d'un MAC adressable conforme au 5.7.6.

Les exigences de temps de propagation sont définies en 5.6.2.4.

Un schéma simplifié est donné à la Figure 95.



Légende

MAC (ASIC)	Contrôleur d'accès au support (circuit intégré spécialisé)
MPU	Unité centrale de traitement
PWR	Alimentation

Figure 95 – Schéma simplifié d'un répéteur

L'alimentation doit être fournie aux esclaves en aval, à partir du port maître d'un répéteur selon les mêmes méthodes que celles spécifiées pour le port maître d'un maître. Dans tous les cas, l'alimentation au niveau du port maître doit être conforme au 5.7.11.1.1.

L'alimentation au niveau du port esclave du répéteur doit être isolée de la source d'alimentation du port maître du répéteur.

L'alimentation réseau du côté port esclave doit être isolée de l'alimentation du port maître.

6 Information sur le matériel

Conforme à la CEI 62026-1.

7 Conditions normales de service, de montage et de transport

7.1 Conditions normales de service

7.1.1 Généralités

Les composants d'une CDI CompoNet doivent pouvoir fonctionner dans les conditions suivantes.

Si les conditions de fonctionnement diffèrent de celles données dans la présente partie, l'utilisateur doit préciser les divergences par rapport aux conditions normales et consulter le fabricant quant aux possibilités d'utilisation dans de telles conditions.

7.1.2 Température de l'air ambiant

7.1.2.1 Câble rond I

Le câble doit fonctionner normalement dans une plage de températures ambiantes de -10 °C à +60 °C.

7.1.2.2 Câble rond II, câble plat I, câble plat II

Le câble doit fonctionner normalement dans une plage de températures ambiantes de -10 °C à +55 °C.

7.1.2.3 Autres composants de la CDI

Tous les autres composants de la CDI doivent fonctionner dans des températures ambiantes de -5 °C à +40 °C sauf indication contraire, par exemple lorsqu'ils sont utilisés conjointement à un type spécifique d'actionneur ou de capteur. Les caractéristiques de fonctionnement doivent être maintenues dans toute la plage admissible de températures ambiantes.

7.1.3 Altitude

Les composants doivent être capables de fonctionner à des altitudes conformes à la CEI 62026-1.

7.1.4 Conditions climatiques

7.1.4.1 Humidité

Les composants doivent être capables de fonctionner à 40 °C, avec une humidité relative de l'air ne dépassant pas 85 %.

7.1.4.2 Degré de pollution

Les composants doivent être capables de fonctionner dans des conditions de pollution conformes à la CEI 62026-1.

7.2 Conditions de transport et de stockage

Un accord spécial doit être conclu entre les utilisateurs et les fabricants si les conditions de transport et de stockage, par exemple les conditions de température et d'humidité, diffèrent de celles qui sont définies en 7.1.

7.3 Montage

Les composants doivent être montés conformément à la CEI 62026-1.

8 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement

8.1 Voyants et commutateurs de configuration

8.1.1 Voyants d'état

8.1.1.1 Généralités

Les appareils peuvent avoir un voyant d'état de module et un voyant d'état de CDI. Dans ce cas, ils doivent être conformes aux présentes exigences et doivent également pouvoir être clairement distingués de tout autre voyant.

8.1.1.2 Voyant d'état de module

L'état d'un module doit être présenté par un voyant bicolore (vert/rouge) indiquant si le circuit est ou non sous tension et fonctionne correctement. Les états du voyant doivent être tels que spécifiés dans le Tableau 113.

Tableau 113 – Voyant d'état de module

Etat du voyant	Signification
Eteint	Hors tension
Vert	Fonctionne correctement
Vert clignotant	En veille
Rouge clignotant	Défaut récupérable
Rouge	Défaut irrécupérable
Rouge -Vert clignotant	Autotest en cours
NOTE Les vitesses de clignotement des voyants sont données en 8.1.1.5.	

8.1.1.3 Voyant d'état de CDI

Ce voyant doit être bicolore (vert/rouge) et indiquer l'état de la liaison de communication, comme spécifié dans le Tableau 114.

Tableau 114 – Voyant d'état de CDI

Etat du voyant	Signification
Eteint	Le circuit n'est pas alimenté ou l'appareil est en détection de vitesse.
Vert clignotant	L'appareil connaît un débit de données mais n'est pas à l'état de « Participation ». S'il s'agit d'un esclave, en attente de STW et de Allocate (attribuer). S'il s'agit d'un répéteur, en attente de STW.
Vert	L'appareil est à l'état de « participation ». S'il s'agit d'un esclave, Attribution effectuée et connexion E/S établie. S'il s'agit d'un répéteur, répétition en cours.
Rouge clignotant	L'appareil a connaissance d'une expiration de délai ou l'appareil est en détection de vitesse avec expiration de délai.
Rouge	L'appareil est à l'état de défaut de communication avec détection de duplication d'une adresse MAC ID.
Rouge -Vert clignotant	L'appareil est à l'état d'autotest.

NOTE Les vitesses de clignotement des voyants sont données en 8.1.1.5.

8.1.1.4 Voyants d'état de module et de CDI à la mise sous tension

La séquence suivante d'essai du voyant doit être effectuée à la mise sous tension:

- voyant d'état de CDI ETEINT;
- voyant d'état de module ALLUME vert pendant $0,25 \text{ s} \pm 0,1 \text{ s}$;
- voyant d'état de module ALLUME rouge pendant $0,25 \text{ s} \pm 0,1 \text{ s}$;
- voyant d'état de module ALLUME vert;
- voyant d'état de CDI ALLUME vert pendant $0,25 \text{ s} \pm 0,1 \text{ s}$;
- voyant d'état de CDI ALLUME rouge pendant $0,25 \text{ s} \pm 0,1 \text{ s}$;
- voyant d'état de CDI ETEINT;
- les deux voyants prennent des états conformes au Tableau 113 et au Tableau 114.

8.1.1.5 Vitesses de clignotement des voyants

Sauf spécification contraire dans la présente partie, la vitesse de clignotement d'un voyant doit être d'un (1) clignotement par seconde $\pm 0,5 \text{ s}$. Un voyant doit être ALLUME pendant $0,5 \text{ s} \pm 0,25 \text{ s}$ et ETEINT pendant $0,5 \text{ s} \pm 0,25 \text{ s}$.

8.1.2 Commutateurs

8.1.2.1 Généralités

Les appareils peuvent être munis de commutateurs, en fonction de leur type.

- les appareils maîtres peuvent disposer de commutateurs de débit de données.
- les appareils esclaves et répéteurs peuvent avoir des commutateurs d'adresses de stations.

8.1.2.2 Commutateurs de débit de données

Si les commutateurs sont utilisés pour régler le débit de données, ils doivent être codés, comme indiqué dans le Tableau 115.

Tableau 115 – Codage du commutateur de débit de données

Débit de données (bits/s)	Réglage du commutateur
4 M	0
3 M	1
1,5 M	2
93,75 k	3

Un esclave ou un répéteur ne doit pas avoir un commutateur de débit de données.

8.1.2.3 Commutateurs d'adresses de stations

Les commutateurs d'adresses de stations et les valeurs établies dépendent du type de commutateur de l'appareil.

Si des commutateurs DIP (à double rangée de connexions) sont utilisés;

- ils doivent être en format binaire.

- l'orientation des bits de poids fort aux bits de poids faible doit aller de gauche à droite ou de haut en bas.
- sauf indication contraire sur les étiquettes, la position on (marche) doit être en haut ou à droite.

Si des commutateurs rotatifs ou à molette sont utilisés;

- ils doivent être en format décimal.
- le bit de poids fort est toujours à gauche ou en haut.

8.1.2.4 Types d'appareils, commutateurs d'adresses de stations et plages de réglages correspondantes

Le Tableau 116 donne un aperçu de commutateurs d'adresses de stations et de leurs plages de réglage pour différents types d'appareils.

Tableau 116 – Commutateurs d'adresses

Type d'appareil	Commutateurs d'adresses
Esclave en mode « mots »	Plage de réglages de 0 à 63. En format binaire ou décimal. Les adresses au-delà de 63 ne peuvent pas participer à la communication.
Esclave en mode « bits »	Plage de réglages de 0 à 127. En format binaire ou décimal. Les adresses au-delà de 127 ne peuvent pas participer à la communication.
Répéteur	Plage de réglages de 0 à 63. En format binaire ou décimal. Les adresses au-delà de 63 ne peuvent pas participer à la communication.

8.1.3 Marquage des composants CompoNet

8.1.3.1 Généralités

Le présent paragraphe inclut des spécifications concernant le marquage:

- des voyants;
- des commutateurs et types d'appareils;
- des connecteurs.

8.1.3.2 Marquage des voyants

Le marquage des voyants doit indiquer leur nom complet ou abrégé comme spécifié dans le Tableau 117.

Tableau 117 – Marquage des voyants

Description	Désignation complète	Désignation abrégée
Voyant d'état de module	Etat de module	MS
Voyant d'état de CDI	Etat du réseau	NS

8.1.3.3 Marquage du commutateur d'adresse de station et du type d'appareil

Le marquage des commutateurs d'adresses de stations et des types d'appareils doit indiquer soit leur nom complet, soit leur nom abrégé, comme spécifié dans le Tableau 118.

**Tableau 118 – Marquage des commutateurs d'adresses de stations
et des types d'appareils**

Type d'appareil		Spécification relative au marquage	Aspect du marquage de l'appareil	Marquage du commutateur
Esclave en mode « mots »	IN	Etiquette: IN Couleur: Orange Code de couleur: 2,5YR/6/13 Taille de police: Hauteurs minimales: 1,5 mm	IN	L'une des indications suivantes: ADRESSE DE STATION NA ADRESSE DE STATION EN MODE « MOTS » ADR STATION « MOTS »
	OUT	Etiquette: OUT Couleur: Jaune Code de couleur: 2,5Y8/14 Taille de police: Hauteurs minimales: 1,5 mm	OUT	
	MIX	Etiquette: IN Couleur: Orange Code de couleur: 2,5YR/6/13 Etiquette: OUT Couleur: Jaune Code de couleur: 2,5Y8/14 Taille de police: Hauteurs minimales: 1,5 mm	IN OUT	
Esclave en mode "bits"	IN	Etiquette: BIT IN Couleur: Orange Code de couleur: 2,5YR/6/13 Taille de police: Hauteurs minimales: 1,5 mm	BIT IN	L'une des indications suivantes: ADRESSE DE STATION NA ADRESSE DE STATION EN MODE BIT ADR STATION « BIT »
	OUT	Etiquette: BIT OUT Couleur: Jaune Code de couleur: 2,5Y8/14 Taille de police: Hauteurs minimales: 1,5 mm	BIT OUT	
	MIX	Etiquette: BIT IN Couleur: Orange Code de couleur: 2,5YR/6/13 Etiquette: BIT OUT Couleur: Jaune Code de couleur: 2,5Y8/14 Taille de police: Hauteurs minimales: 1,5 mm	BIT IN BIT OUT	
Répéteur		Etiquette: RPT Couleur: Vert Code de couleur: 10 GY6/10 Taille de police: Hauteurs minimales: 1,5 mm	RPT	L'une des indications suivantes: ADRESSE DE STATION NA ADRESSE DE STATION RPT ADR STATION RPT

Les étiquettes peuvent être de couleur noire et blanche. Cependant, si des étiquettes de couleur sont utilisées, les couleurs spécifiées ci-dessus doivent être utilisées.

Le texte des étiquettes indiqué ci-dessus s'applique à des appareils qui utilisent une seule adresse de station. Pour des appareils utilisant plusieurs adresses de station, le texte de l'étiquette doit inclure "xN" immédiatement après le texte indiqué ci-dessus. "N" représente le nombre d'adresses utilisées. Par exemple, pour un appareil IN qui utilise deux adresses, l'étiquette indique "IN x2". Si le nombre d'adresses utilisées par une station varie en fonction de la configuration choisie par l'utilisateur (par exemple un bloc E/S modulaire), l'étiquette porterait l'indication "IN x__".

8.1.3.4 Marquage des connecteurs

Les connecteurs peuvent comporter des marquages identifiant l'affectation des broches et du câble, soit au moyen de leurs noms complets, soit au moyen de couleurs, comme spécifié dans le Tableau 119.

Tableau 119 – Marquage des connecteurs

Désignation du signal	n° de broche	Connecteur ouvert	Connecteur plat I
BS+	1	BS+	Rouge
BDH	2	BDH	Blanc
BDL	3	BDL	Bleu
BS	4	BS	Noir

8.2 Câbles CompoNet

8.2.1 Aperçu

Le présent paragraphe inclut des spécifications concernant les profils de câble suivants:

- câble rond I;
- câble rond II;
- câble plat I;
- câble plat II.

8.2.2 Modèle de profil de câble

Un profil de câble définit les spécifications des paires de données, les spécifications des paires d'alimentation en courant continu, les spécifications générales, la topologie et la configuration physique du câble. L'orientation des paires de données et d'alimentation est une exigence de la spécification. Le Tableau 120, le Tableau 121, le Tableau 122 et le Tableau 29 définissent les champs minimaux qui doivent être définis pour un profil de câble donné.

Tableau 120 – Profil de câble: spécification de la paire des données

Caractéristiques physiques	Spécification
Taille de la paire de conducteurs	<taille> <matériau>; <#> brins
Diamètre d'isolation	<taille>
Couleurs – (BDH, BDL)	
Paires torsadées	<#> / <distance>
Blindage par paire	<matériau>
Caractéristiques électriques	Spécification
Impédance	82 Ω à 115 Ω (à 1 MHz, pour un câble à deux conducteurs) 95 Ω à 132 Ω (à 1 MHz, pour un câble à quatre conducteurs)

Délai maximal de propagation	6,5 ns/ <distance>
Capacité maximale entre conducteurs	<#> pF/ <distance> à 100 kHz
Capacité maximale entre un conducteur et un autre conducteur connecté au blindage	<#> pF/ <distance> à <#> Hz
Déséquilibre capacitif maximal	<#> pF/ <distance> à <#> kHz - ASTM D4566
Résistance en courant continu maximale - à 20 °C	<#> Ω /1 000 m <distance>
Affaiblissement maximal:	<#> dB/<distance> à 8 MHz <#> dB/<distance> à 6 MHz <#> dB/<distance> à 4 MHz <#> dB/<distance> à 3 MHz <#> dB/<distance> à 93,75 kHz

Tableau 121 – Profil de câble: spécification des paires d'alimentation en courant continu

Caractéristiques physiques	Spécification
Taille de la paire de conducteurs	<#> <matériau>; <#> brins
Diamètre d'isolation	<#>
Couleurs - (BS+, BS-)	
Paires torsadées	<#> / <distance>
Blindage par paire	<matériau>
Caractéristiques électriques	Spécification
Résistance en courant continu maximale - @ 20 °C	<#> Ω /1 000 m

Tableau 122 – Profil de câble: spécification générale

Caractéristiques physiques	Spécification
Géométrie	
Gaine de blindage sur tresse	<#> % de couverture, <#> <matériau>
Conducteur de décharge	<#> <matériau>; <#> brins
Diamètre extérieur	<taille> minimale à <taille> maximale
Cylindricité	Ecart de rayon devant être de <#> % du diamètre extérieur
Marquage de l'enveloppe	Nom du vendeur, référence et marquages supplémentaires
Caractéristiques électriques	Spécification
Résistance en courant continu maximale – (tresse+ruban+drain) à 20 °C	<#> Ω / <distance>
Caractéristiques environnementales applicables	Spécification
Certifications d'organisme	
Flexion	<#> cycles au rayon de courbure, <#> degrés, <#> force de traction, <#> cycles/minute, <méthode>
Rayon de courbure	<#> × diamètre (installation) / <#> × diamètre (fixe) <méthode>

Température ambiante de fonctionnement	<#> °C à <#> °C
Température de stockage	<#> °C à <#> °C
Tension de traction minimale	<#> kg
Compatibilité du connecteur	<Ouvert, Plat, M12.....,>
Compatibilité de la topologie	<Principale, de dérivation, ...>
Caractéristiques particulières	spécifiques à l'application

8.2.3 Profil de câble rond I

Les spécifications suivantes s'appliquent au câble rond I:

- spécifications des paires de données, voir le Tableau 123;
- spécifications des paires d'alimentation, voir le Tableau 124;
- spécifications générales, voir le Tableau 125.

Tableau 123 – Câble rond I: spécification des paires de données

Caractéristiques physiques	Spécification
Taille de la paire de conducteurs	0,75 mm ² ±0,075 mm ² ou 18 AWG, Cu (placage Sn), Nombre minimal de brins: 17. Pas de torsadage maximal: 1 torsade / 50 mm.
Diamètre d'isolation	2,3 mm ±0,23 mm
Couleurs – (BDH, BDL)	BDH: blanc, BDL: bleu (de préférence) ou noir (optionnel)
Paires torsadées	Pas de torsadage maximal: 1 torsade / 92 mm.
Blindage par paire	N/A
Caractéristiques électriques	Spécification
Impédance	97 Ω ±14,55 Ω (à 1 MHz)
Délai maximal de propagation	6,5 ns/m (6 MHz à 40 MHz, 20 °C)
Capacité maximale entre conducteurs	100 pF/m (à 100 kHz, 20 °C)
Capacité maximale entre un conducteur et un autre conducteur connecté au blindage	N/A
Déséquilibre capacitif	N/A
Résistance en courant continu maximale - à 20 °C	25,1 Ω / 1 000 m
Affaiblissement maximal:	116 dB / 1 000 m à 8 MHz 88 dB / 1 000 m à 6 MHz 60 dB / 1 000 m à 4 MHz 45 dB / 1 000 m à 3 MHz 4,6 dB / 1 000 m à 93,75 kHz

Tableau 124 – Câble rond I: spécification des paires d'alimentation c.c.

Caractéristiques physiques	Spécification
Taille de la paire de conducteurs	N/A
Diamètre d'isolation	N/A
Couleurs – (BS+, BS-)	N/A
Paires torsadées	N/A
Blindage par paire	N/A

Caractéristiques électriques	Spécification
Résistance en courant continu maximale - à 20 °C	N/A

Tableau 125 – Câble rond I: spécification générale

Caractéristiques physiques	Spécification
Géométrie	Une paire torsadée
Gaine de blindage sur tresse	N/A
Conducteur de décharge	N/A
Diamètre extérieur	Environ 6,6 mm
Cylindricité	90 % à 110 %
Marquage de l'enveloppe	Nom du vendeur, référence et marquages supplémentaires
Caractéristiques électriques	Spécification
Résistance en courant continu maximale – (tresse+ruban+drain) à 20 °C	N/A
Caractéristiques environnementales applicables	Spécification
Certification d'organisme	N/A
Flexion	Spécifiée par le vendeur
Rayon de courbure	Spécifié par le vendeur
Température ambiante de fonctionnement	-10 °C à +60 °C
Température de stockage	-20 °C à +65 °C
Tension de traction minimale	au plus 29,48 kg
Compatibilité du connecteur	Connecteur ouvert
Compatibilité de la topologie	Ligne principale, de dérivation

8.2.4 Profil de câble rond II

Les spécifications suivantes s'appliquent au câble rond II:

- spécifications des paires de données, voir le Tableau 126;
- spécifications des paires d'alimentation, voir le Tableau 127;
- spécifications générales, voir le Tableau 128;
- configuration physique, voir la Figure 96.

Tableau 126 – Câble rond II: spécification des paires de données

Caractéristiques physiques	Spécification
Taille de la paire de conducteurs	0,75 mm ² ±0,075 mm ² ou 18 AWG max., Cu (placage Sn), Nombre minimal de brins: 17. Pas de torsadage maximal: 1 torsade / 50 mm
Diamètre d'isolation	2,3 mm ±0,23 mm
Couleurs – (BDH, BDL)	BDH: blanc, BDL: bleu (de préférence) ou vert (optionnel)
Paire torsadée	Aucune
Blindage par paire	Aucun
Caractéristiques électriques	Spécification
Impédance	120 Ω -18 Ω à 120 Ω+12 Ω (à 1 MHz)
Délai maximal de propagation	6,5 ns/m (6 MHz à 40 MHz, 20 °C)
Capacité maximale entre conducteurs	73 pF/m (à 100 kHz, 20 °C)
Capacité maximale entre un conducteur et un autre conducteur connecté au blindage	N/A
Déséquilibre capacitif maximal	7 260 pF / 1 000 m, à 100 kHz
Résistance en courant continu maximale - à 20 °°C	25,1 Ω / 1 000 m
Affaiblissement maximal:	116 dB / 1 000 m à 8 MHz 88 dB / 1 000 m à 6 MHz 60 dB / 1 000 m à 4 MHz 45 dB / 1 000 m à 3 MHz 4,6 dB / 1 000 m à 93,75 kHz

Tableau 127 – Câble rond II: spécification des paires d'alimentation c.c

Caractéristiques physiques	Spécification
Taille de la paire de conducteurs	0,75 mm ² ±0,075 mm ² ou 18 AWG max., Cu (placage Sn), Nombre minimal de brins: 17. Pas de torsadage maximal: 1 torsade / 50 mm
Diamètre d'isolation	2,3 mm ±0,23 mm
Couleurs – (BS+, BS-)	BS+: rouge, BS-: Noir
Paire torsadée	Aucune
Blindage par paire	Aucun
Caractéristiques électriques	Spécification
Résistance en courant continu maximale - à 20 °°C	25,1 Ω / 1 000 m

Tableau 128 – Câble rond II: spécification générale

Caractéristiques physiques	Spécification
Géométrie	Sans paire, torsadé à quatre conducteurs; rotation: noir, blanc, rouge, bleu (de préférence) ou vert (optionnel)
Gaine de blindage sur tresse	N/A
Conducteur de décharge	N/A
Diamètre extérieur	Environ 7,6 mm
Cylindricité	90 % à 110 %
Marquage de l'enveloppe	Nom du vendeur, référence et marquages supplémentaires
Caractéristiques électriques	Spécification
Résistance en courant continu maximale – (tresse+ruban+drain) à 20 °C	N/A
Caractéristiques environnementales applicables	Spécification
Certifications d'organisme	N/A
Flexion	Spécifiée par le vendeur
Rayon de courbure	Spécifié par le vendeur
Température ambiante de fonctionnement	-10 °C à +60 °C
Température de stockage	-20 °C à +65 °C
Tension de traction minimale	29,48 kg
Compatibilité du connecteur	M12, Ouvert
Compatibilité de la topologie	Ligne principale, de dérivation

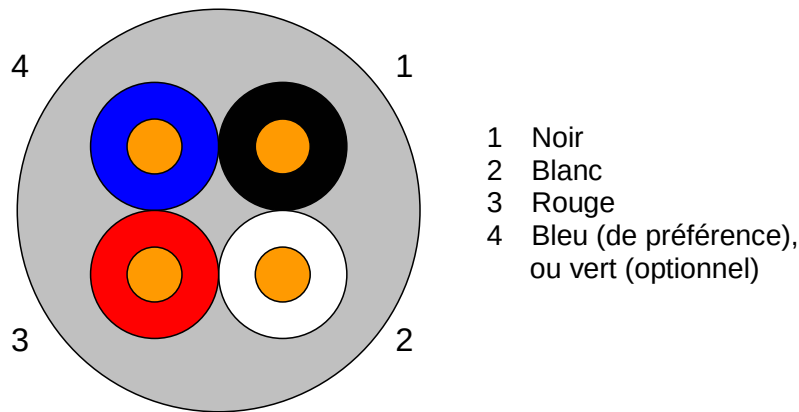


Figure 96 – Aperçu du câble rond II

8.2.5 Profil de câble plat I

Les spécifications suivantes s'appliquent au câble plat I:

- spécifications des paires de données, voir le Tableau 129;
- spécifications des paires d'alimentation, voir le Tableau 130;
- spécifications générales, voir le Tableau 131;
- configuration physique, voir la Figure 97 et la Figure 98.

Tableau 129 – Câble plat I: spécification des paires de données

Caractéristiques physiques	Spécification
Taille de la paire de conducteurs	20 brins de 0,18 mm $\pm$ 0,008 mm (0,5 mm ²), Cu (placage Sn); pas de torsadage maximal: 1 torsade / 25 mm
Diamètre d'isolation	2,54 mm $\pm$ 0,06 mm
Couleurs – (BDH, BDL)	BDH: blanc, BDL: Bleu
Paire torsadée	Aucune
Blindage par paire	Aucun
Caractéristiques électriques	Spécification
Impédance	120 Ω $\pm$ 12 Ω (à 1 MHz)
Délai maximal de propagation	5,9 ns/m (6 MHz à 40 MHz, 20 °C)
Capacité maximale entre conducteurs	54,4 pF/m (à 1 kHz, 20 °C)
Capacité maximale entre un conducteur et un autre conducteur connecté au blindage	Aucune
Déséquilibre capacitif maximal	6 050 pF / 1 000 m, à 100 kHz - ASTM4566
Résistance en courant continu maximale - à 20 °C	37,5 Ω / 1 000 m
Affaiblissement maximal:	106 dB / 1 000 m à 8 MHz 81 dB / 1 000 m à 6 MHz 55 dB / 1 000 m à 4 MHz 42 dB / 1 000 m à 3 MHz 5,1 dB / 1 000 m à 93,75 kHz

Tableau 130 – Câble plat I: spécification des paires d'alimentation c.c.

Caractéristiques physiques	Spécification
Taille de la paire de conducteurs	30 brins de 0,18 mm $\pm$ 0,008 mm (0,75 mm ²), Cu (placage Sn); pas de torsadage maximal: 1 torsade / 30 mm
Diamètre d'isolation	2,54 mm $\pm$ 0,06 mm
Couleurs – (BS+, BS-)	BS+: rouge, BS-: Noir
Paire torsadée	Aucune
Blindage par paire	Aucun
Caractéristiques électriques	Spécification
Résistance en courant continu maximale - à 20 °C	25,1 Ω / 1 000 m

Tableau 131 – Câble plat I: spécification générale

Caractéristiques physiques	Spécification
Géométrie	Plat, à 4 conducteurs
Gaine de blindage sur tresse	Aucune
Conducteur de décharge	Aucun
Diamètre extérieur	Largeur: 10,16 mm - 0,5 mm à ± 0 mm; Hauteur: 2,54 mm $\pm 0,6$ mm
Cylindricité	N/A
Marquage de l'enveloppe	Nom du vendeur, référence et marquages supplémentaires
Caractéristiques électriques	Spécification
Résistance en courant continu maximale – (tresse+ruban+drain) à 20 °C	Aucune
Caractéristiques environnementales applicables	Spécification
Certification d'organisme	Spécifiée par le vendeur
Flexion	Spécifiée par le vendeur
Rayon de courbure	Spécifié par le vendeur
Température ambiante de fonctionnement	-10 °C à +55 °C
Température de stockage	-20 °C à +65 °C
Tension de traction minimale	18,14 kg
Compatibilité du connecteur	Connecteur plat I
Compatibilité de la topologie	Ligne principale, de dérivation

**Figure 97 – Aperçu du câble plat I**

Dimensions en millimètres

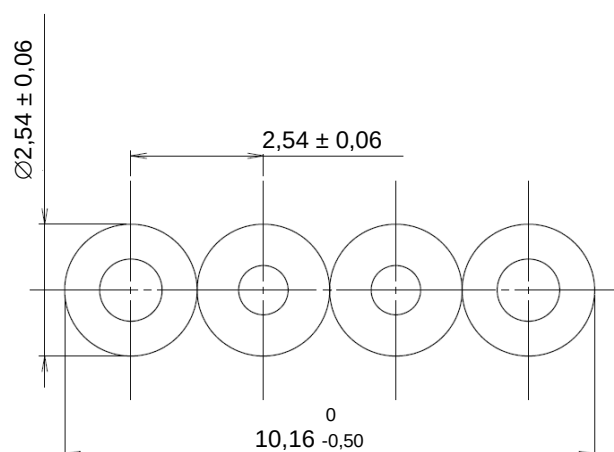


Figure 98 – Dimension du câble plat I

8.2.6 Profil de câble plat II

Les spécifications suivantes s'appliquent au câble plat II:

- spécifications des paires de données, voir le Tableau 132;
- spécifications des paires d'alimentation, voir le Tableau 133;
- spécifications générales, voir le Tableau 134;
- configuration physique, voir la Figure 99 et la Figure 100.

Tableau 132 – Câble plat II: spécification des paires de données

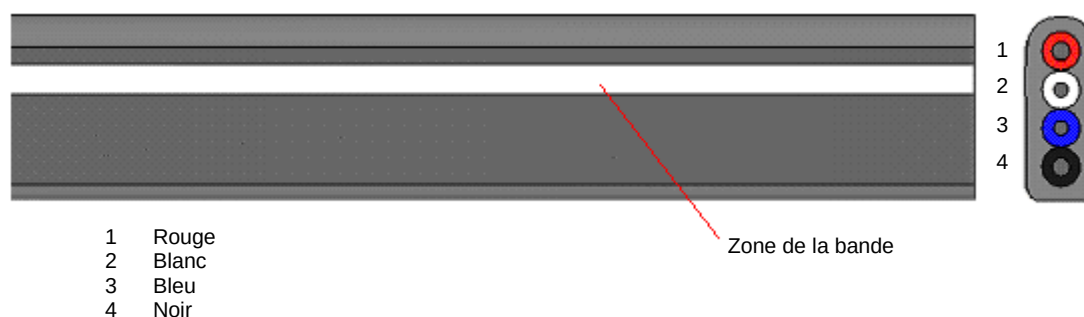
Caractéristiques physiques	Spécification
Taille de la paire de conducteurs	20 brins de 0,18 mm $\pm$ $\pm 0,008$ mm (0,5 mm ²), Cu (placage Sn); pas de torsadage maximal: 1 torsade / 25 mm
Diamètre d'isolation	2,54 mm $\pm 0,06$ mm
Couleurs – (BDH, BDL)	BDH: blanc, BDL: bleu
Paire torsadée	Aucune
Blindage par paire	Aucun
Caractéristiques électriques	Spécification
Impédance	120 Ω -24 Ω à 120 Ω +12 Ω (à 1 MHz)
Délai maximal de propagation	6,3 ns/m (à 1 kHz, 20 °C)
Capacité maximale entre conducteurs	89 pF/m (à 100 kHz, 20 °C)
Capacité maximale entre un conducteur et un autre conducteur connecté au blindage	Aucune
Déséquilibre capacitif maximal	8 910 pF / 1 000 m, à 100 kHz - ASTM D 4566
Résistance en courant continu maximale - à 20 °C	37,5 Ω / 1 000 m
Affaiblissement maximal:	114 dB / 1 000 m à 8 MHz 86 dB / 1 000 m à 6 MHz 59 dB / 1 000 m à 4 MHz 45 dB / 1 000 m à 3 MHz 5,5 dB / 1 000 m à 93,75 kHz

Tableau 133 – Câble plat II: spécification des paires d'alimentation c.c.

Caractéristiques physiques	Spécification
Taille de la paire de conducteurs	30 brins de 0,18 mm $\pm$ 0,008 mm (0,75 mm ²), Cu (placage Sn); pas de torsadage maximal: 1 torsade / 30 mm
Diamètre d'isolation	2,54 mm $\pm$ 0,06 mm
Couleurs – (BS+, BS-)	BS+: rouge, BS-: noir
Paire torsadée	Aucune
Blindage par paire	Aucun
Caractéristiques électriques	Spécification
Résistance en courant continu maximale – à 20 °C	25,1 Ω / 1 000 m

Tableau 134 – Câble plat II: spécification générale

Caractéristiques physiques	Spécification
Géométrie	Plat, à 4 conducteurs
Gaine de blindage sur tresse	Aucune
Conducteur de décharge	Aucun
Diamètre extérieur	Largeur: 12,15 mm $\pm$ 0,3 mm; Hauteur: 4,56 mm $\pm$ 0,2 mm
Cylindricité	N/A
Marquage de l'enveloppe	Nom du vendeur, référence et marquages supplémentaires
Caractéristiques électriques	Spécification
Résistance en courant continu maximale – (tresse+ruban+drain) à 20 °C	Aucune
Caractéristiques environnementales applicables	Spécification
Certification d'organisme	Spécifiée par le vendeur
Flexion	Spécifiée par le vendeur
Rayon de courbure	Spécifié par le vendeur
Température ambiante de fonctionnement	-10 °C à +55 °C
Température de stockage	-20 °C à +65 °C
Tension de traction minimale	36,28 kg
Compatibilité du connecteur	Connecteur plat II
Compatibilité de la topologie	Ligne principale, de dérivation

**Figure 99 – Aperçu du câble plat II**

Le câble doit être marqué d'une bande de couleur contrastée au niveau du 3ème quart supérieur, comme présenté à la Figure 99.

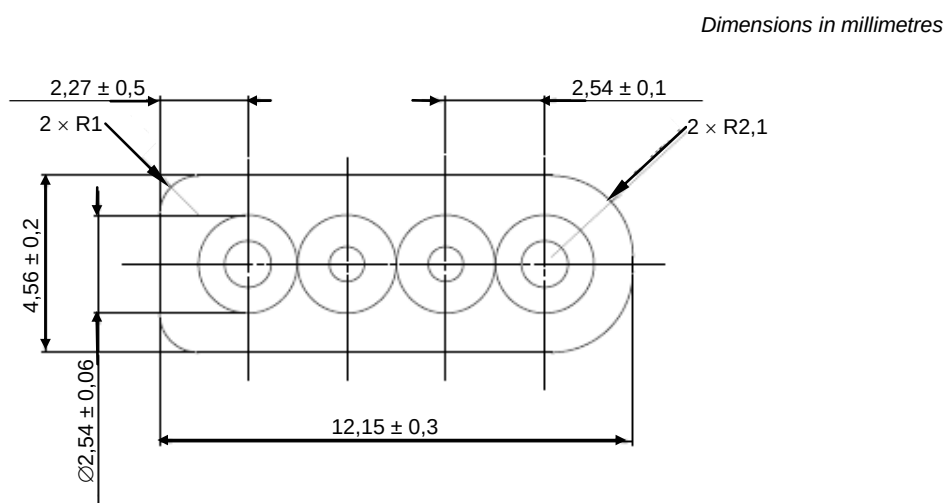


Figure 100 – Dimension du câble plat II

8.3 Terminateur

8.3.1 Généralités

Un terminateur est constitué d'une résistance de terminaison et d'un condensateur de terminaison.

8.3.2 Résistance de terminaison

Une résistance en pellicule métallique de $121 \Omega \pm 1,21 \Omega$ et d'une puissance de 0,25 W doit être connectée entre BDH et BDL, à l'extrémité d'une ligne principale ainsi qu'à l'extrémité d'une ligne secondaire.

8.3.3 Condensateur de terminaison

Un condensateur en courant continu de $0,01 \mu F \pm 0,001 \mu F$ et de plus de 50 V doit être connecté entre BS+ et BS-, à l'extrémité de la ligne principale ainsi qu'à l'extrémité de la ligne secondaire dans tous les réseaux utilisant un câble à 4 conducteurs.

8.4 Connecteurs

8.4.1 Généralités

Le présent paragraphe fournit les spécifications des profils de connecteurs suivants:

- connecteur ouvert;
- connecteur plat I;
- connecteur plat II;
- connecteur scellé M12.

8.4.2 Modèle

Un profil de connecteur définit l'orientation mâle et femelle, les spécifications générales, les spécifications de contact, les spécifications électriques et les spécifications environnementales. Le Tableau 135 définit les champs minimaux qui doivent être définis pour un profil de connecteur.

Dans le cadre de la présente spécification, les fiches sont des connecteurs mâles qui s'accouplent avec des prises jack qui sont des connecteurs femelles. Les adaptateurs sont des accessoires de câblage utilisés pour connecter des câbles de même type et des connecteurs de même type qui peuvent être de deux genres (mâle ou femelle) différents. Ils sont en général utilisés dans un réseau pour une topologie en dérivation et en liaison multipoints.

Tableau 135 – Modèle de profil de connecteur

Caractéristiques générales des fiches	Spécification
Nombre de broches	<#>
Ecrou d'accouplement	<#>
Filetage de l'écrou d'accouplement	<#>
Rotation	<#>
Norme	<#>
Configuration de broches	BS+: Broche<#>, BDH: Broche<#>, BDL: Broche<#>, BS-: Broche<#>
Caractéristiques générales des prises jack	Spécification
Nombre de broches	<#>
Ecrou d'accouplement	<#>
Filetage de l'écrou d'accouplement	<#>
Rotation	<#>
Norme	<#>
Configuration de broches	BS+: Broche<#>, BDH: Broche<#>, BDL: Broche<#>, BS-: Broche<#>
Caractéristiques physiques	Spécification
Contacts frottants	Sous-placage nickel sur <#> µm,
Exigences de placage	Placage or sur <#> µm
Endurance minimale des contacts frottants	<#> insertion-extractions
Dimensions physiques des contacts	Conformes à xxxxx
Caractéristiques électriques	Spécification
Tension minimale de fonctionnement	30 V c.c.
Courant assigné minimal de contact	<#> A
Résistance de contact maximale	<#> mΩ (Initiale) <#> mΩ (Finale)
Caractéristiques environnementales	Spécification
Résistance à l'eau	<#>
Résistance à l'huile	<#>
Température ambiante de fonctionnement	<#> °C à <#> °C
Température de stockage	<#> °C à <#> °C
Chocs mécaniques	Critères d'acceptation Conditions d'essai
Vibrations	Critères d'acceptation Conditions d'essai
Câbles	Spécification
Câble connectable	<Câble rond I,.....>

8.4.3 Spécification d'accouplement des profils de connecteurs: ouvert, plat I, plat II

Toutes les fiches de connecteurs ayant ce profil doivent être conformes aux spécifications données dans la Figure 101 et la Figure 102.

Dimensions en millimètres

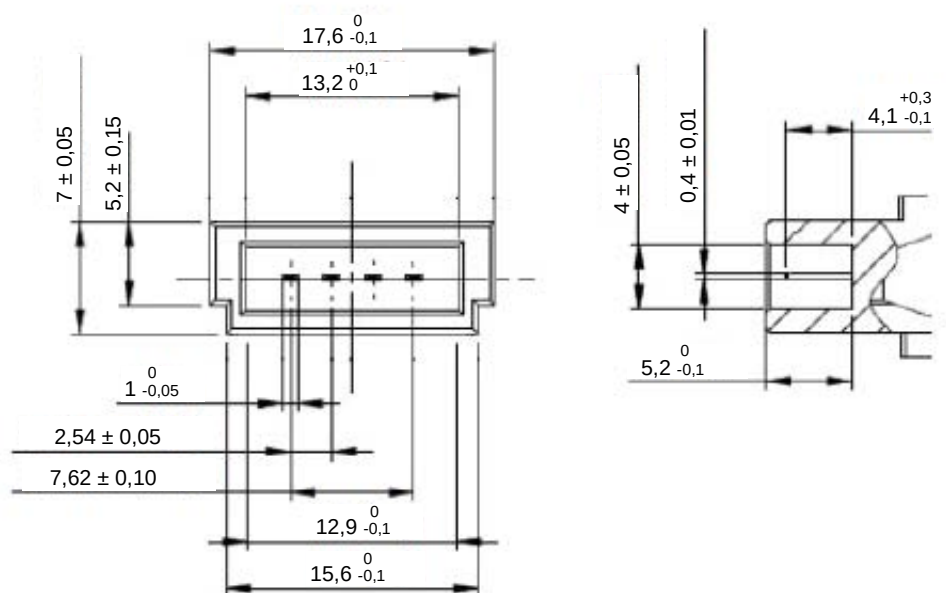


Figure 101 – Dimensions d'accouplement du connecteur à fiche

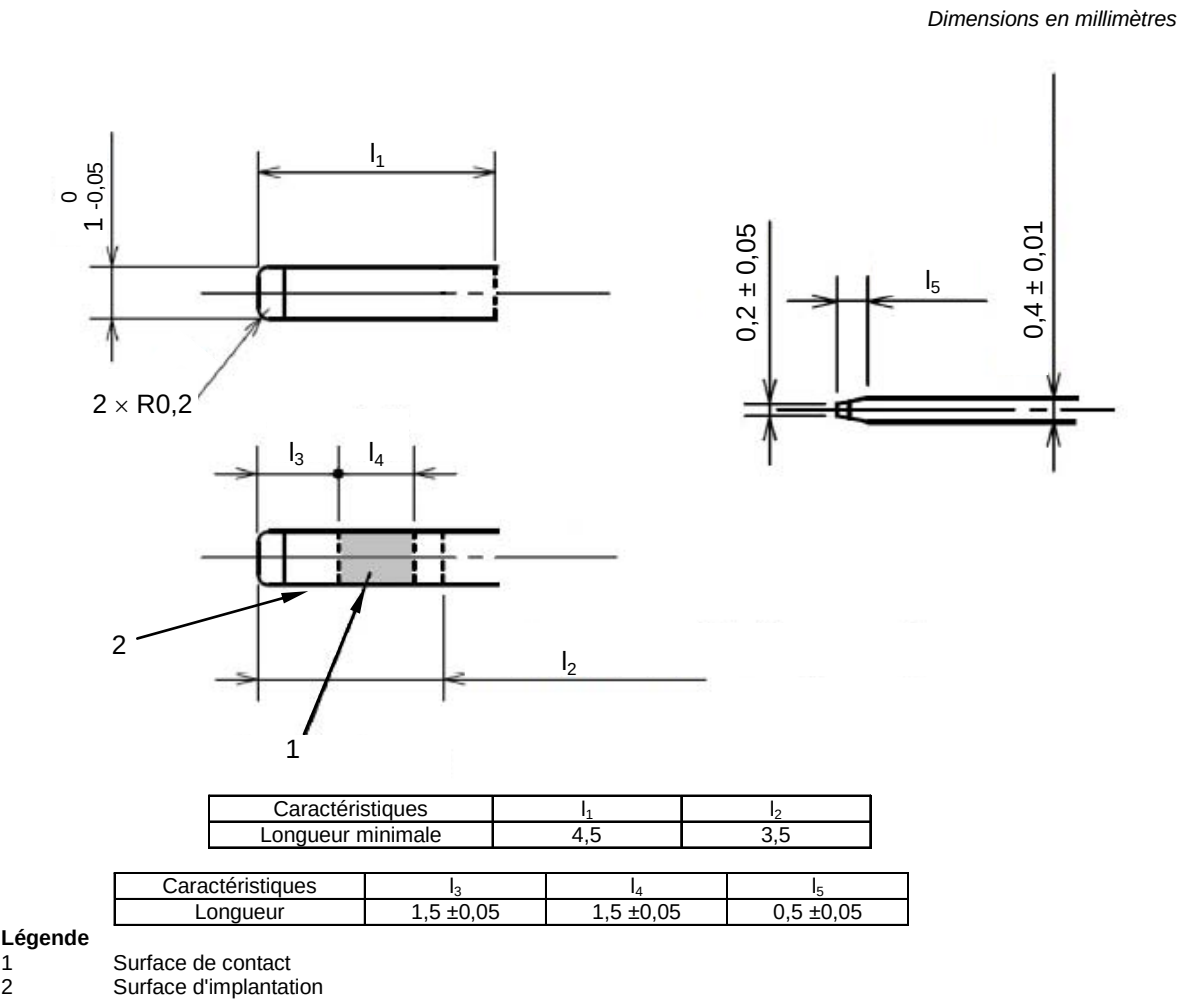


Figure 102 – Espace de contact d'un connecteur à fiche

Toutes les prises jack de connecteurs ayant ce profil doivent être conformes aux spécifications données dans la Figure 103. Les dimensions des contacts des prises jack ne sont pas fournies. La prise jack doit être conçue de manière à correspondre aux dimensions des contacts de la fiche.

Dimensions en millimètres

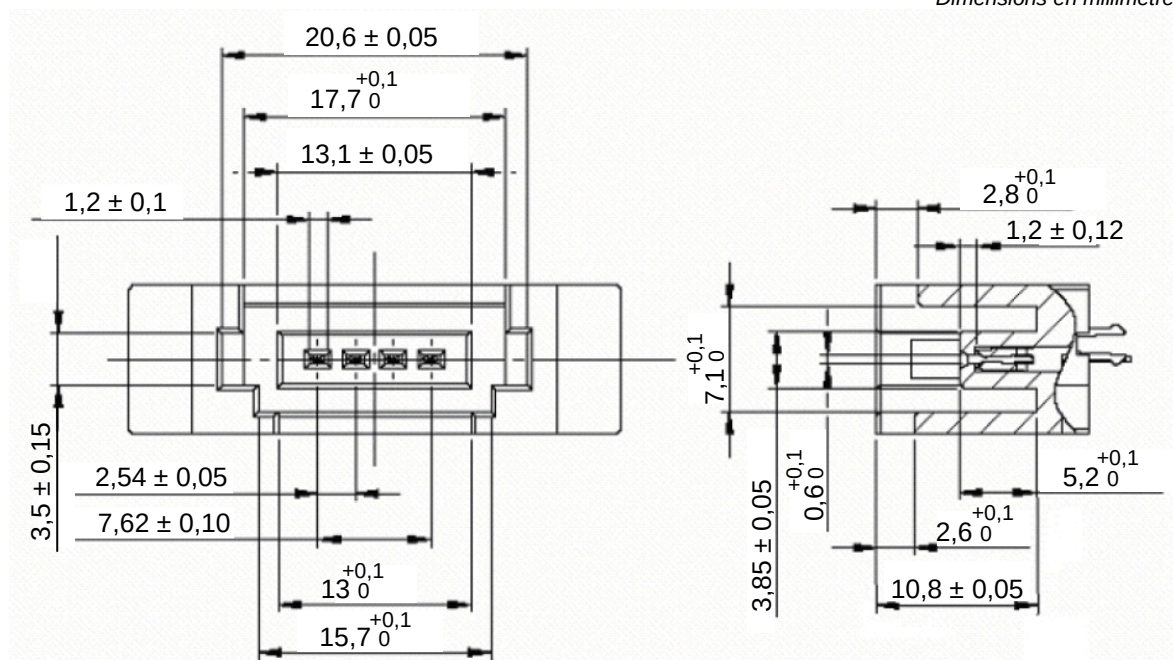


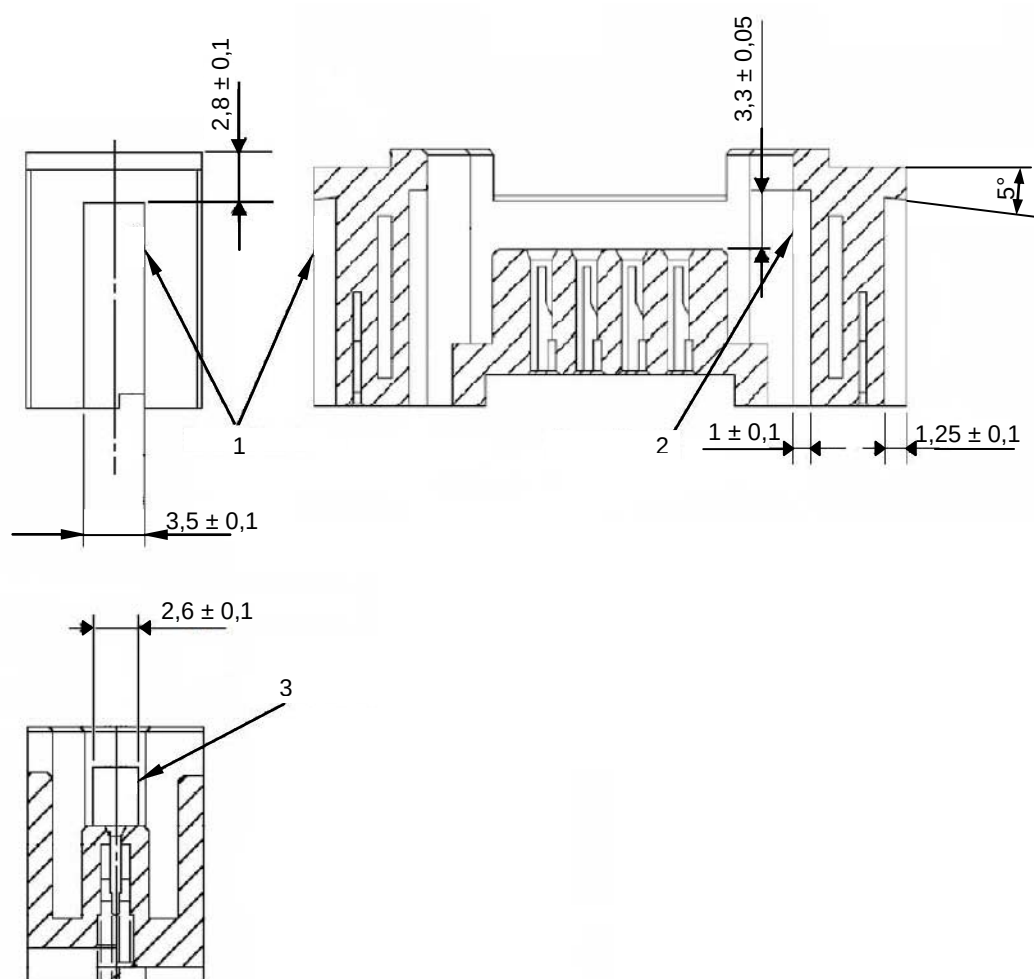
Figure 103 – Dimensions d'accouplement des connecteurs à prise jack

8.4.4 Spécifications des crochets pour les profils de connecteurs: ouvert, plat I, plat II

Des crochets sont utilisés pour verrouiller en position accouplée les pièces de connexion des prises jack et des fiches. Comme illustré à la Figure 104, les surfaces de prises jack des connecteurs ouverts, de connecteurs de profil I et de profil II, doivent avoir des crochets internes ainsi que des encoches pour crochets externes (facultatif). Les conceptions des crochets des fiches et des prises jack doivent être compatibles.

Les crochets externes sont facultatifs; cependant l'expérience a montré que des prises jack qui ne comportent pas de crochets externes sont quelque peu limitées en utilisation. Il est recommandé que les catalogues des vendeurs indiquent clairement toutes les prises jack qui n'acceptent pas les crochets externes.

Dimensions en millimètres

**Légende**

- 1 Crochets externes
- 2 Crochets internes
- 3 Crochets internes

Figure 104 – Crochet de connecteur**8.4.5 Profil de connecteur ouvert**

Le Tableau 136 définit le profil d'un connecteur ouvert. La configuration des broches et la géométrie sont définies à la Figure 105 et à la Figure 106.

Tableau 136 – Spécification de connecteur ouvert

Caractéristiques générales des fiches	Spécification
Nombre de broches	4
Ecrou d'accouplement	N/A
Filetage de l'écrou d'accouplement	N/A
Rotation	N/A
Norme	Spécifiée par le vendeur
Configuration de broches	BS+: Broche 1, BDH: Broche 2, BDL: Broche 3, BS-: Broche 4
Caractéristiques générales des prises jack	Spécification
Nombre de broches	4
Ecrou d'accouplement	N/A
Filetage de l'écrou d'accouplement	N/A
Rotation	N/A
Norme	Spécifiée par le vendeur
Configuration de broches	BS+: Broche 1, BDH: Broche 2, BDL: Broche 3, BS-: Broche 4
Caractéristiques physiques	Spécification
Contacts frottants	Sous-placage nickel sur 2,0 µm,
Exigences de placage	Placage or sur 0,4 µm
Endurance minimale des contacts frottants	100 insertion-extractions
Dimensions physiques des contacts	Conformes au 8.4.3
Caractéristiques électriques	Spécification
Tension minimale de fonctionnement	30 V c.c.
Courant assigné minimal de contact	5 A ^{a, b}
Résistance de contact minimale ^c	40 mΩ (Initiale) 50 mΩ (Finale) CEI 60512-1; voir également la Figure 107
Caractéristiques environnementales	Spécification
Résistance à l'eau	N/A
Résistance à l'huile	N/A
Température ambiante de fonctionnement	-30 °C à +55 °C, pleine puissance avec correction linéaire à 2,5 A à 70 °C. ^b
Température de stockage	-35 °C à +80 °C
Choc mécanique	<u>Critères d'acceptation</u> Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucune interruption de courant de 1 µs ou plus. Résistance de contact: 50 mΩ au plus, Apparence et forme: Aucun dommage physique <u>Conditions d'essai</u> Accélération: 490 m/s ² , Durée: 11 ms. 3 fois dans chacune des 6 directions sur les 3 axes (au total 18 fois)

Vibrations	<u>Critères d'acceptation</u> Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucune interruption de courant de 1 μs ou plus. Résistance de contact: 50 mΩ au plus, Apparence et forme: Aucun dommage physique <u>Conditions d'essai</u> Fréquence: 10 Hz à 500 Hz Durée de balayage: 20 min Amplitude: 1,52 mm ou 98 m/s² 2 heures dans chacun des 3 axes (6 heures au total)
Câbles	Spécifiés par le vendeur
Câble connectable	Câble rond I, câble rond II, câble plat I
a Le branchement et le débranchement des connecteurs ne sont pas admissibles lorsque le réseau est sous tension. b Voir la Figure 108 pour le courant de déclassement. c Ceci inclut la résistance entre connecteurs autodénudants et fils ainsi que la résistance de contact entre fiches et prises jack. (Voir la Figure 108)	

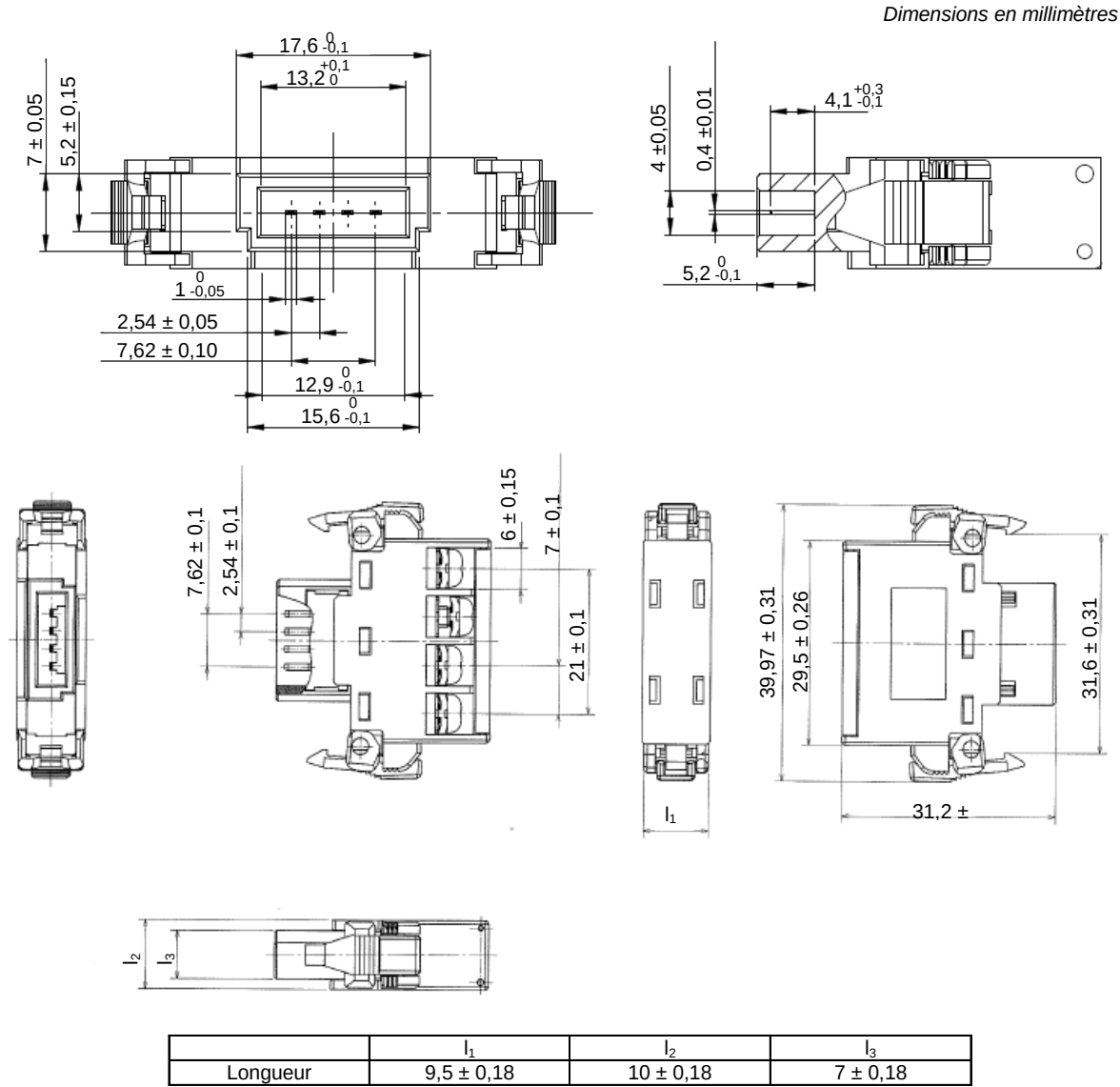


Figure 105 – Fiche de connecteur ouvert (informative)

Dimensions en millimètres

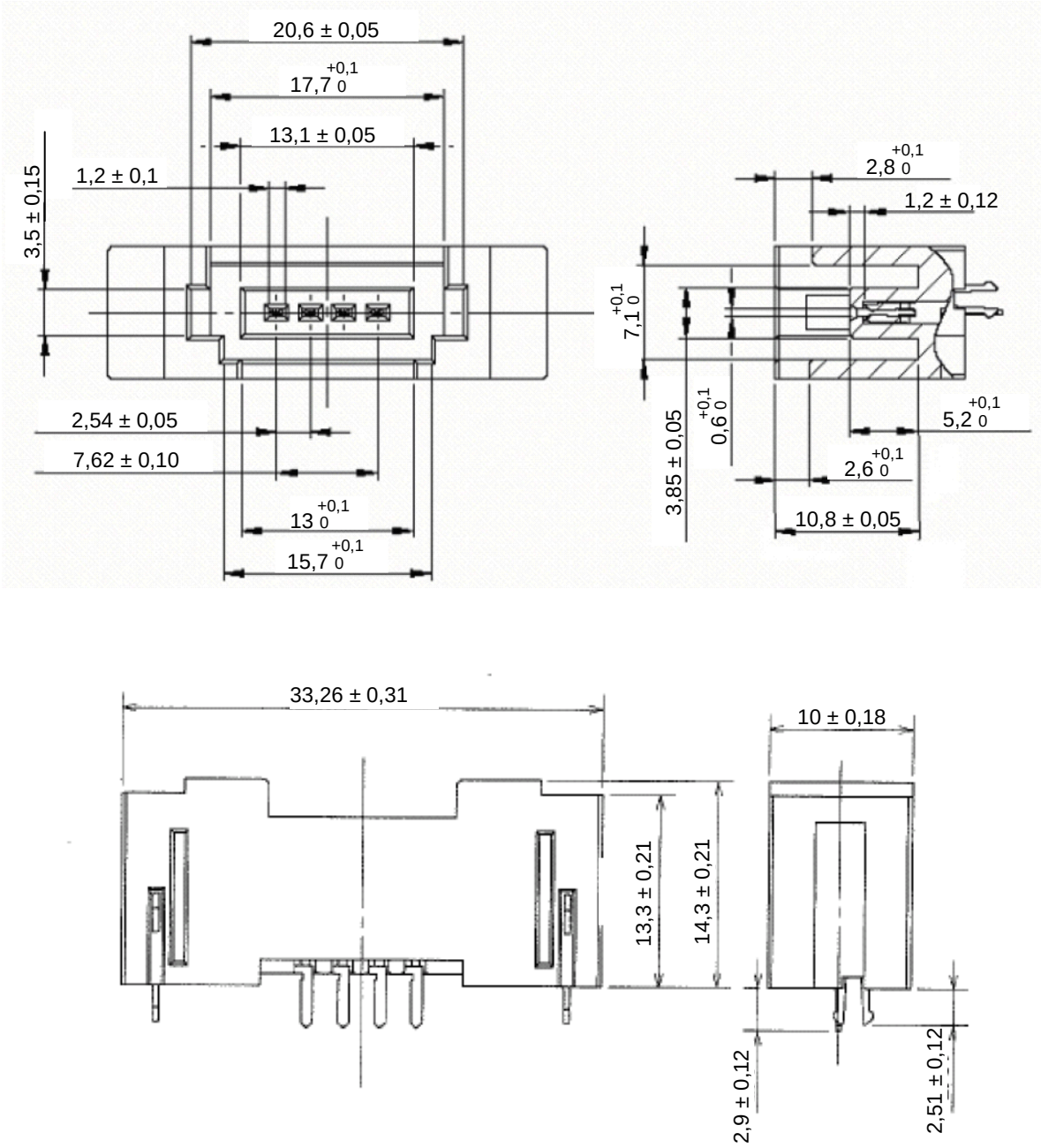


Figure 106 – Prise jack de connecteur ouvert (informative)

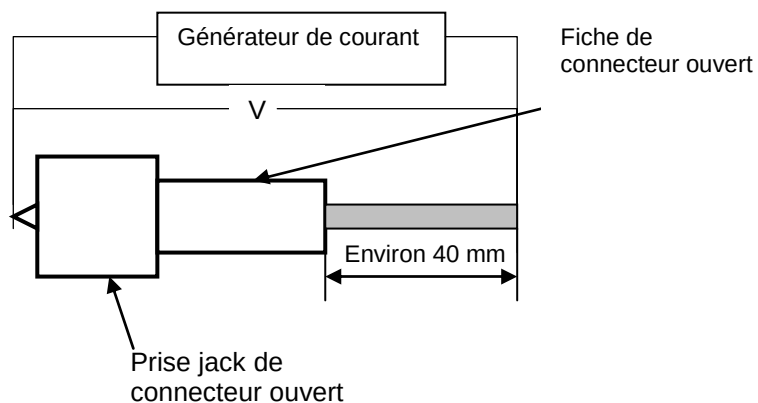


Figure 107 – Méthode de mesure de la résistance de contact (connecteurs ouverts)

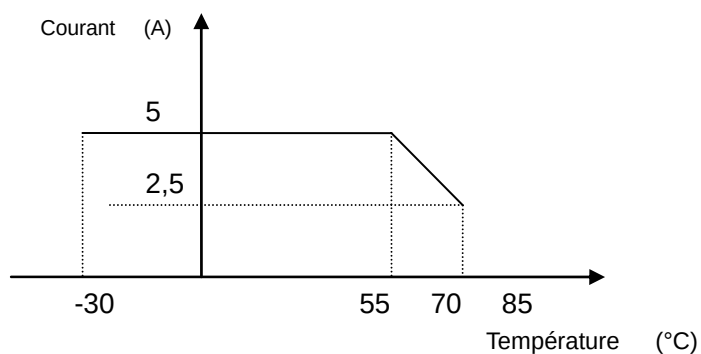


Figure 108 – Courant de déclassement des connecteurs

8.4.6 Profil de connecteur plat I

Le Tableau 137 définit le profil d'un connecteur plat I. La configuration des broches et la géométrie sont définies à la Figure 109 et à la Figure 110.

Tableau 137 – Spécification de connecteur plat I

Caractéristiques générales des fiches	Spécification
Nombre de broches	4
Ecrou d'accouplement	N/A
Filetage de l'écrou d'accouplement	N/A
Rotation	N/A
Norme	Spécifiée par le vendeur
Configuration de broches	BS+: Broche 1, BDH: Broche 2, BDL: Broche 3, BS-: Broche 4
Caractéristiques générales des prises jack	Spécification
Nombre de broches	4
Ecrou d'accouplement	N/A
Filetage de l'écrou d'accouplement	N/A
Rotation	N/A
Norme	Spécifiée par le vendeur
Configuration de broches	BS+: Broche 1, BDH: Broche 2, BDL: Broche 3, BS-: Broche 4
Condensateur entre BS+ et BS-	0,01 $\mu\text{F} \pm 0,001 \mu\text{F}$ ou 0,22 $\mu\text{F} \pm 0,022 \mu\text{F}$, 50 V au minimum ^d
Caractéristiques physiques	Spécification
Contacts frottants	Sous-placage nickel sur 2,0 μm ,
Exigences de placage	Placage or sur 0,4 μm
Endurance minimale des contacts frottants	100 insertion-extractions
Dimensions physiques des contacts	Conformes au 8.4.3
Caractéristiques électriques	Spécification
Tension minimale de fonctionnement	30 V c.c.
Courant assigné minimal de contact	5 A ^a , ^b
Résistance de contact maximale ^c	40 m Ω (Initiale) 50 m Ω (Finale) CEI 60512-1; voir également la Figure 111
Caractéristiques environnementales	Spécification
Résistance à l'eau	N/A
Résistance à l'huile	N/A
Température ambiante de fonctionnement	-30 °C à +55 °C, pleine puissance avec correction linéaire à 2,5 A à 70 °C. ^b
Température de stockage	-35 °C à +80 °C
Choc mécanique	<u>Critères d'acceptation</u> Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucune interruption de courant de 1 μs ou plus. Résistance de contact: 50 m Ω au plus, Apparence et forme: Aucun dommage physique <u>Conditions d'essai</u> Accélération: 490 m/s ² Durée: 11 ms. 3 fois dans chacune des 6 directions sur les 3 axes (18 fois au total)
Vibrations	<u>Critères d'acceptation</u>

	Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucune interruption de courant de 1 μs ou plus. Résistance de contact: 50 mΩ au plus, Apparence et forme: Aucun dommage physique <u>Conditions d'essai</u> Fréquence: 10 Hz à 500 Hz Durée de balayage: 20 min. Amplitude: 1,52 mm ou 98 m/s² 2 heures dans chacun des 3 axes (6 heures au total)
Câbles	Spécification
Câble connectable	Câble plat I
a Le branchement et le débranchement des connecteurs ne sont pas admissibles lorsque le réseau est sous tension. b Voir la Figure 108 pour le courant de déclassement. c Ceci inclut la résistance entre connecteurs autodénudants et fils ainsi que la résistance de contact entre fiches et prises jack. Voir la Figure 111. d Toutes les prises jack d'une ligne principale ou d'une dérivation doivent avoir un condensateur intégré de 0,01 μF ou 0,22 μF. Pour une prise jack montée sur une carte de circuit imprimé, le condensateur peut être monté sur le circuit imprimé d'un port maître ou d'un port esclave. Voir 5.7.3 et 5.7.4 ainsi que la Figure 116.	

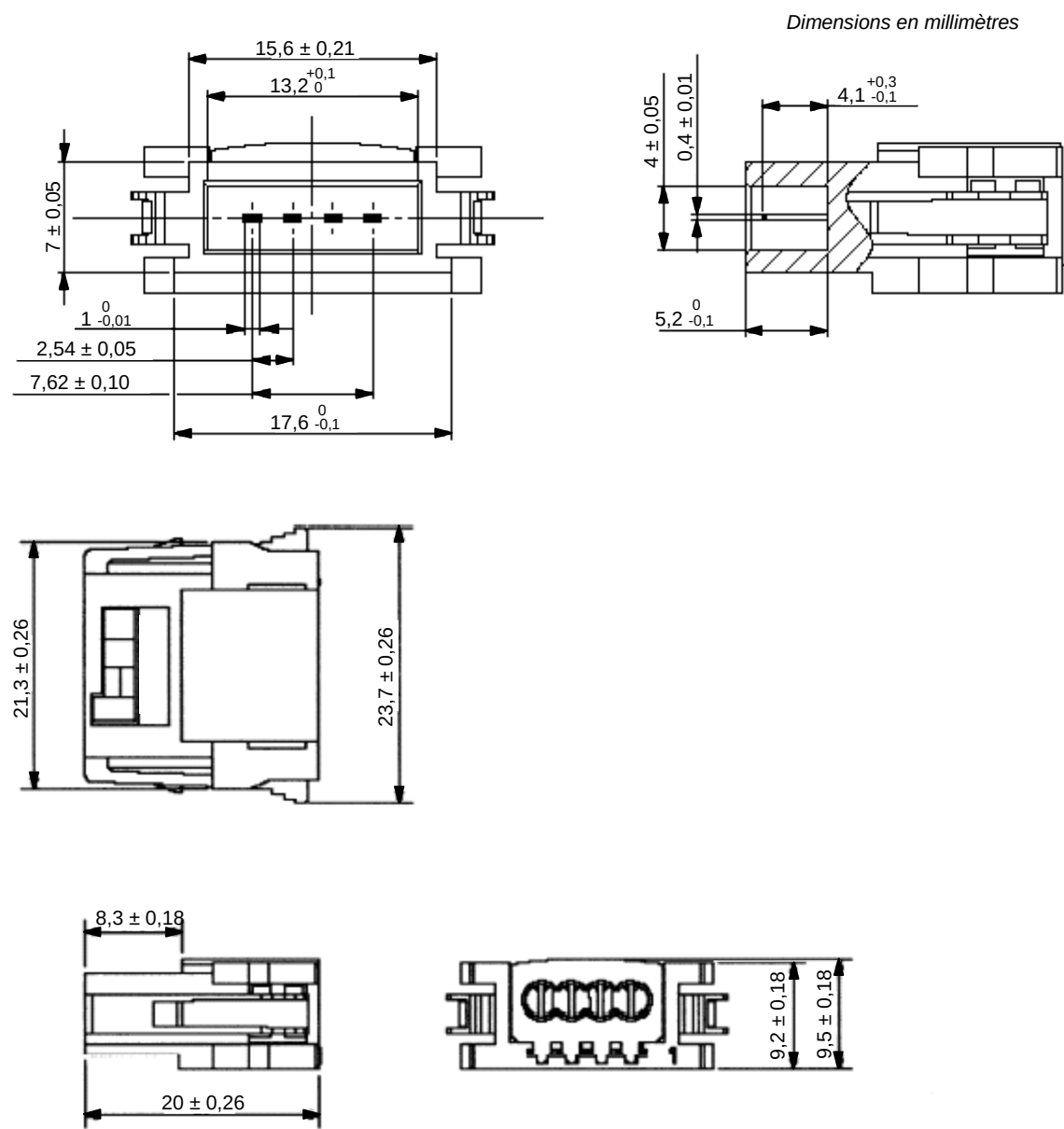


Figure 109 – Fiche de connecteur plat I

Dimensions en millimètres

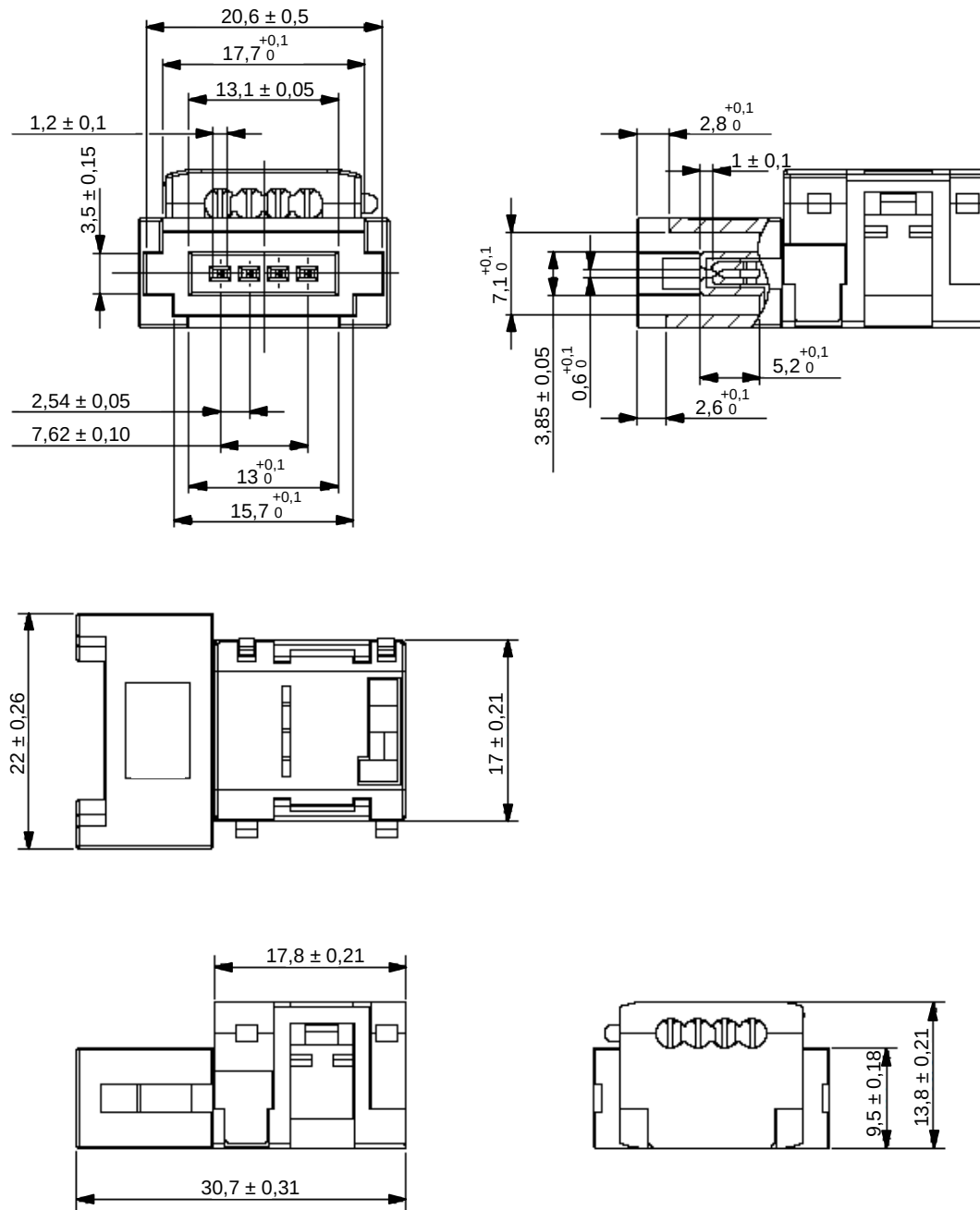


Figure 110 – Prise jack de connecteur plat I (informative)

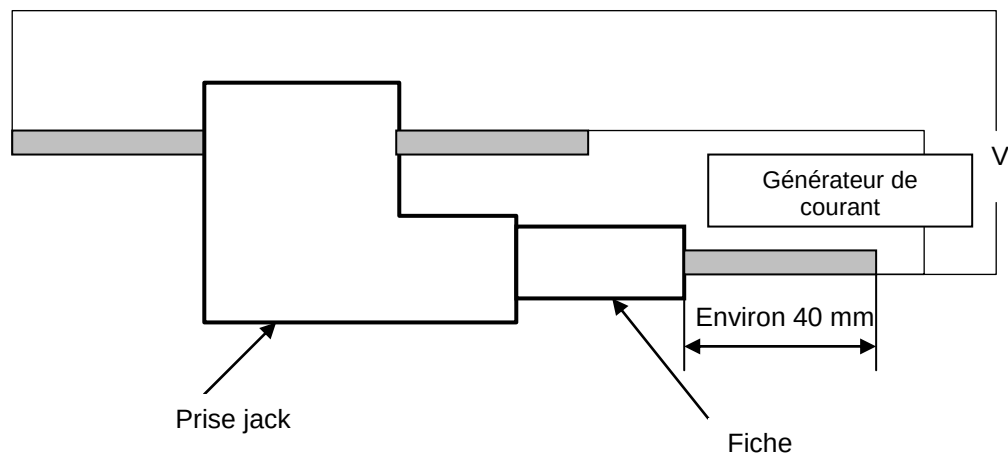


Figure 111 – Méthode de mesure de la résistance de contact (connecteurs plats I et II)

Dans le cas d'une prise jack montée sur une carte de circuit imprimé, la résistance de contact doit être mesurée entre la broche du circuit imprimé et l'extrémité d'un câble de 40 mm sur la fiche.

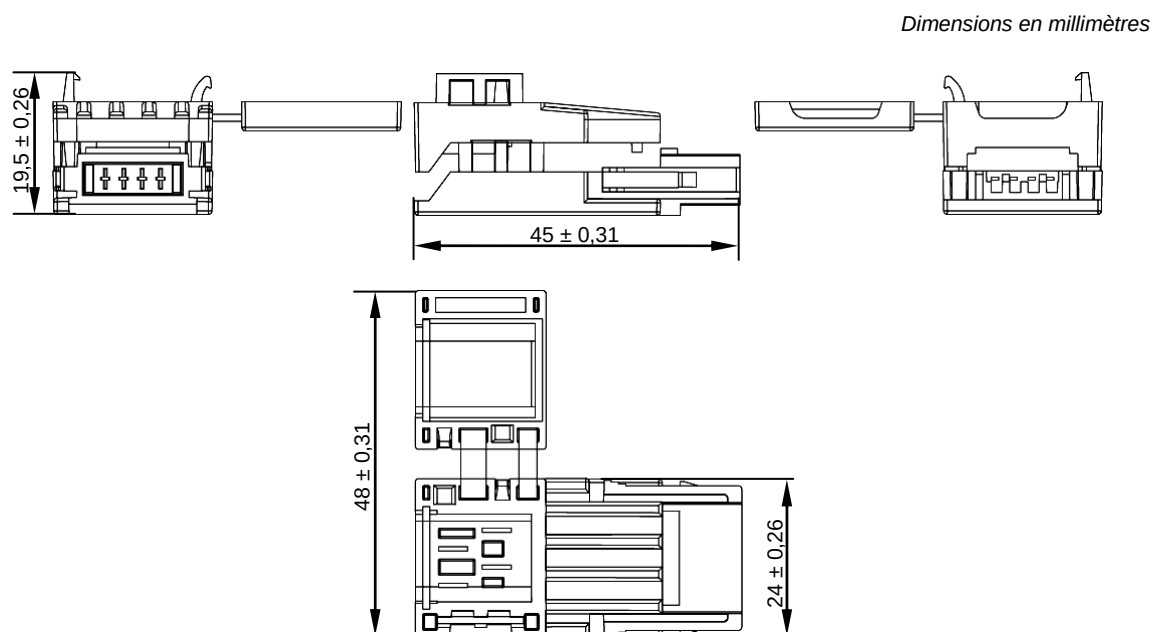
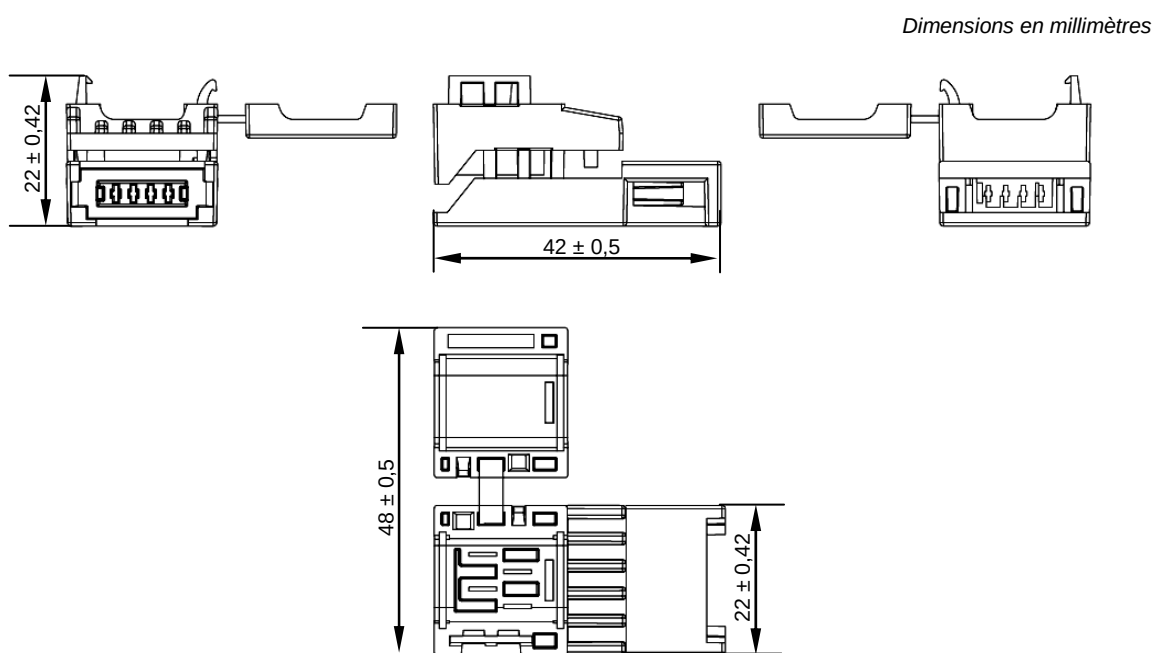
8.4.7 Profil de connecteur plat II

Le Tableau 138 définit le profil d'un connecteur plat II. La configuration des broches et la géométrie sont définies à la Figure 112, à la Figure 113 et à la Figure 114.

Tableau 138 – Spécification de connecteur plat II

Caractéristiques générales des fiches	Spécification
Nombre de broches	4
Ecrou d'accouplement	N/A
Filetage de l'écrou d'accouplement	N/A
Rotation	N/A
Norme	
Configuration de broches	BS+: Broche 1, BDH: Broche 2, BDL: Broche 3, BS-: Broche 4
Caractéristiques générales des prises jack	Spécification
Nombre de broches	4
Ecrou d'accouplement	N/A
Filetage de l'écrou d'accouplement	N/A
Rotation	N/A
Norme	
Configuration de broches	BS+: Broche 1, BDH: Broche 2, BDL: Broche 3, BS-: Broche 4
Condensateur entre BS+ et BS-	0,01 µF ± 0,001 µF ou 0,22 µF ± 0,022 µF, 50 V c.c. au minimum ^d
Caractéristiques physiques	Spécification
Contacts frottants	Sous-placage nickel sur 1,5 µm,
Exigences de placage	Placage or sur 1,2 µm
Endurance minimale des contacts frottants	100 insertion-extractions

Caractéristiques électriques	Spécification
Tension minimale de fonctionnement	30 V c.c.
Courant assigné minimal de contact	5 A ^a , ^b
Résistance de contact maximale ^c	40 mΩ (Initiale) 50 mΩ (Finale) CEI 60512-1; voir également la Figure 111
Dimensions physiques des contacts	Conformes au 8.4.3
Caractéristiques environnementales	Spécification
Résistance à l'eau	IP54 (conformément à la CEI 60529)
Résistance à l'huile	N/A
Température ambiante de fonctionnement	-30 °C à +55 °C, pleine puissance avec correction linéaire à 2,5 A à 70 °C ^d
Température de stockage	-35 °C à +80 °C
Chocs mécaniques	<u>Critères d'acceptation</u> Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucune interruption de courant de 1 µs ou plus. Résistance de contact: 50 mΩ au plus Apparence et forme: Aucun dommage physique <u>Conditions d'essai</u> Accélération: 490 m/s² Durée: 11 ms. 3 fois dans chacune des 6 directions sur les 3 axes (18 fois au total)
Vibrations	<u>Critères d'acceptation</u> Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucune interruption de courant de 1 µs ou plus. Résistance de contact: 50 mΩ au plus, Apparence et forme: Aucun dommage physique <u>Conditions d'essai</u> Fréquence: 10 Hz à 500 Hz Durée de balayage: 20 min. Amplitude: 1,52 mm ou 98 m/s² 2 heures dans chacun des 3 axes (6 h au total)
Câbles	Spécification
Câble connectable	Câble plat II
^a Le branchement et le débranchement des connecteurs ne sont pas admissibles lorsque le réseau est sous tension. ^b Voir la Figure 108 pour le courant de déclassement. ^c Ceci inclut la résistance entre connecteurs autodénudants et fils ainsi que la résistance de contact entre fiches et prises jack. Voir 8.4.3. ^d Pour une prise jack montée sur une carte de circuit imprimé, le condensateur peut être monté sur le circuit imprimé d'un port maître ou d'un port esclave. Voir 5.7.3 et 5.7.4 ainsi que la Figure 116.	

Figure 112 – Fiche de connecteur plat II (informative)Figure 113 – Prise jack de connecteur plat II (informative)

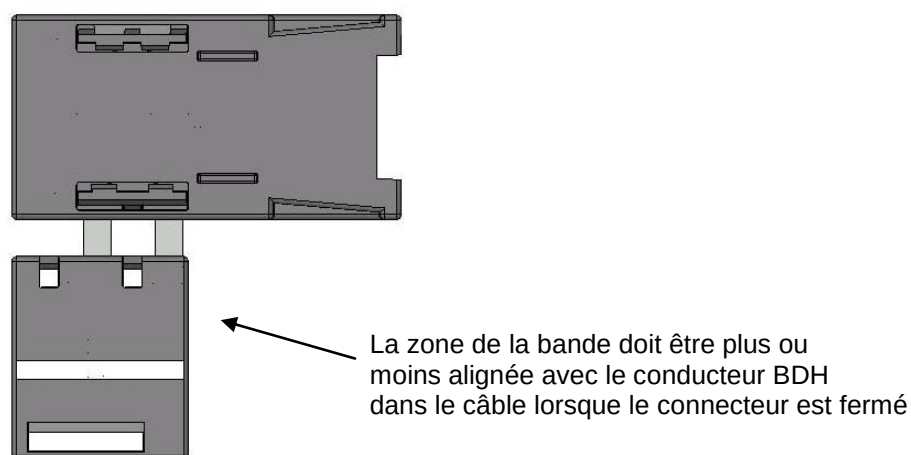


Figure 114 – Marquage de connecteur pour lignes principales

Le connecteur de ligne principale (prise jack de type connecteur plat II) doit être marqué de manière à faire correspondre la zone de la bande définie pour le câble plat II. Voir 8.2.6.

8.4.8 Profil de connecteur scellé M12

Le Tableau 139 définit le profil d'un connecteur scellé M12. La configuration des broches et la géométrie sont définies à la Figure 115.

Tableau 139 – Spécification de connecteur scellé M12

Caractéristiques générales des fiches	Spécification
Nombre de broches	4
Ecrou d'accouplement	Mâle
Filetage de l'écrou d'accouplement	M12
Rotation	Exigée
Norme	CEI 61076-2-101
Configuration de broches	BDH: Broche 1, BS+: Broche 2, BS-: Broche 3, BDL-: Broche 4
Caractéristiques générales des prises jack	Spécification
Nombre de broches	4
Ecrou d'accouplement	Femelle
Filetage de l'écrou d'accouplement	M12
Rotation	Facultative
Norme	CEI 61076-2-101
Configuration de broches	BDH: Broche 1, BS+: Broche 2, BS-: Broche 3, BDL-: Broche 4
Caractéristiques physiques	Spécification
Contacts frottants Exigences de placage	30 micropouces minimum d'or sur 50 micropouces minimum de nickel ou 5 micropouces minimum d'or sur 20 micropouces minimum de palladium-nickel sur 50 micropouces de nickel. L'or doit être de 24 carats
Endurance minimale des contacts frottants	1 000 insertion-extractions
Caractéristiques électriques	Spécification
Tension minimale de fonctionnement	30 V c.c.
Courant assigné minimal de contact	3 A, à une température ambiante de 20 °C

Résistance de contact maximale	1 mΩ (nominale) 5 mΩ sur toute la durée de vie
Caractéristiques environnementales	Spécification
Résistance à l'eau	IP67 (conformément à la CEI 60529)
Résistance à l'huile	UL-1277, HUILE RES2
Température ambiante de fonctionnement	-35 °C à +70 °C
Température de stockage	-35 °C à +80° C
Chocs mécaniques	CEI 61076-2-101
Vibrations	CEI 61076-2-101
Câbles	Spécification
Câble connectable	Câble rond II

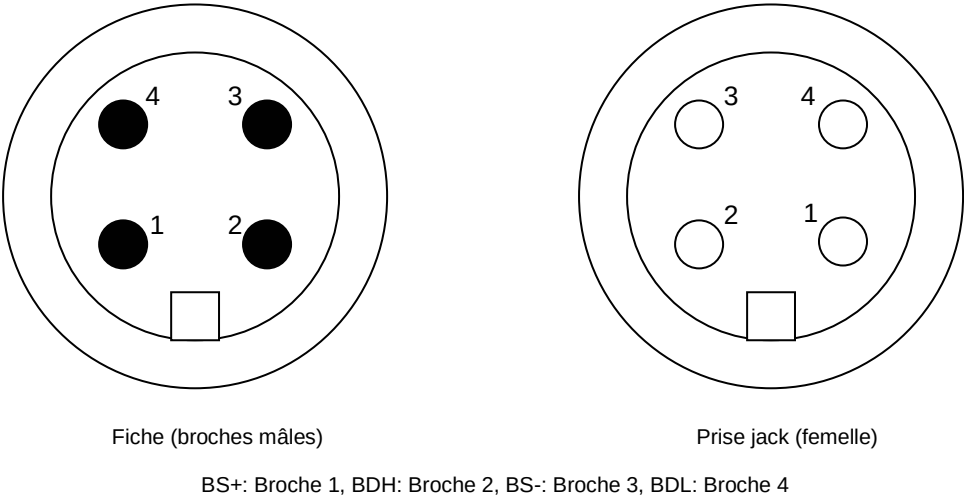


Figure 115 – Configuration de broches de connecteur M12

8.5 Implémentation de l'alimentation des stations

8.5.1 Généralités

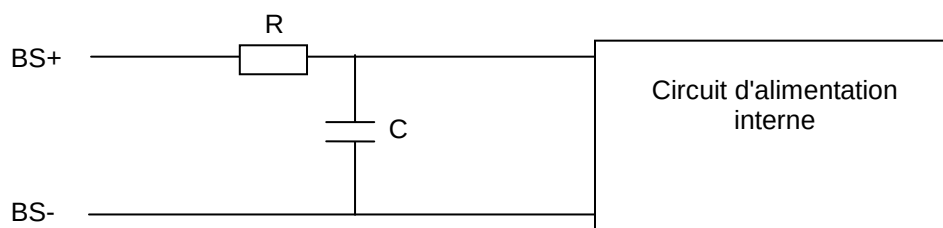
Les appareils sont capables de tirer leur alimentation du réseau en utilisant cette implémentation.

Si les conducteurs BS+ et BS- de l'appareil sont connectés aux lignes d'alimentation réseau, un condensateur de 0,01 µF doit être branché, comme illustré à la Figure 116.

Les appareils peuvent être alimentés à partir du réseau. Un esclave peut utiliser une résistance de limitation du courant connecté en série avec BS+ comme illustré à la Figure 116.

8.5.2 Exigences applicables à la connexion d'alimentation d'une station

Toutes les conceptions de stations doivent inclure le circuit décrit à la Figure 116.



- R Ce composant est soit un fusible, soit une résistance; dans tous les cas, sa valeur ne doit pas dépasser 10 Ω
- C 0,01 $\mu\text{F} \pm 10 \%$, Rapport de variation de température $\pm 15 \%$ (température de fonctionnement de la minimale à la maximale), résistance en tension d'au moins 50 V c.c.

Figure 116 – Circuits d'alimentation des liaisons

8.5.3 Exigences applicables aux stations desservies par les alimentations du réseau

CompoNet n'impose pas de restrictions en ce qui concerne la consommation de courant de stations particulières alimentées par un réseau. Cependant, les exigences suivantes doivent être prises en compte.

Le transfert de courant total sur un segment donné ne doit pas dépasser la capacité du câble.

Le courant total utilisé par un segment donné ne doit pas dépasser la capacité d'alimentation du réseau.

Plage de fonctionnement de stations alimentées par un réseau: 14 V c.c. à 26,4 V c.c.

Chaque station doit disposer d'une réserve d'au moins 2 ms pour assurer la protection contre les interruptions totales ou les pertes d'alimentation de courte durée qui pourraient être dues à des court-circuits temporaires de tension c.c.

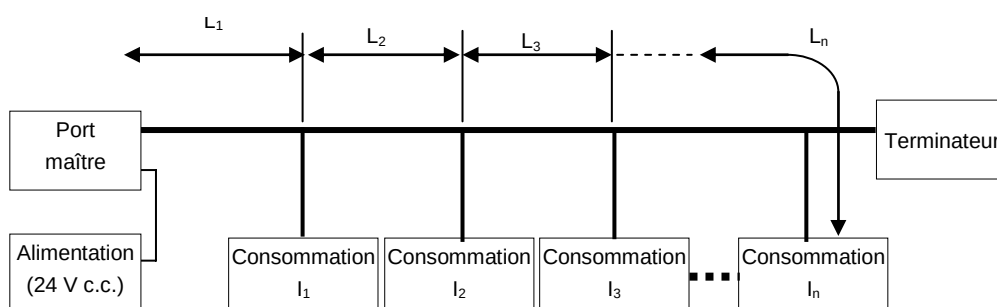


Figure 117 – Chute de tension sur un câble donné

Il convient que la chute de tension pour une station n soit inférieure à (24 V c.c. à 14 V c.c.); voir la Figure 117:

$$\{(I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n) \times R_1 \times L_1 \times 2 + (I_2 + I_3 + \dots + I_n) R_2 \times L_2 \times 2 + (I_3 + \dots + I_n) \times R_3 \times L_3 \times 2 + \dots + (I_n \times R_n \times L_n \times 2)\} < 10$$

où

R est la résistance en courant continu du câble;

L est la longueur du câble;

I est le courant consommé par la station.

La conception des stations alimentées par le réseau doit inclure des dispositifs de limitation du courant d'appel, une protection contre les erreurs de câblage et une capacité d'interruption totale de 2 ms. Un exemple d'implémentation est fourni à la Figure 118.

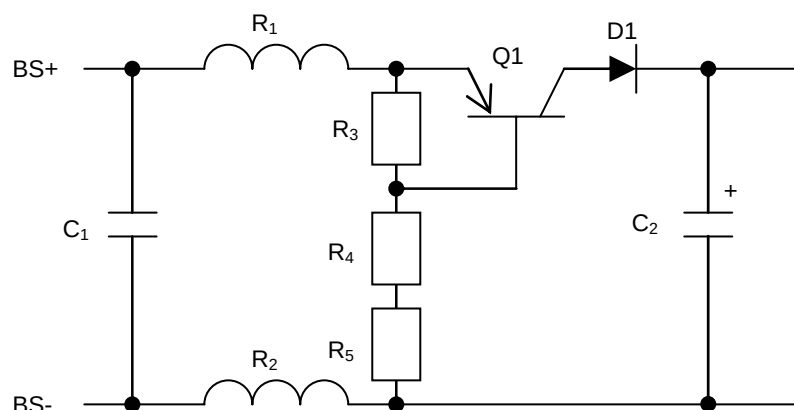


Figure 118 – Conception de l'alimentation d'une station (informative)

8.6 Protection contre les erreurs de câblage

Les appareils doivent pouvoir résister à une erreur de connexion sans subir aucun dommage, comme par exemple lorsque les conducteurs BS+ et BS- sont inversés.

Voir les spécifications d'essai en 9.2.2.

8.7 Compatibilité électromagnétique (CEM)

8.7.1 Généralités

Tous les essais d'immunité et d'émission sont des essais de type qui doivent être conduits dans des conditions représentatives, sur le plan opérationnel et sur le plan environnemental, en utilisant les pratiques de câblage recommandées et en incluant tout l'équipement nécessaire à la communication et au transfert des données sur le câble CompoNet (voir les spécifications d'essai en 9.2.8).

8.7.2 Immunité

8.7.2.1 Critères de performances

Les résultats d'essai sont spécifiés à l'aide des critères de performances suivants:

- critère A: il n'est admis aucune dégradation des performances au-delà des limites spécifiées lorsque l'appareil est utilisé dans les conditions prévues;
- critère B: il n'est admis aucune modification de l'état de fonctionnement réel ou des données enregistrées. Au cours de l'essai, une dégradation des performances est admise. Il n'est admis aucune dégradation des performances ou perte de fonction au-delà des limites spécifiées, une fois l'essai terminé et l'appareil étant utilisé dans les conditions prévues.

8.7.2.2 Immunité aux décharges électrostatiques (ESD)

Conformément à la CEI 61000-4-2, 10 décharges de chaque polarité doivent être appliquées comme suit:

- une tension d'essai de ± 8 kV doit être appliquée par la méthode de décharge dans l'air à des enveloppes d'appareil non métalliques;
- une tension d'essai de ± 4 kV doit être appliquée par la méthode de décharge de contact à des enveloppes d'appareil métalliques.

Le critère B de performance s'applique.

8.7.2.3 Immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

Conforme à la CEI 61000-4-3:

- 10 V/m sur la gamme de fréquences de 80 MHz à 1 000 MHz, modulés en amplitude.

Le critère A de performance s'applique.

8.7.2.4 Immunité aux transitoires électriques rapides en salves

Conforme à la CEI 61000-4-4:

- une tension d'essai maximale de ± 1 kV à 5 kHz doit être appliquée aux câbles qui contiennent le support de communication CDI;
- une tension d'essai maximale de ± 2 kV à 5 kHz doit être appliquée à tous les autres câbles et ports.

Le critère B de performance s'applique.

8.7.2.5 Immunité aux ondes de choc

Conforme à la CEI 61000-4-5:

- cinq ondes de choc de ± 2 kV maximum doivent être appliquées entre la ligne du réseau d'alimentation en courant alternatif et la terre;
- cinq ondes de choc de ± 1 kV maximum doivent être appliquées entre les lignes du réseau d'alimentation en courant alternatif.

Le critère B de performance s'applique.

8.7.2.6 Immunité aux perturbations conduites aux fréquences radioélectriques

Conforme à la CEI 61000-4-6:

- 10 V efficace sur la gamme de fréquences de 150 kHz à 80 MHz, modulés en amplitude.

Le critère A de performance s'applique.

8.7.2.7 Creux et interruptions de tension

La conformité de l'alimentation aux limites spécifiées en 5.7.11.1 rend inutile tout essai supplémentaire.

8.7.3 Emissions

8.7.3.1 Emissions rayonnées

Cet essai doit être effectué conformément à la CISPR 11, groupe 1, classe A.

8.7.3.2 Emissions conduites

Cet essai doit être effectué conformément à la CISPR 11, groupe 1, classe A.

9 Essais

9.1 Généralités

Le présent article spécifie les essais de type pour la conformité aux exigences électriques, mécaniques et logiques. Les essais sont divisés en trois parties:

- essais électriques,
- essais mécaniques, et
- essais logiques.

NOTE Si les spécifications de CompoNet sont appliquées comme faisant partie intégrante d'un produit donné, certains essais logiques peuvent dépendre du comportement du produit proprement dit. La conformité d'un appareil à la présente partie de la norme ne signifie pas nécessairement la conformité aux exigences du système ou à d'autres normes d'applications comprenant CompoNet. Les essais portant sur des applications spécifiques de fonctions CompoNet ne sont pas couverts par la présente partie de la norme.

Les essais applicables à un matériel en essai (EUT) spécifique doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

9.2 Essais électriques

9.2.1 Essai de la tension de fonctionnement d'un port esclave

9.2.1.1 Objectif de l'essai

Les essais suivants ont pour objectif de vérifier le fonctionnement correct du port esclave à la gamme spécifiée de tension d'alimentation. L'essai est uniquement applicable aux appareils munis d'un voyant MS.

9.2.1.2 Circuit d'essai

Le circuit d'essai doit être tel qu'illustré à la Figure 119.

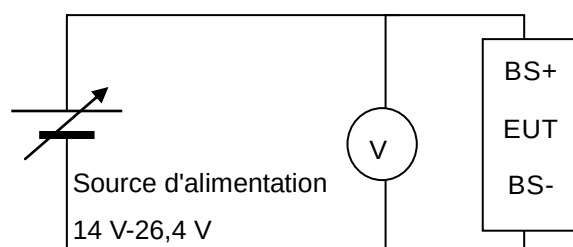


Figure 119 – Circuit d'essai de la tension de fonctionnement

9.2.1.3 Mode opératoire d'essai

L'EUT doit être alimenté à 14,0 V et l'indication correcte des voyants DEL doit être confirmée. L'EUT doit ensuite être alimenté à 26,4 V et l'indication correcte des voyants DEL doit être confirmée.

9.2.1.4 Critères de conformité

Le voyant à DEL d'état de module (MS) doit s'allumer au vert fixe.

9.2.2 Connexion inversée de la ligne d'alimentation

9.2.2.1 Objectif de l'essai

L'objectif de cet essai est de vérifier la conformité aux exigences de protection contre l'inversion de polarité de l'alimentation à un port esclave donné.

9.2.2.2 Circuit d'essai

Le circuit d'essai doit être tel qu'illustré à la Figure 120.

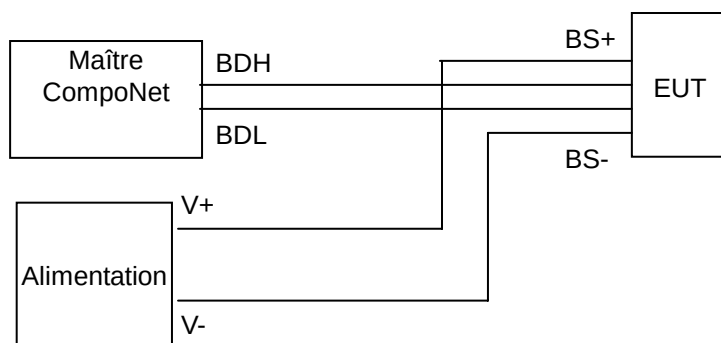


Figure 120 – Connexion inversée de la ligne d'alimentation

9.2.2.3 Mode opératoire d'essai

La borne BS+ de l'EUT doit être connectée au V- de l'alimentation et la borne BS- de l'EUT doit être connectée au V+ de l'alimentation pendant 60 s, puis ramenée à l'état normal.

9.2.2.4 Critères de conformité

Lorsque le câblage est de nouveau normalement connecté, la communication correcte entre l'appareil et le maître doit être vérifiée.

9.2.3 Coupure momentanée de l'alimentation

9.2.3.1 Objectif de l'essai

L'objectif de cet essai est de vérifier la conformité aux exigences de protection contre les coupures momentanées d'alimentation.

9.2.3.2 Circuit d'essai

Le circuit d'essai doit être tel qu'illustré à la Figure 120.

9.2.3.3 Mode opératoire d'essai

En communication normale entre le maître et l'EUT, l'alimentation doit être mise hors tension pendant 2 ms.

9.2.3.4 Critères de conformité

Une coupure momentanée d'alimentation ne doit entraîner aucune erreur de communication.

9.2.4 Isolation

9.2.4.1 Objectif de l'essai

L'objectif de cet essai est de vérifier la conformité aux exigences d'isolation de la station.

9.2.4.2 Circuit d'essai

Le circuit d'essai doit être tel qu'illustré à la Figure 121.

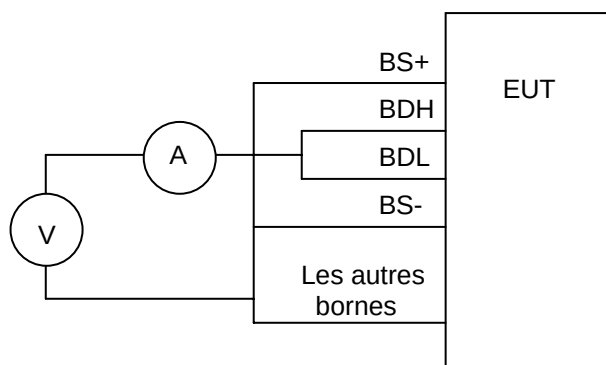


Figure 121 – Isolation

9.2.4.3 Mode opératoire d'essai

Les bornes BDH et BDL doivent être shuntées. Une alimentation de 500 V c.a. (50 Hz ou 60 Hz) doit être appliquée pendant 1 min entre ces deux bornes et d'autres bornes afin de vérifier les éventuelles fuites de courant.

9.2.4.4 Critères de conformité

Le courant de fuite ne doit pas dépasser 5 mA.

9.2.5 Impédance d'entrée

9.2.5.1 Objectif de l'essai

L'objectif de cet essai est de vérifier la conformité à la spécification relative à l'impédance d'entrée de la couche physique.

9.2.5.2 Circuit d'essai

Le circuit d'essai doit être tel qu'illustré à la Figure 122.

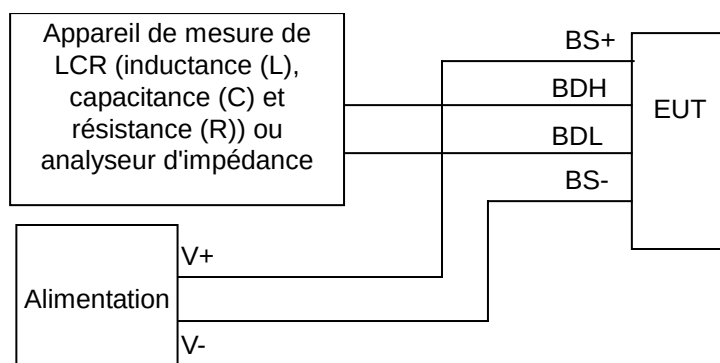


Figure 122 – Impédance d'entrée

9.2.5.3 Mode opératoire d'essai

L'EUT doit être mis sous tension et l'impédance doit être mesurée à des fréquences de 750 kHz et 4 MHz.

9.2.5.4 Critères de conformité

La valeur de l'impédance d'entrée, à chaque port de couche physique, doit correspondre à la valeur normalisée définie dans le Tableau 140 pour le maître et dans le Tableau 141 pour l'esclave.

Tableau 140 – Impédance d'entrée pour le maître

Fréquence	Impédance
750 kHz	140 Ω à 164 Ω
4 MHz	116 Ω à 135 Ω

Tableau 141 – Impédance d'entrée pour l'esclave

Fréquence	Impédance
750 kHz	847 Ω à 985 Ω
4 MHz	476 Ω à 555 Ω

9.2.6 Forme d'onde de sortie

9.2.6.1 Objectif de l'essai

L'objectif de cet essai est de vérifier la conformité à la spécification relative à la forme d'onde d'émission au niveau d'une station donnée.

9.2.6.2 Circuit d'essai

Le circuit d'essai doit être tel qu'illustré à la Figure 64 pour le port maître.

Le circuit d'essai doit être tel qu'illustré à la Figure 123 pour le port esclave.

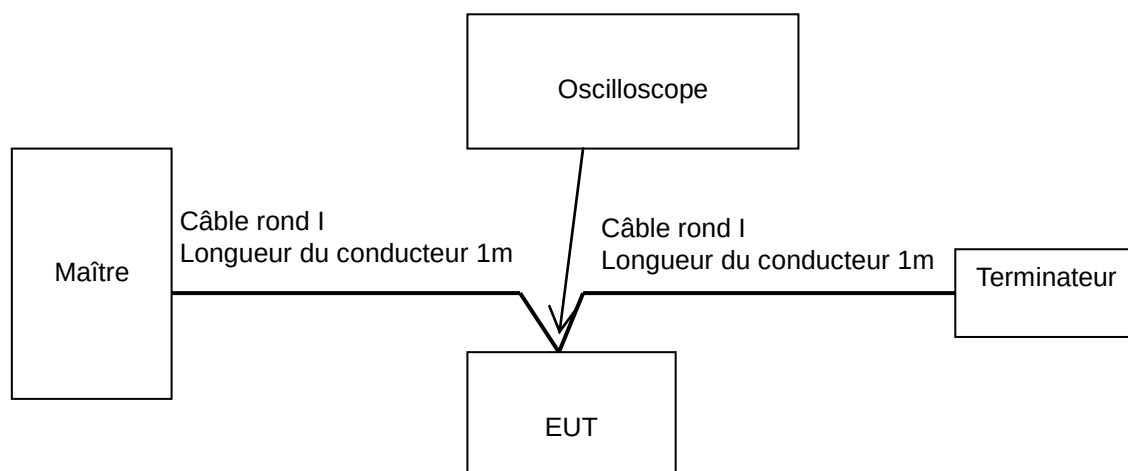


Figure 123 – Circuit d'essai du port esclave d'un esclave de données de sortie

9.2.6.3 Mode opératoire d'essai

La forme d'onde entre le BDH et le BDL de l'EUT doit être enregistrée au moyen d'un oscilloscope. L'essai doit être effectué à deux débits: 4 Mbit/s et 92,75 kbit/s.

9.2.6.4 Critères de conformité

Les formes d'onde mesurées doivent être conformes aux exigences présentées en 5.7.3.4.1 pour le port maître et en 5.7.4.4.1 pour le port esclave.

9.2.7 Forme d'onde d'entrée minimale

9.2.7.1 Objectif de l'essai

L'objectif de cet essai est de vérifier la conformité à la spécification du signal de réception pour un port maître et un port esclave.

9.2.7.2 Circuit d'essai

Le circuit d'essai doit être tel qu'illustré à la Figure 124 pour les ports maîtres et les ports esclaves.

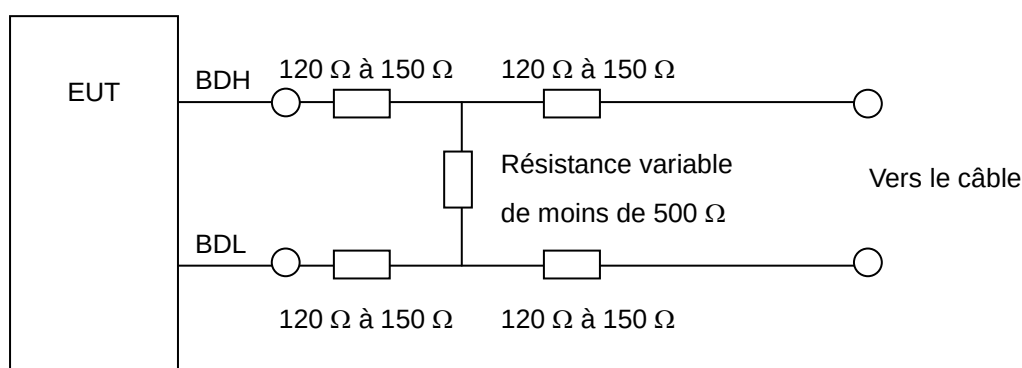


Figure 124 – Circuit d'essai de forme d'onde d'entrée minimale

9.2.7.3 Mode opératoire d'essai

Le débit de données doit être de 4 Mbit/s. La résistance variable doit être réglée de façon à ce que les signaux de transmission qui entrent dans l'EUT soient conformes à ceux présentés à la Figure 125.

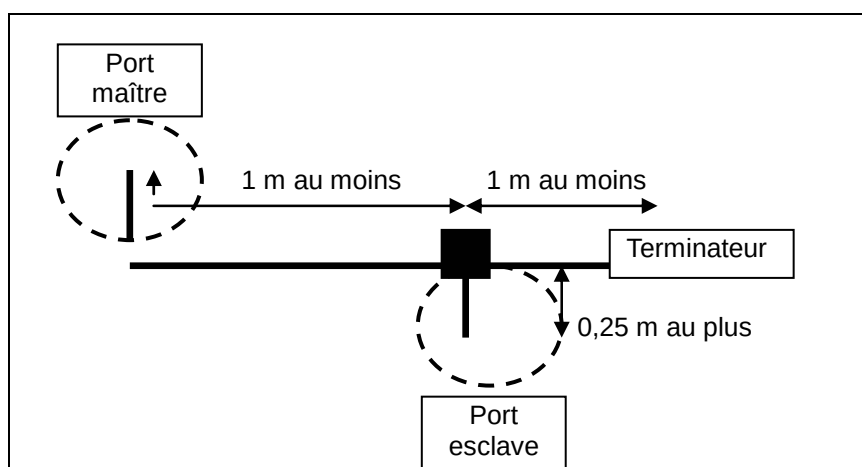


Figure 125 – Système d'essai de forme d'onde d'entrée minimale

9.2.7.4 Critères de conformité

Une communication normale doit être maintenue pour toutes les formes d'onde dans les limites des masques spécifiés.

9.2.8 Essais de compatibilité électromagnétique

9.2.8.1 Généralités

Le système doit être soumis aux essais en fonctionnement en débit de données maximal admis par l'EUT. Sauf indication contraire, les essais doivent être réalisés à une température ambiante de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. L'EUT doit être monté à l'air libre et doit être connecté à la CDI CompoNet conformément aux instructions du fabricant et alimenté à sa tension assignée.

Les critères de conformité doivent être tels qu'indiqués dans les spécifications énumérées.

9.2.8.2 Immunité

9.2.8.2.1 Immunité aux décharges électrostatiques (ESD)

Cet essai doit être effectué conformément au 8.7.2.2.

9.2.8.2.2 Immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

Cet essai doit être effectué conformément au 8.7.2.3.

9.2.8.2.3 Immunité aux transitoires électriques rapides en salves

Cet essai doit être effectué conformément au 8.7.2.4.

9.2.8.2.4 Immunité aux ondes de choc

Cet essai doit être effectué conformément au 8.7.2.5.

9.2.8.2.5 Immunité aux perturbations conduites aux fréquences radioélectriques

Cet essai doit être effectué conformément au 8.7.2.6

9.2.8.3 Emissions

9.2.8.3.1 Emissions rayonnées

Cet essai doit être effectué conformément au 8.7.3.1.

9.2.8.3.2 Emissions conduites

Cet essai doit être effectué conformément au 8.7.3.2.

9.3 Essai mécanique

Aucun essai exigé au titre du présent paragraphe.

9.4 Essai logique

9.4.1 Généralités

Les essais logiques doivent être effectués uniquement sur des stations qui acceptent la fonctionnalité objet de l'essai.

9.4.2 Essais portant sur des esclaves et des répéteurs

9.4.2.1 Généralités

Le présent paragraphe fournit des entités, méthodes et critères du protocole d'essai portant sur les stations cibles suivantes: esclaves de données d'entrée (IN) en mode « mots », esclaves de données de sortie (OUT) en mode « mots », esclaves de données d'entrée (IN) en mode « bits », esclaves de données de sortie (OUT) en mode « bits » et répéteurs. Aux fins de l'essai, un esclave MIX est considéré être un esclave IN (de données d'entrée). La station cible est également appelée Appareil en essai (DUT)²⁹.

9.4.2.2 Configuration du système

Le matériel d'essai doit comprendre:

- un maître CompoNet qui permet l'émission manuelle des trames et l'enregistrement des réponses, et
- une alimentation en 24 V c.c.

L'adresse de la station cible doit être réglée à 31.

NOTE Cette sélection d'adresse a pour but de s'assurer que le domaine temporel est correct – la station répond par une trame CN au 4ème cycle de bus si elle est ciblée avec un réglage de 8 trames CN par cycle de bus, au 2ème cycle de bus si le réglage est de 16 trames CN et enfin à la position de trame CN de chaque cycle de bus si ce réglage est de 32 trames CN.

La configuration d'essai est telle qu'illustrée à la Figure 126.

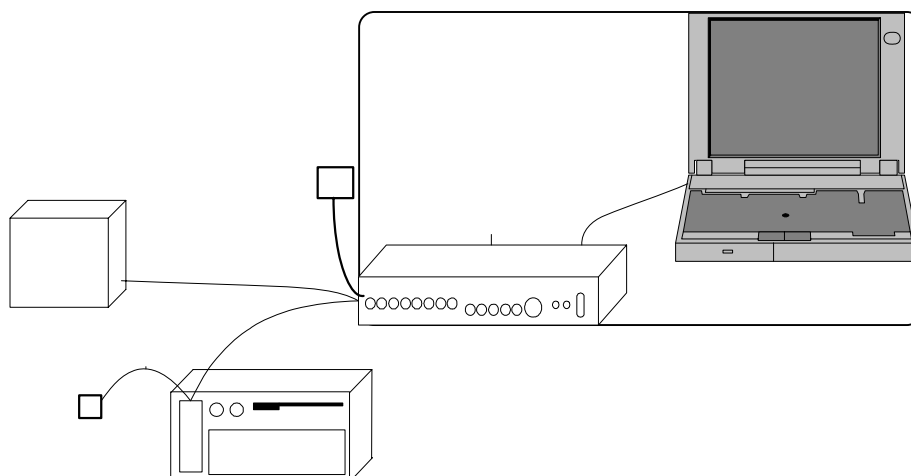


Figure 126 – Essai de liaison de données pour un DUT esclave et répéteur

Sauf indication contraire, cet essai doit être effectué à un débit de données de 4 Mbit/s.

²⁹ DUT = Device under test.

9.4.2.3 Essai portant sur les types de trames

9.4.2.3.1 BEACON

9.4.2.3.1.1 Objectif de l'essai

Cet essai a pour but de vérifier une détection correcte de la vitesse de transmission à 4 Mbit/s, 3 Mbit/s, 1,5 Mbit/s et 93,75 kbit/s.

9.4.2.3.1.2 Mode opératoire d'essai

Le maître doit être configuré pour rechercher un DUT et vérifier qu'il est à l'état de fonctionnement normal. Cet essai doit être réalisé dans l'ordre suivant:

- recherche d'un DUT à l'état de « non participation »;
- envoi de STRNP;
- envoi de STWNP_Run;
- envoi de ALLOCATE (Attribuer);
- envoi de poll (interrogation); et
- dans chaque cas, vérification de la réponse.

Ce jeu d'essais doit être effectué à des vitesses de transmission de 4 Mbit/s, 3 Mbit/s, 1,5 Mbit/s et 93,75 kbit/s.

9.4.2.3.1.3 Critères de conformité

Le DUT doit communiquer avec le maître sans erreur et la réponse correcte doit être reçue.

9.4.2.3.2 B_EVENT

9.4.2.3.2.1 Objectif de l'essai

Cet essai a pour but de vérifier les réponses correctes de STR et de STW.

9.4.2.3.2.2 Mode opératoire d'essai

Les opérations suivantes doivent être effectuées et la réponse correspondante doit être enregistrée.

- a) STRNP doit être envoyée au DUT lorsqu'il est à l'"état hors ligne".
- b) STWNP doit être envoyée au DUT lorsqu'il est à l'"état hors ligne".
- c) STRP doit être envoyée au DUT lorsqu'il est à l'"état en ligne".
- d) STWP doit être envoyée au DUT lorsqu'il est à l'"état en ligne".
- e) STRNP doit être envoyée au DUT lorsqu'il est à l'"état en ligne".
- f) STWNP doit être envoyée au DUT lorsqu'il est à l'"état en ligne".
- g) STRP doit être envoyée au DUT lorsqu'il est à l'"état hors ligne".
- h) STWP doit être envoyée au DUT lorsqu'il est à l'"état hors ligne".
- i) STWP_Reset doit être envoyée au DUT lorsqu'il est à l'"état en ligne".
- j) STWNP_Reset doit être envoyée au DUT lorsqu'il est à l'"état hors ligne".

9.4.2.3.2.3 Critères de conformité

Les étapes d'essai réalisées conformément au 9.4.2.3.2.2 doivent respectivement satisfaire aux critères suivants.

- a) Les données de réponse STRNP doivent être correctes pour ce qui concerne les champs VendorCode, DeviceType, InIoModeStatus, OutIoModeStatus, ProductCode et MajorRevision. Si le DUT est un répéteur, RepeaterMode doit être à 1. Dans le cas contraire, il doit être à 0.
- b) La commande STWNP doit être acquittée.
- c) La commande STRP doit être acquittée.
- d) La commande STWP doit être acquittée.
- e) La commande STRNP ne doit pas être acquittée.
- f) La commande STWNP ne doit pas être acquittée.
- g) La commande STRP ne doit pas être acquittée.
- h) La commande STWP ne doit pas être acquittée.
- i) Le DUT doit être réinitialisé.
- j) Le DUT doit être réinitialisé.

9.4.2.3.3 A_EVENT

Cet essai est inclus dans d'autres essais. Aucun essai individuel n'est ici exigé.

9.4.2.3.4 CN

9.4.2.3.4.1 Objectif de l'essai

Cet essai vérifie la fonction de vérification de duplication d'adresse du DUT.

9.4.2.3.4.2 Mode opératoire d'essai

Le maître doit être en recherche d'un DUT à l'état de non participation sans émettre une quelconque STR.

9.4.2.3.4.3 Critères de conformité

Le DUT doit passer à l'état Défaut de communication.

9.4.2.3.5 IN

9.4.2.3.5.1 Objectif de l'essai

Cet essai doit être réalisé pour un DUT qui comprend la fonction IN, c'est-à-dire pour des appareils IN/MIX en mode « mots » et des appareils IN/MIX en mode « bits ». Il a pour objectif de vérifier la temporisation des trames IN.

9.4.2.3.5.2 Mode opératoire d'essai

Le maître doit être configuré de manière à effectuer les essais sur un DUT à l'état de fonctionnement normal. La durée entre le début de l'émission d'une trame IN et la fin de la trame OUT ou TRG précédente doit être enregistrée.

9.4.2.3.5.3 Critères de conformité

La durée enregistrée doit correspondre, à 0,1% près, au domaine "InTimeDomain" dans STW.

9.4.2.4 Détection de duplication d'adresse MAC ID

9.4.2.4.1 Objectif de l'essai

L'essai a pour objectif de vérifier la fonction de détection de duplication d'adresse d'un DUT.

9.4.2.4.2 Mode opératoire d'essai

Le maître doit être configuré de manière à émettre STWNP avec le paramètre "Serial Number = 0xFFFFFFFF". Cet essai doit être réalisé dans l'ordre suivant:

- recherche d'un DUT à l'état de « non participation »;
- envoi de STRNP;
- envoi de STWNP_Run avec le paramètre "Serial Number = 0xFFFFFFFF"; et
- vérification du DUT.

9.4.2.4.3 Critères de conformité

Le DUT doit être à l'état de Défaut de communication.

9.4.3 Essai relatif au maître

9.4.3.1 Essai du trafic minimal

9.4.3.1.1 Objet

Cet essai vérifie qu'un DUT maître est capable d'envoyer des trames BEACON et des trames OUT ou TRG pour initialiser la communication avec des esclaves et des répéteurs connectés.

9.4.3.1.2 Configuration d'essai

Le matériel d'essai doit comprendre:

- un analyseur de trame pour capturer des trames au fil de l'eau, et
- une alimentation en 24 V c.c.

La Figure 127 illustre la configuration d'essai utilisée pour vérifier le trafic minimal d'un DUT maître.

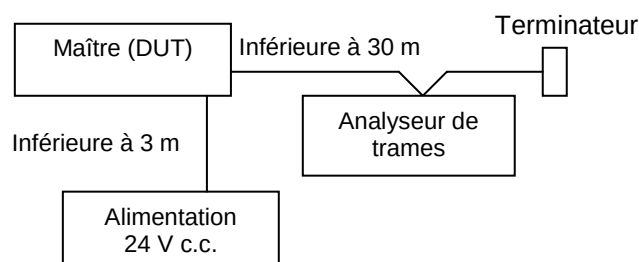


Figure 127 – Configuration d'essai de trafic minimal d'un DUT maître

9.4.3.1.3 Mode opératoire d'essai

L'essai doit être réalisé dans l'ordre suivant:

- configuration du réseau comme illustré à la Figure 127;
- lancement de tout logiciel de l'analyseur nécessaire au montage d'essai;
- démarrage de la capture du trafic réseau;
- mise sous tension du maître;
- démarrage de la communication par le DUT;
- arrêt du processus de capture après capture d'environ 10 s de trafic réseau à compter du moment où le DUT commence à envoyer des trames ou une fois remplie la mémoire tampon de l'analyseur; et

g) vérification des trames capturées en fonction de critères établis.

9.4.3.1.4 Critères de conformité

L'essai effectué conformément au 9.4.3.1.3 doit satisfaire, respectivement, aux critères suivants:

- au moins une trame doit être émise toutes les 30 ms.
- au moins une trame BEACON doit être émise toutes les 250 ms.
- le « Code de vitesse » dans la trame BEACON doit correspondre au débit de données, le « Nombre de portes » doit être à 0 et « l'adresse de station du dernier répéteur » doit être de 0.
- il y a des trames OUT et TRG pour demander des trames CN à des stations à l'état de « non participation ».
- les trames OUT et TRG doivent être envoyées au moins une fois toutes les 650 ms lorsque la vitesse de transmission est de 93,75 kbit/s et au moins une fois toutes les 200 ms pour les autres vitesses.

9.4.3.2 Essai relatif au mandataire

9.4.3.2.1 Objet

Cet essai vérifie la fonction mandataire d'un DUT maître.

9.4.3.2.2 Configuration d'essai

Le matériel d'essai doit comprendre:

- un appareil particulier désigné comme étant « Esclave spécial 1 » à la Figure 128, capable d'envoyer des messages explicites à d'autres esclaves,
- un esclave standard, et
- une alimentation en 24 V c.c.

La Figure 128 illustre la configuration d'essai permettant de visualiser le trafic minimal d'un DUT maître.

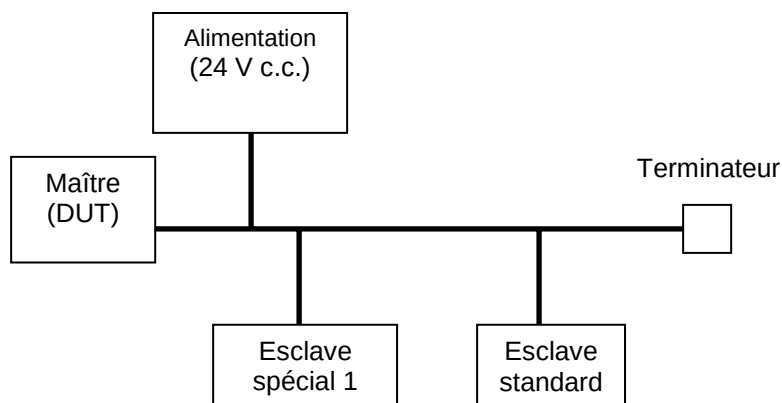


Figure 128 – Configuration d'essai d'un mandataire de DUT maître

9.4.3.2.3 Mode opératoire d'essai

L'essai doit être réalisé dans l'ordre suivant:

- a) configuration du réseau conformément à la Figure 128;
- b) création de connexions E/S entre DUT et esclaves.
- c) émission par l'esclave spécial 1 d'une requête explicite adressée à l'esclave standard;
- d) vérification de la réponse reçue par l'esclave spécial 1.

9.4.3.2.4 Critères de conformité

L'esclave spécial 1 doit recevoir une réponse de message explicite envoyée par l'esclave standard.

Annexe A (normative)

Services communs CompoNet

CompoNet doit utiliser des services communs CIP (voir CEI 61158-5-2, 6.2.1.3 et CEI 61158-6-2, 4.1.8).

A l'heure actuelle, il n'y a pas de services communs supplémentaires dans CompoNet.

Annexe B (normative)

Codes d'erreurs CompoNet

B.1 Généralités

CompoNet doit utiliser des codes d'erreurs définis dans CIP (voir CEI 61158-5-2, 6.2.1.3.3 et CEI 61158-6-2, 4.1.11) ainsi que ceux définis ci-après.

B.2 Codes d'erreurs supplémentaires

Les codes d'erreurs supplémentaires sont définis dans le Tableau B.1.

Tableau B.1 – Codes d'erreurs CompoNet nouvellement définis

Code d'erreur (hex)	Nom de l'erreur	Description de l'erreur
23	Dépassement de capacité de la mémoire tampon	Le message reçu est plus grand que la capacité de traitement du tampon de réception. L'ensemble du message a été rejeté.
24	Erreur de format du message	Le format du message reçu n'est pas pris en charge par le serveur.

Annexe C (normative)

Définition de l'attribut « chemin d'accès de connexion »

CompoNet doit utiliser les définitions de chemin d'accès de connexion du CIP (voir CEI 61158-6-2, 4.1.9).

A l'heure actuelle, il n'existe aucune définition d'attribut de chemin d'accès de connexion supplémentaire dans CompoNet.

Annexe D (normative)

Spécification et codage des types de données

D.1 Généralités

CompoNet doit utiliser la définition de spécification et de codage des types de données CIP qui est donnée à l'Article 5 de la CEI 61158-5-2, et au 4.2 ainsi qu'à l'Article 5 de la CEI 61158-6-2.

Des informations supplémentaires sont présentées ci-après.

D.2 Algorithmes de CRC CompoNet

D.2.1 Algorithmes de CRC CompoNet

Les sous-programmes C++ ci-après génèrent des CRC16 et des CRC8 par la méthode polynomiale.

EXEMPLE

```
CRCH crc;

unsigned short CRC_CCITT= ~crc.crc_ccitt(data,bitsize);

unsigned char CRC8= ~crc.crc_8(data,bitsize);
```

Définition de classe de génération de CRC:

```
class CRCH
{
private:

    // CRC-CCITT(CRC-ANSI)
    // Left shift (LSB -> MSB)
    unsigned short crc_ccitt_word(unsigned short crc, unsigned char dat, int bit_len)
    {
        int j, flg;

        if(bit_len <= 0) {
            return crc;
        } else if(bit_len > 8) {
            bit_len = 8;
        }

        // 8bit repeating
        for (j = 0; j < bit_len; ++j) {
```

```

    // check, then left-shift
    flg = ((crc >> 15) ^ (dat & 1)); // CRC's MSB XORs dat's LSB.

    crc <<= 1; // 1bit shift

    dat >>= 1;

    if(flг) { // Need a logic operation?
        crc ^= 0x1021; // CRC-CCITT
    }
}

return crc;
}

```

```

// CRC-8

// Left shift (LSB -> MSB)

unsigned char crc_8_byte(unsigned char crc, unsigned char dat, int bit_len)
{
    int j, flg;

    if(bit_len <= 0) {
        return crc;
    } else if(bit_len > 8) {
        bit_len = 8;
    }

    // 8bit repeating operation
    for (j = 0; j < bit_len; ++j) {
        // Check MSB, then left shift;

        flg = (((crc>>7) ^ dat) & 0x1); // CRC's MSB XORs dat's LSB

        crc <<= 1; // 1bit shift

        dat >>= 1;

        if(flг) { // Need a logic operation?
            crc ^= 0x9b; // CRC-8
        }
    }

    return crc;
}

```

public:

```

// CRC-CCITT(CRC-ANSI)
//   Left shift (LSB -> MSB)
unsigned short crc_ccitt(unsigned char *data, int bit_len)
{
    int i, len;
    unsigned short crc;

    // Initial value
    crc = 0xffff;

    len = bit_len >> 3;

    for(i = 0; i < len; ++i) {        // Get a octet
        crc = crc_ccitt_word(crc, *(data+i), 8);
    }

    crc = crc_ccitt_word(crc, *(data+i), bit_len & 0x0007);

    return crc;
}

// CRC-8
//   Left shift (LSB -> MSB)
unsigned char crc_8(unsigned char *data, int bit_len)
{
    int i, len;
    unsigned char  crc;

    // Initial value
    crc = 0xff;

    len = bit_len >> 3;

    for(i = 0; i < len; ++i) {
        // Get 1 octet
        crc = crc_8_byte(crc, *(data+i), 8);
    }

    crc = crc_8_byte(crc, *(data+i), bit_len & 0x0007);

    return crc;
}
};

```

D.2.2 Exemple de génération d'un CompoNet

La Figure D.1 illustre un exemple de génération de CRC pour des trames OUT.

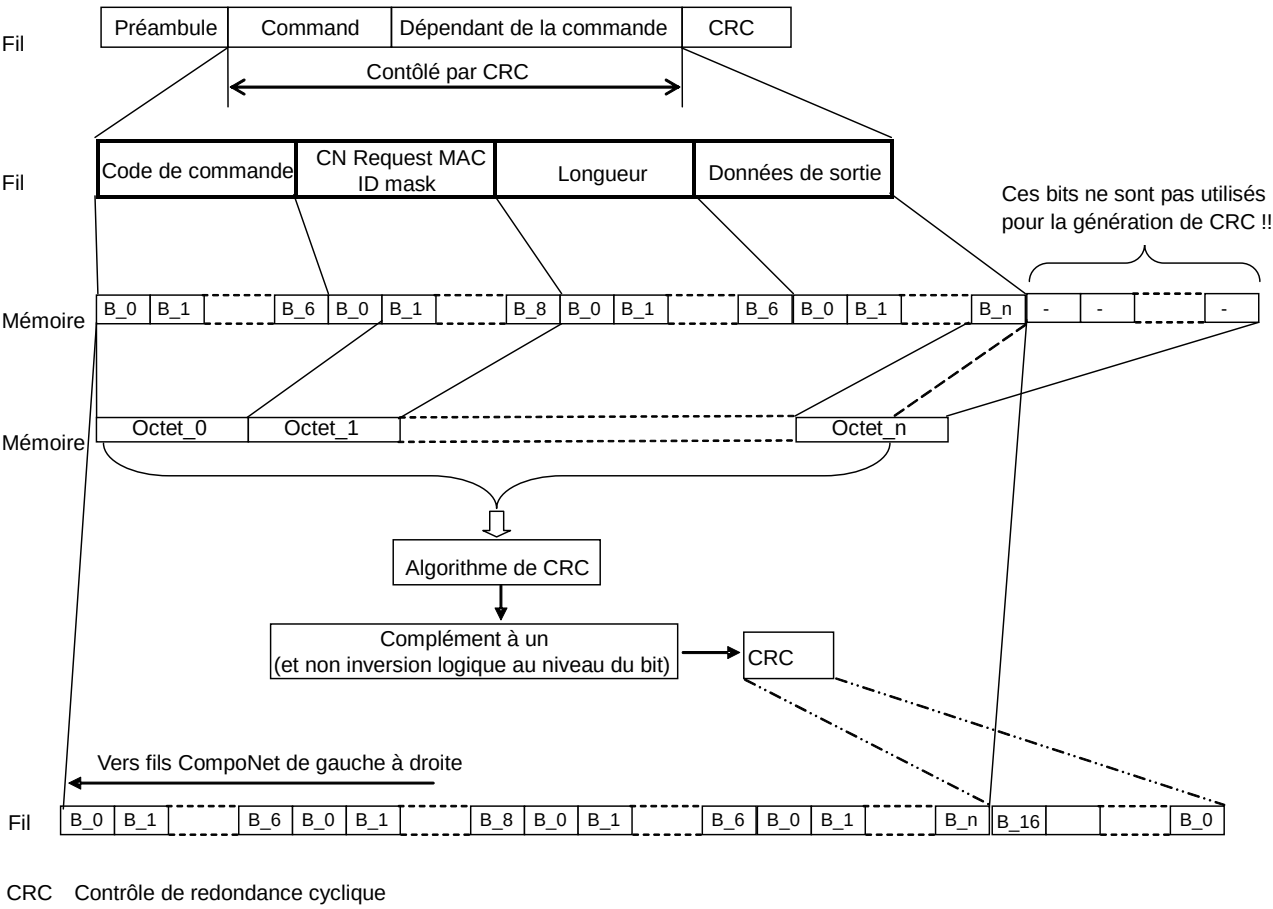


Figure D.1 – Exemple de génération de CRC

Annexe E (normative)

Bibliothèque d'objets de communication

L'objet Liaison et l'objet Répéteur CompoNet sont pleinement définis en 5.3.5 et 5.3.6 respectivement.

D'autres codes de classes d'objet ainsi que leurs désignations sont spécifiés au 4.1.10.2.1 de la CEI 61158-6-2.

Annexe F (normative)

Plages de valeurs

CompoNet doit utiliser les plages de valeurs définies au 4.1.10 de la CEI 61158-6-2. Par ailleurs, les plages d'adresses MAC ID et stations sont définies dans le Tableau F.1.

Tableau F.1 – Plages d'adresses MAC ID et stations

Catégorie d'appareil	Adresse de station	MAC ID
Maître	0 uniquement	0x1C0 (448)
Mot IN	0 - 0x3F	0x0-0x3F (0-63)
Mot OUT	0 - 0x3F	0x40-0x7F (64-127)
Mot MIX	0 - 0x3F	0x0-0x3F (0-63)
Bit IN	0 - 0x7F	0x80-0xFF (128-255)
Bit OUT	0 - 0x7F	0x100-0x17F (256-383)
Bit MIX	0 - 0x7F	0x80-0xFF (128-255)
Répéteur	0 - 0x3F	0x180-0x1BF (384-447)
NOTE Les appareils MIX et IN partagent la même plage de MAC ID.		

Annexe G (normative)

Domaine temporel CN par défaut

La présente annexe fournit des informations supplémentaires concernant le domaine temporel CN par défaut.

Le domaine temporel CN par défaut dépend du code de contrôle contenu dans les trames BEACON. Il est calculé au moyen des algorithmes présentés en 5.6.3. Les valeurs arrondies obtenues à partir de ces calculs sont données dans le Tableau G.1, le Tableau G.2, le Tableau G.3 et le Tableau G.4. Toutes les stations doivent satisfaire aux valeurs données dans ces tableaux.

L'unité de domaine temporel CN est la marque.

**Tableau G.1 – Tableau de domaines temporels CN
par défaut pour un débit de données de 4 Mbit/s**

Code de contrôle	Adresse de station	1 ^{er} segment	2 ^{ème} segment	3 ^{ème} segment
0	0+4*n	170	106	42
	1+4*n	286	222	158
	2+4*n	402	338	274
	3+4*n	518	454	390
1	0+8*n	170	106	42
	1+8*n	286	222	158
	2+8*n	402	338	274
	3+8*n	518	454	390
	4+8*n	634	570	506
	5+8*n	750	686	622
	6+8*n	866	802	738
2	7+8*n	982	918	854
	0+16*n	170	106	42
	1+16*n	286	222	158
	2+16*n	402	338	274
	3+16*n	518	454	390
	4+16*n	634	570	506
	5+16*n	750	686	622
	6+16*n	866	802	738
	7+16*n	982	918	854
	8+16*n	1 099	1 035	971
	9+16*n	1 216	1 152	1 088
	10+16*n	1 333	1 269	1 205
	11+16*n	1 450	1 386	1 322
	12+16*n	1 567	1 503	1 439
	13+16*n	1 684	1 620	1 556
	14+16*n	1 801	1 737	1 673
	15+16*n	1 918	1 854	1 790

**Tableau G.2 – Tableau de domaines temporels CN
par défaut pour un débit de données de 3 Mbit/s**

Code de contrôle	Adresse de station	1 ^{er} segment	2 ^{ème} segment	3 ^{ème} segment
0	0+4*n	170	106	42
	1+4*n	286	222	158
	2+4*n	402	338	274
	3+4*n	518	454	390
1	0+8*n	170	106	42
	1+8*n	286	222	158
	2+8*n	402	338	274
	3+8*n	518	454	390
	4+8*n	634	570	506
	5+8*n	750	686	622
	6+8*n	866	802	738
	7+8*n	982	918	854
2	0+16*n	170	106	42
	1+16*n	286	222	158
	2+16*n	402	338	274
	3+16*n	518	454	390
	4+16*n	634	570	506
	5+16*n	750	686	622
	6+16*n	866	802	738
	7+16*n	982	918	854
	8+16*n	1 099	1 035	971
	9+16*n	1 216	1 152	1 088
	10+16*n	1 333	1 269	1 205
	11+16*n	1 450	1 386	1 322
	12+16*n	1 567	1 503	1 439
	13+16*n	1 684	1 620	1 556
	14+16*n	1 801	1 737	1 673
	15+16*n	1 918	1 854	1 790

**Tableau G.3 – Tableau de domaines temporels CN
par défaut pour un débit de données de 1,5 Mbit/s**

Code de contrôle	Adresse de station	1 ^{er} segment	2 ^{ème} segment	3 ^{ème} segment
0	0+4*n	170	106	42
	1+4*n	304	240	176
	2+4*n	438	374	310
	3+4*n	572	508	444
1	0+8*n	170	106	42
	1+8*n	304	240	176
	2+8*n	438	374	310
	3+8*n	572	508	444
	4+8*n	706	642	578
	5+8*n	840	776	712
	6+8*n	974	910	846
	7+8*n	1 109	1 045	981
2	0+16*n	170	106	42
	1+16*n	304	240	176
	2+16*n	438	374	310
	3+16*n	572	508	444
	4+16*n	706	642	578
	5+16*n	840	776	712
	6+16*n	974	910	846
	7+16*n	1 109	1 045	981
	8+16*n	1 244	1 180	1 116
	9+16*n	1 379	1 315	1 251
	10+16*n	1 514	1 450	1 386
	11+16*n	1 649	1 585	1 521
	12+16*n	1 784	1 720	1 656
	13+16*n	1 919	1 855	1 791
	14+16*n	2 055	1 991	1 927
	15+16*n	2 191	2 127	2 063

**Tableau G.4 – Tableau de domaines temporels CN
par défaut pour un débit de données de 93,75 kbit/s**

Code de contrôle	Adresse de station	1 ^{er} segment	2 ^{ème} segment	3 ^{ème} segment
0	0+4*n	170	106	42
	1+4*n	280	216	152
	2+4*n	390	326	262
	3+4*n	500	436	372
1	0+8*n	170	106	42
	1+8*n	280	216	152
	2+8*n	390	326	262
	3+8*n	500	436	372
	4+8*n	610	546	482
	5+8*n	720	656	592
	6+8*n	830	766	702
	7+8*n	940	876	812
2	0+16*n	170	106	42
	1+16*n	280	216	152
	2+16*n	390	326	262
	3+16*n	500	436	372
	4+16*n	610	546	482
	5+16*n	720	656	592
	6+16*n	830	766	702
	7+16*n	940	876	812
	8+16*n	1 051	987	923
	9+16*n	1 162	1 098	1 034
	10+16*n	1 273	1 209	1 145
	11+16*n	1 384	1 320	1 256
	12+16*n	1 495	1 431	1 367
	13+16*n	1 606	1 542	1 478
	14+16*n	1 717	1 653	1 589
	15+16*n	1 828	1 764	1 700

Bibliographie

- [1] CEI 61000-4-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*
 - [2] CEI 61158 (toutes les parties), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications* (disponible en anglais seulement)
 - [3] CEI 62026-3:2008, *Appareillage à basse tension – Interfaces appareil de commande-appareil (CDI) – Partie 3: DeviceNet*
 - [4] TIA/EIA-485-A:1998, *Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems* (disponible en anglais seulement)
-

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