

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Industrial networks – Profiles –

**Part 2-3: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 3**

Réseaux industriels – Profils –

**Partie 2-3: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps
réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 3**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Industrial networks – Profiles –

**Part 2-3: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 3**

Réseaux industriels – Profils –

**Partie 2-3: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps
réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 3**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 35.100.20; 35.240.50

ISBN 978-2-8322-6692-2

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

CONTENTS

FOREWORD.....	8
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms, definitions, abbreviated terms, acronyms, symbols and conventions	13
3.1 Terms and definitions.....	13
3.2 Abbreviated terms and acronyms	13
3.3 Symbols.....	15
3.4 Conventions.....	16
4 CPF 3 (PROFIBUS & PROFINET) – RTE communication profiles	16
4.1 General.....	16
4.2 Common	20
4.2.1 Administrative numbers	20
4.2.2 Node Classes	21
4.2.3 Application classes	25
4.2.4 Communication classes	31
4.2.5 Void.....	36
4.2.6 Protocol and timing parameters	36
4.2.7 Media redundancy classes.....	50
4.2.8 Media classes.....	52
4.2.9 Records.....	52
4.2.10 Communication feature list	62
4.3 Conformance class behaviors.....	63
4.3.1 General	63
4.3.2 IO controller, IO device, IO supervisor and Network Management Entity	64
4.3.3 End station component	65
4.3.4 Bridge component.....	74
4.3.5 Network components	80
4.3.6 Interconnect	81
4.4 Profile 3/4	82
4.4.1 Physical layer	82
4.4.2 Data link layer	82
4.4.3 Application layer.....	83
4.4.4 Performance indicator selection.....	92
4.5 Profile 3/5	99
4.5.1 Physical layer	99
4.5.2 Data link layer	99
4.5.3 Application layer.....	100
4.5.4 Performance indicator selection.....	108
4.6 Profile 3/6	110
4.6.1 Physical layer	110
4.6.2 Data link layer	110
4.6.3 Application layer.....	110
4.6.4 Performance indicator selection.....	118
4.7 Profile 3/7	122
4.7.1 Physical layer	122
4.7.2 Data link layer	122

4.7.3	Application layer	122
4.7.4	Performance indicator selection	130
4.8	Additional information	133
Annex A (informative) CPF 3 (PROFINET) – Performance Indicator calculation		134
A.1	Application Scenario	134
A.2	Structural examples used for calculation	134
A.2.1	CP 3/4	134
A.2.2	CP 3/5	136
A.2.3	CP 3/6	137
A.2.4	CP 3/7	143
A.3	Principles used for calculation	143
A.3.1	General	143
A.3.2	Stack traversal time	143
A.3.3	Bridge structure	143
Bibliography		146
Figure 1 – Conformance class model		17
Figure 2 – End station and bridge systems		17
Figure 3 – Bridge as network component		18
Figure 4 – End station with wireless		18
Figure 5 – Network component with wireless		19
Figure 6 – Hierarchical conformance class model		19
Figure 7 – Hierarchical conformance class model – with integrated bridge component		20
Figure 8 – Hierarchical conformance class model – network component		20
Figure 9 – Example of network topology using CP 3/4, CP 3/5, and CP 3/6 components		81
Figure 10 – Example of network topology using CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 and CP 3/7 components		82
Figure 11 – Example of network topology with wireless segment		85
Figure 12 – Calculation basis for delivery time and throughput RTE		95
Figure A.1 – CP 3/4: Example of line structure		134
Figure A.2 – CP 3/4: Example of ring structure		135
Figure A.3 – CP 3/4: Example of a wireless segment		135
Figure A.4 – CP 3/4: Example of an integrated wireless client		136
Figure A.5 – CP 3/5: Example of line structure		136
Figure A.6 – CP 3/5: Example of ring structure		137
Figure A.7 – CP 3/6: Example of line structure		138
Figure A.8 – CP 3/6: Example of line structure		139
Figure A.9 – CP 3/6: Example of ring structure		140
Figure A.10 – CP 3/6: Example of tree structure		141
Figure A.11 – CP 3/6: Example of comb structure		142
Figure A.12 – CP 3/6: Example of comb structure (optional)		143
Figure A.13 – Definition of bridge delay		144
Table 1 – CPF 3 symbols		15
Table 2 – Administrative numbers assignment		21

Table 3 – Node Classes and assigned Traffic Classes	22
Table 4 – Maximum diagnosis data for one submodule	22
Table 5 – Maximum storage delay.....	23
Table 6 – Reporting system minimum storage size.....	23
Table 7 – Reporting system storage.....	23
Table 8 – Reporting system Timeouts	24
Table 9 – Maximum storage delay.....	25
Table 10 – NME requirements.....	25
Table 11 – Application classes applicable in conformance classes for IO device and IO controller	26
Table 12 – Application classes applicable in conformance classes for network components	26
Table 13 – Application class "isochronous application" AL service selection	26
Table 14 – Application class "isochronous application" AL protocol selection component.....	27
Table 15 – Application class "high availability" AL service selection	27
Table 16 – Application class "high availability" AL protocol selection component	27
Table 17 – Basis application class for "process automation"	28
Table 18 – Application class "process automation" AL service selection	28
Table 19 – Application class "process automation" AL protocol selection component	28
Table 20 – Application class "High performance" features supported	29
Table 21 – Application class "High performance" parameter values	29
Table 22 – Application class "Controller to Controller" features supported	29
Table 23 – Application class "Functional safety" features supported by IO device	30
Table 24 – Application class "Functional safety" features supported by IO controller.....	30
Table 25 – Application class "Energy saving" AL service selection.....	31
Table 26 – Application class "Energy saving" features supported by IO device	31
Table 27 – Application class "Energy saving" features supported by IO controller	31
Table 28 – Communication classes applicable in conformance classes.....	32
Table 29 – Communication performance parameters	32
Table 30 – FrameSendOffset deviation for RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP	33
Table 31 – FrameSendOffset deviation for RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP certification.....	33
Table 32 – FrameSendOffset deviation factors – SendListControl	34
Table 33 – FrameSendOffset deviation factors – PHY	34
Table 34 – FrameSendOffset deviation	34
Table 35 – Minimum FrameSendOffset	35
Table 36 – FrameSendOffset deviation	35
Table 37 – Parameters for RT_CLASS_3 bridges.....	35
Table 38 – PTCP control loop	36
Table 39 – IEEE Std 802.1AS-2020 control loop	36
Table 40 – Maximum frame size.....	36
Table 41 – IP layer parameters for IO controller.....	37
Table 42 – IP layer parameters for IO device	37

Table 43 – Timeout values for name resolution	37
Table 44 – Values for hello request deviation.....	37
Table 45 – DCP Identify responder resources	38
Table 46 – DCP access control.....	38
Table 47 – DCP Identify pruning support.....	38
Table 48 – Maximum time values for MRP for 10 Mbit/s and for ≥ 100 Mbit/s	38
Table 49 – Maximum packet size for MRP	39
Table 50 – Maximum time values for PTCP.....	39
Table 51 – Precision of timers used for PTCP.....	39
Table 52 – Maximum time values	40
Table 53 – Maximum deviation values for Global Time.....	40
Table 54 – Maximum deviation values for Working Clock	40
Table 55 – Maximum time values for LLDP	41
Table 56 – Required RPC resources	42
Table 57 – Required RPCActivityUUID resources	42
Table 58 – Number of ImplicitARs	42
Table 59 – RTA Timeout deviation	42
Table 60 – Required receive resources	43
Table 61 – Number of LogBookData entries	43
Table 62 – Recommended out of the box default	43
Table 63 – CIMSNMPAdjust.....	43
Table 64 – Community name, default values.....	44
Table 65 – SNMP timeout values	44
Table 66 – MIB objects update time values	44
Table 67 – DHCP client.....	44
Table 68 – High Availability times	45
Table 69 – Address parameter.....	45
Table 70 – AR Parameters.....	46
Table 71 – PDEV parameters.....	47
Table 72 – Reaction time for an IO device	48
Table 73 – Data Hold Time deviation	49
Table 74 – Expected PHY delay.....	50
Table 75 – Expected Bridge delay.....	50
Table 76 – Media redundancy class applicable in conformance classes	51
Table 77 – Media redundancy – additional forwarding rules	51
Table 78 – Media redundancy startup mode.....	52
Table 79 – Version controlled "Read Record".....	52
Table 80 – Index (user specific).....	53
Table 81 – Index (subslot specific).....	53
Table 82 – Index (slot specific)	56
Table 83 – Index (AR specific)	57
Table 84 – Index (API specific)	58
Table 85 – Index (device specific).....	59

Table 86 – PDPortDataAdjust (sub blocks)	61
Table 87 – PDPortDataCheck (sub blocks)	62
Table 88 – Communication feature list	62
Table 89 – IO controller, IO device, IO supervisor and Network Management Entity.....	63
Table 90 – Network Component	64
Table 91 – Conformance class behaviors	64
Table 92 – Node classes	65
Table 93 – Link speed dependent local injection per Ethernet interface	65
Table 94 – SNMP feature selection	66
Table 95 – IETF RFC 1213-MIB (MIB-2) objects	67
Table 96 – LLDP-MIB objects – range 1	67
Table 97 – LLDP-MIB objects – range 2	68
Table 98 – LLDP-MIB objects – range 3	68
Table 99 – LLDP-EXT-PNO-MIB objects – range 1	69
Table 100 – LLDP-EXT-PNO-MIB objects – range 2	69
Table 101 – LLDP-EXT-DOT3-MIB objects – range 1	69
Table 102 – LLDP-EXT-DOT3-MIB objects – range 2	69
Table 103 – IEEE 802.1Q-BRIDGE-MIB objects	70
Table 104 – NETCONF feature selection	70
Table 105 – IEEE Std 802.3-2018 feature selection	71
Table 106 – IEEE Std 802.1Q-2018 feature selection	71
Table 107 – Node classes for bridge	74
Table 108 – Supported concurrent Link Speed for bridges	74
Table 109 – IEEE Std 802.1Q-2018 bridge components for Conformance Class D	74
Table 110 – IEC 61784-5-3 feature selection	75
Table 111 – IEC 62439-2 feature selection	75
Table 112 – Buffering capacity per port	76
Table 113 – Special case: Buffering capacity for eight and more ports	76
Table 114 – IEEE Std 802.1AB-2016 feature selection	77
Table 115 – IEEE Std 802.1AS-2020 feature selection	77
Table 116 – IEEE Std 802.1CB-2017 feature selection	78
Table 117 – IEEE Std 802.1Q-2018 feature selection	79
Table 118 – Cut through feature selection	80
Table 119 – Wireless feature selection	80
Table 120 – Node classes for network component	80
Table 121 – Conformance class constraints – wireline	81
Table 122 – Conformance class constraints – wireless	81
Table 123 – CP 3/4: AL service selection for an IO device	83
Table 124 – CP 3/4: Additional AL service selection for an IO controller	86
Table 125 – CP 3/4: Additional AL service selection for an IO supervisor	86
Table 126 – CP 3/4: AL protocol selection for an IO device	87
Table 127 – CP 3/4: AL protocol selection for an IO controller	89
Table 128 – CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 and CP 3/7: performance indicator overview	92

Table 129 – CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 and CP 3/7: performance indicator dependency matrix	93
Table 130 – Media Redundancy Manager (MRM) parameters	96
Table 131 – Media Redundancy Client (MRC) parameters	97
Table 132 – Media redundancy Interconnection Manager (MIM) parameters	97
Table 133 – Media redundancy Interconnection Client (MIC) parameters	97
Table 134 – CP 3/4: Consistent set of PI for MinDeviceInterval=128 ms	98
Table 135 – CP 3/4: Assumed values for consistent set of PI calculation	99
Table 136 – CP 3/5: AL service selection for an IO device	100
Table 137 – CP 3/5: Additional AL service selection for an IO controller	102
Table 138 – CP 3/5: Additional AL service selection for an IO supervisor	102
Table 139 – CP 3/5: AL protocol selection for an IO device	103
Table 140 – CP 3/5: AL protocol selection for an IO controller	105
Table 141 – CP 3/5: Consistent set of PI for MinDeviceInterval=128 ms	108
Table 142 – CP 3/5: Assumed values for consistent set of PI calculation	109
Table 143 – CP 3/6: AL service selection for an IO device	110
Table 144 – CP 3/6: Additional AL service selection for an IO controller	112
Table 145 – CP 3/6: AL protocol selection for an IO device	113
Table 146 – CP 3/6: AL protocol selection for an IO controller	116
Table 147 – CP 3/6: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 1 ms and NumberOfSwitches = 20	119
Table 148 – CP 3/6: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 1 ms and NumberOfSwitches = 63	119
Table 149 – CP 3/6: Assumed values for consistent set of PI calculation	120
Table 150 – CP 3/6: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 31,25 µs and NumberOfSwitches = 10	121
Table 151 – CP 3/6: Assumed values for consistent set of PI calculation	121
Table 152 – CP 3/7: AL service selection for an IO device	122
Table 153 – CP 3/7: Additional AL service selection for an IO controller	124
Table 154 – CP 3/7: AL protocol selection for an IO device	125
Table 155 – CP 3/7: AL protocol selection for an IO controller	127
Table 156 – CP 3/7: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 1 ms and NumberOfSwitches = 20	130
Table 157 – CP 3/7: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 1 ms and NumberOfSwitches = 63	131
Table 158 – CP 3/7: Assumed values for consistent set of PI calculation	131
Table 159 – CP 3/7: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 31,25 µs and NumberOfSwitches = 10	132
Table 160 – CP 3/7: Assumed values for consistent set of PI calculation	133

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL NETWORKS – PROFILES –

Part 2-3: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 3

FOREWORD

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

Attention is drawn to the fact that the use of some of the associated protocol types is restricted by their intellectual-property-right holders. In all cases, the commitment to limited release of intellectual-property-rights made by the holders of those rights permits a layer protocol type to be used with other layer protocols of the same type, or in other type combinations explicitly authorized by their respective intellectual property right holders.

NOTE Combinations of protocol types are specified in the IEC 61784-1 series and the IEC 61784-2 series.

IEC 61784-2-3 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation. It is an International Standard.

This first edition, together with the other parts of the same series, cancels and replaces the fourth edition of IEC 61784-2 published in 2019. This first edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC 61784-2:2019:

- a) split of the original IEC 61784-2 into several subparts, one subpart for the material of a generic nature, and one subpart for each Communication Profile Family specified in the original document;
- b) addition of new profile CP 3/7;
- c) update of the requirements for all conformance classes;
- d) updated timing requirements for IO devices;
- e) refining the added application classes.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
65C/1209/FDIS	65C/1237/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts of the IEC 61784-2 series, published under the general title *Industrial networks – Profiles – Part 2: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document 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

The IEC 61784-2 series provides additional Communication Profiles (CP) to the existing Communication Profile Families (CPF) of the IEC 61784-1 series and additional CPFs with one or more CPs. These profiles meet the industrial automation market objective of identifying Real-Time Ethernet (RTE) communication networks coexisting with ISO/IEC/IEEE 8802-3 – commonly known as Ethernet. These RTE communication networks use provisions of ISO/IEC/IEEE 8802-3 for the lower communication stack layers and additionally provide more predictable and reliable real-time data transfer and means for support of precise synchronization of automation equipment.

More specifically, these profiles help to correctly state the compliance of RTE communication networks with ISO/IEC/IEEE 8802-3, and to avoid the spreading of divergent implementations.

Adoption of Ethernet technology for industrial communication between controllers and even for communication with field devices promotes the use of Internet technologies in the field area. This availability would be unacceptable if it causes the loss of features required in the field area for industrial communication automation networks, such as:

- real-time,
- synchronized actions between field devices like drives,
- efficient, frequent exchange of very small data records.

These new RTE profiles can take advantage of the improvements of Ethernet networks in terms of transmission bandwidth and network span.

Another implicit but essential requirement is that the typical Ethernet communication capabilities, as used in the office world, are fully retained, so that the software involved remains applicable.

The market is in need of several network solutions, each with different performance characteristics and functional capabilities, matching the diverse application requirements. RTE performance indicators, whose values will be provided with RTE devices based on communication profiles specified in the IEC 61784-2 series, enable the user to match network devices with application-dependent performance requirements of an RTE network.

INDUSTRIAL NETWORKS – PROFILES –

Part 2-3: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 3

1 Scope

This part of IEC 61784-2 defines extensions of Communication Profile Family 3 (CPF 3) for Real-Time Ethernet (RTE). CPF 3 specifies a set of Real-Time Ethernet (RTE) communication profiles (CPs) and related network components based on the IEC 61158 series (Type 10), ISO/IEC/IEEE 8802-3 and other standards.

For each RTE communication profile, this document also specifies the relevant RTE performance indicators and the dependencies between these RTE performance indicators.

NOTE 1 All CPs are based on standards or draft standards or International Standards published by the IEC or on standards or International Standards established by other standards bodies or open standards processes.

NOTE 2 The RTE communication profiles use ISO/IEC/IEEE 8802-3 communication networks and its related network components and in some cases amend those standards to obtain RTE features.

NOTE 3 Some CPs of CPF 3 are specified in IEC 61784-1-3.

2 Normative references

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

NOTE All parts of the IEC 61158 series, as well as the IEC 61784-1 series and the IEC 61784-2 series, are maintained simultaneously. Cross-references to these documents within the text therefore refer to the editions as dated in this list of normative references.

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

IEC 61158-5-10:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-10: Application layer service definition – Type 10 elements*

IEC 61158-6-10:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-10: Application layer protocol specification – Type 10 elements*

IEC 61784-1-3:2023, *Industrial networks – Profiles – Part 1-3: Fieldbus profiles – Communication Profile Family 3*

IEC 61784-2-0:2023, *Industrial networks – Profiles – Part 2-0: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 – General concepts and terminology*

IEC 61784-3-3:2021, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-3: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 3*

IEC 61784-5-3:2018, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-3: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 3*

IEC 62439-2:2021, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 2: Media Redundancy Protocol (MRP)*

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

ISO/IEC 9834-8:2014, *Information technology – Procedures for the operation of object identifier registration authorities – Part 8: Generation of universally unique identifiers (UUIDs) and their use in object identifiers*

ISO 15745-4:2003/Amd. 1:2006, *Industrial automation systems and integration – Open systems application integration framework – Part 4: Reference description for Ethernet-based control systems – Amendment 1: PROFINET profiles*

IEEE Std 802-2014, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture*

IEEE Std 802.1AB-2016, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Station and Media Access Control Connectivity Discovery*

IEEE Std 802.1AS-2020, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications*

IEEE Std 802.1CB-2017, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Frame Replication and Elimination for Reliability*

IEEE Std 802.1Q-2018, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Bridges and Bridged Networks*

IEEE Std 802.3-2018, *IEEE Standard for Ethernet*

IEEE Std 802.11-2020, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*

IEEE Std 802.11n-2009, *IEEE Standard for Information technology – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications – Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput*

IEEE Std 802.15.1-2005, *IEEE Standard for Information technology – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 15.1a: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications for Wireless Personal Area Networks (WPAN)*

IETF RFC 768, J. Postel, *User Datagram Protocol*, August 1980, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc768> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 791, J. Postel, *Internet Protocol*, September 1981, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc791> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 792, J. Postel, *Internet Control Message Protocol*, September 1981, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc792> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 793, J. Postel, *Transmission Control Protocol*, September 1981, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc793> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 826, D. Plummer, *An Ethernet Address Resolution Protocol: Or Converting Network Protocol Addresses to 48.bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet Hardware*, November 1982, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc826> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 1034, P.V. Mockapetris, *Domain names – concepts and facilities*, November 1987, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1034> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 1157, J.D. Case, M. Fedor, M.L. Schoffstall, J. Davin, *Simple Network Management Protocol (SNMP)*, May 1990, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1157> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 1213, K. McCloghrie, M. Rose, *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*, March 1991, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1213> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 2131, R. Droms, *Dynamic Host Configuration Protocol*, March 1997, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2131> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 4836, E. Beili, *Definitions of Managed Objects for IEEE 802.3 Medium Attachment Units (MAUs)*, April 2007, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc4836> [viewed 2022-02-18]

The Open Group – Publication C706, *Technical standard DCE1.1: Remote Procedure Call*, available at www.opengroup.org/onlinepubs/9629399/toc.htm [viewed 2022-02-18]

Metro Ethernet Forum – MEF 10.4:2018, *Subscriber Ethernet Service Attributes*, available at <https://www.mef.net/resources/mef-10-4-subscriber-ethernet-services-attributes> [viewed 2022-02-18]

3 Terms, definitions, abbreviated terms, acronyms, symbols and conventions

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61784-2-0, ISO/IEC/IEEE 8802-3, IEEE Std 802-2014, IEEE Std 802.1AB-2016, IEEE Std 802.1AS-2020 and IEEE Std 802.1Q-2018 apply.

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

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

3.2 Abbreviated terms and acronyms

For the purposes of this document, abbreviated terms and acronyms defined in IEC 61784-2-0 and the following apply.

API	Application Process Identifier
AR	Application Relationship
ARP	Address Resolution Protocol (see IETF RFC 826)
ASE	Application Service Element
BMCA	Best Master Clock Algorithm
CBS	Committed Burst Size
CIM	Communication Interface Management

CIR	Committed Information Rate
CMDEV	Context Management Protocol Machine Device
CMSRL	Context Management System Redundancy Layer Device
CP	Communication Profile [according to IEC 61784-1-0]
CPF	Communication Profile Family [according to IEC 61784-1-0]
CR	Communication Relationship
CTLDINA	Context Management Discovery, IP and Name Assignment Protocol Machine
CTLSRL	Context Management System Redundancy Layer Controller
DCP	Discovery and basic Configuration Protocol (see IEC 61158-6-10)
DCPMCR	DCP Multicast Receiver Protocol Machine
DFP	Dynamic Frame Packing
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol (see IETF RFC 2131)
DNS	Domain Name Service (see IETF RFC 1034)
FDB	Filtering Data Base
FrameID	Frame Identifier (see IEC 61158-6-10)
FSO	FrameSendOffset
FSU	Fast StartUp
GMII	Gigabit Media Independent Interface
gPTP	generic Precision Time Protocol
GSD	General Station Description
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
ICMP	Internet Control Message Protocol (see IETF RFC 792)
IETF	Internet Engineering Task Force
IOCR	IO Communication Relation
IOD	Input Output Device
IP	Internet Protocol (see IETF RFC 791)
IPG	Inter Packet Gap
IRT	Isochronous Real Time Protocol
LLDP	Link Layer Discovery Protocol (see IEEE Std 802.1AB-2016)
MAC	Media Access Control
MAU	Medium Attachment Unit
MCR	Multicast Communication Relation
MDI	Media Dependent Interface
MIB	Management Information base
MII	Media Independent Interface
MRM	Media Redundancy Manager
MRP	Medium Redundancy Protocol (see IEC 62439-2)
MRPD	Media Redundancy with Planned Duplication of frames
n.a.	Not applicable
NME	Network Management Entity
NoS	Number of Switches
NRT	Non Real-Time
OID	Object Identifier (see IETF RFC 1157)

PDEV	Physical DEvice
PDU	Protocol Data Unit
PE	Path Entity
PHY	PHYsical layer entity sublayer (see ISO/IEC/IEEE 8802-3)
PI	Performance Indicator
PTCP	Precision Transparent Clock Protocol
PTP	Precision Time Protocol
RGMII	Reduced Gigabit Media Independent Interface
RMII	Reduced Media Independent Interface
RPC	Remote Procedure Call (see The Open Group – Publication C706)
RSO	Reporting System Observer
RSTP	Rapid Spanning Tree Algorithm and Protocol (see IEEE Std 802.1Q-2018)
RTA	Real Time Acyclic (protocol)
RTC	Real Time Cyclic (protocol)
RTE	Real-Time Ethernet
SDU	Service Data Unit
SNMP	Simple Network Management Protocol (see IETF RFC 1157)
Switch	Bridge (see IEEE Std 802.1Q-2018)
TAS	Time Aware Shaper
TCP	Transmission Control Protocol (see IETF RFC 793)
TLV	Type Length Value (coding rule)
UDP	User Datagram Protocol (see IETF RFC 768)
UUID	Universal Unique Identifier
VID	VLAN Identifier
VLAN	Virtual Local Area Network

3.3 Symbols

For the purposes of this document, symbols defined in IEC 61784-2-0 and Table 1 apply.

NOTE Definitions of symbols in this Subclause 3.3 do not use the italic font, as they are already identified as symbols.

Table 1 – CPF 3 symbols

Symbol	Definition	Unit
Cd	Cable delay (see attribute cable_delay in IEC 61158-5-10)	s
Cl _t	Total cable length	m
cta _R	Application cycle time of the Receiver	s
cta _S	Application cycle time of the Sender	s
ctc	Communication cycle time	s
Data	Complete Ethernet frame	octets
data_request	Requested RTE throughput	octets/s
data_RTE	Actual RTE throughput	octets/s
DT	Delivery time	s
endStations	Number of end stations	—
EthernetDataRate	Ethernet data rate of the network	Mbit/s

Symbol	Definition	Unit
MAC_delay	Delay on MAC layer	s
NonRTE	Percentage of non-RTE bandwidth	%
NoS	Number of switches	—
Od	Other delays, e. g. signal forwarding in a ring	s
Pd	Propagation delay	s
Phy_R_delay	PHY delay on receiver side	s
Phy_S_delay	PHY delay on sender side	s
protocolRTE	Percentage of protocol time	s
Queue_delay	Queue delay in a switch	s
RM	Time needed for management functions to support redundancy	s
RR	Attribute <i>Reduction Ratio</i> (see IEC 61158-5-10)	—
SCF	Attribute <i>Send Clock Factor</i> (see IEC 61158-5-10)	—
STTr	Receiver stack traversal time including PHY and MAC	s
STTs	Sender stack traversal time including PHY and MAC	s
Throughput_RTE	Throughput RTE	octets/s
Time_synchron_accuracy	Time synchronization accuracy	s
Tt	Transfer time	s

3.4 Conventions

For the purposes of this document, the conventions defined in IEC 61784-2-0 apply.

4 CPF 3 (PROFIBUS & PROFINET)¹ – RTE communication profiles

4.1 General

Communication Profile Family 3 (CPF 3) defines communication profiles using Type 3 and Type 10 of IEC 61158 series, which corresponds to parts of the communication systems commonly known as PROFIBUS and PROFINET. For PROFIBUS, CP 3/1 and CP 3/2 are specified in IEC 61784-1-3.

RTE specific PROFINET profiles are specified for four conformance classes named A, B, C and D shown in Figure 1. Compliance with a CP out of the CPF 3 is a prerequisite to conform to a conformance class (see Table 89 and Table 90). Those conformance classes require features out of the general classifications given in 4.2 and 4.3.

¹ PROFIBUS and PROFINET are trade names of the non-profit organization PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade names holder or any of its products. Compliance with this profile does not require use of the registered trade name. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

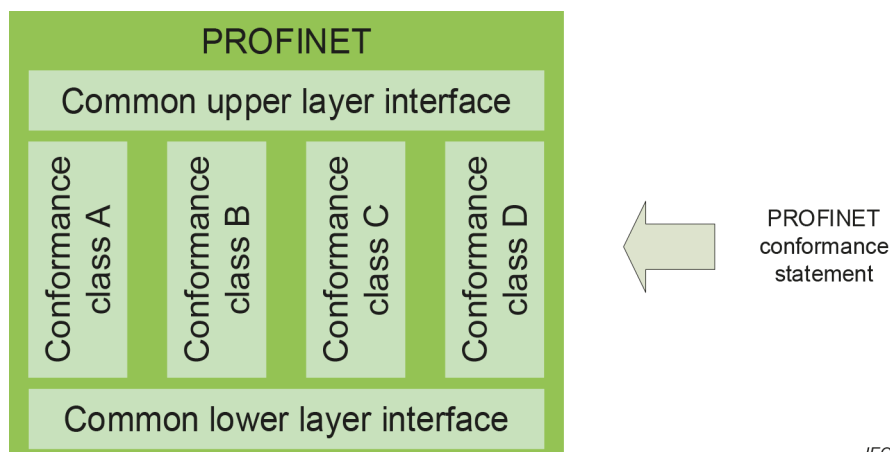


Figure 1 – Conformance class model

Figure 2, Figure 3, Figure 4 and Figure 5 show the components for conformance class assignment:

- Hierarchical conformance class model according to Figure 6, Figure 7 and Figure 8.
- End station component requires to be conformant to the selected conformance class.
- Bridge component requires to be conformant to the selected conformance class
- Whole selection of components requires to be conformant to the selected conformance class.
- GSD provides attributes to express the supported conformance classes.

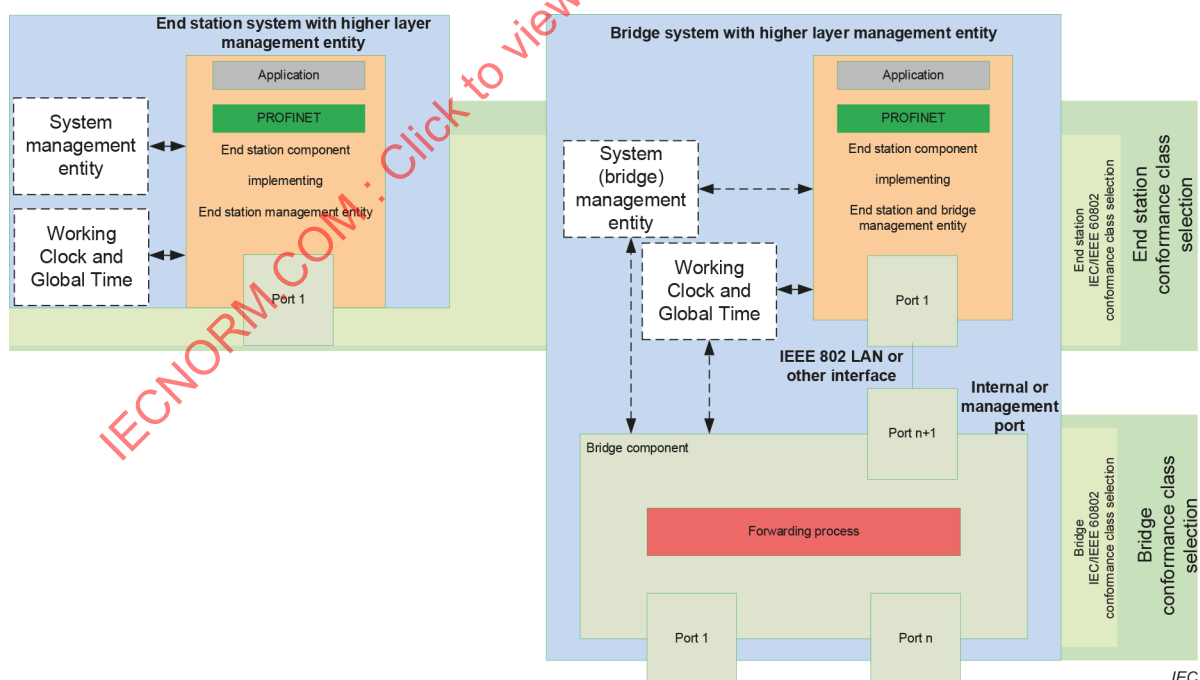


Figure 2 – End station and bridge systems

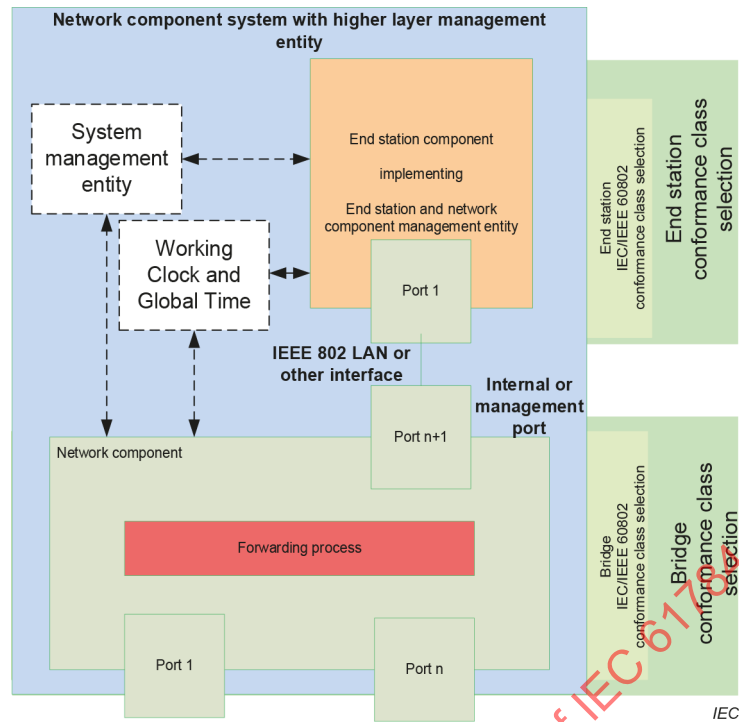


Figure 3 – Bridge as network component

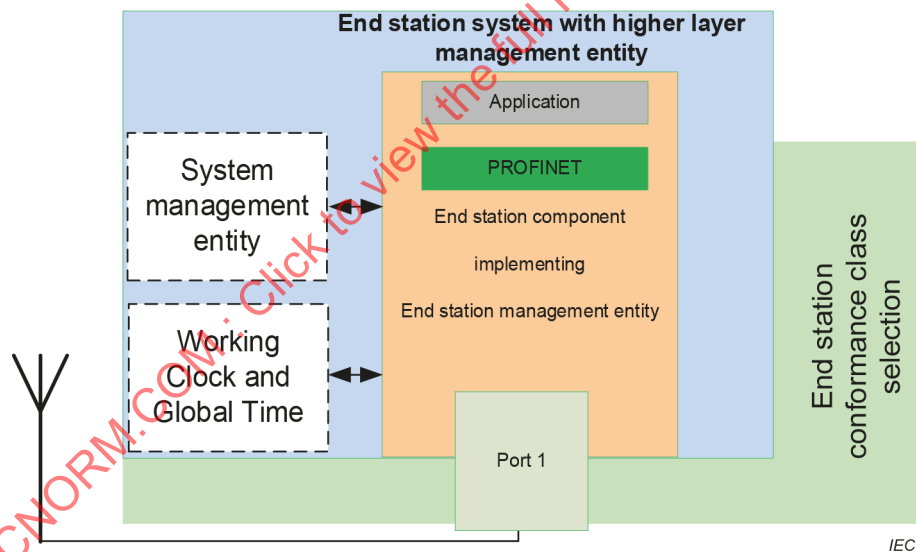


Figure 4 – End station with wireless

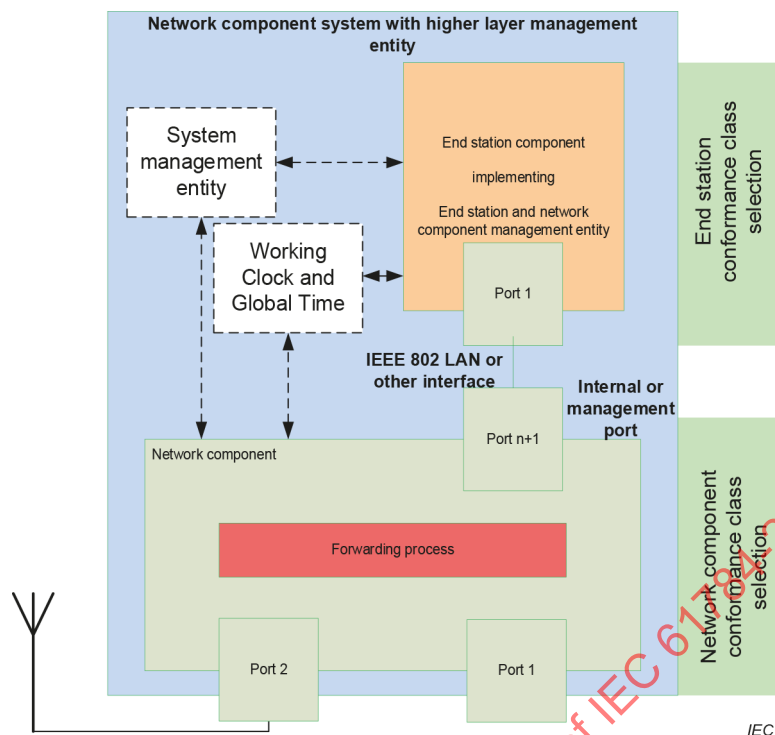


Figure 5 – Network component with wireless

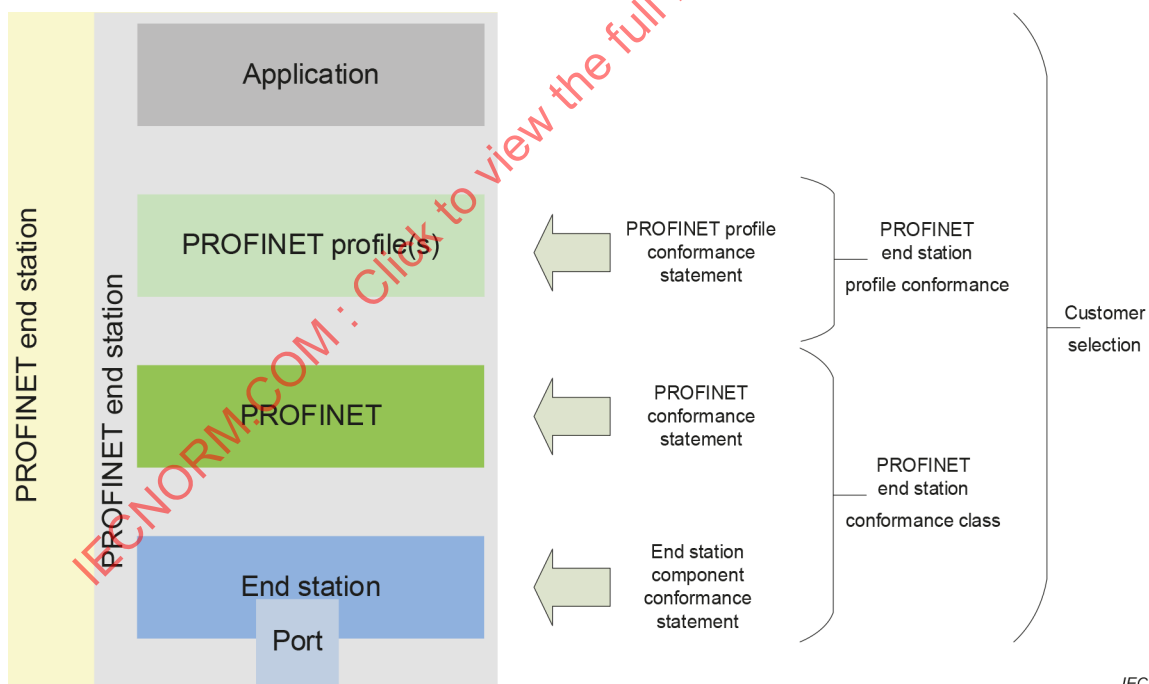


Figure 6 – Hierarchical conformance class model

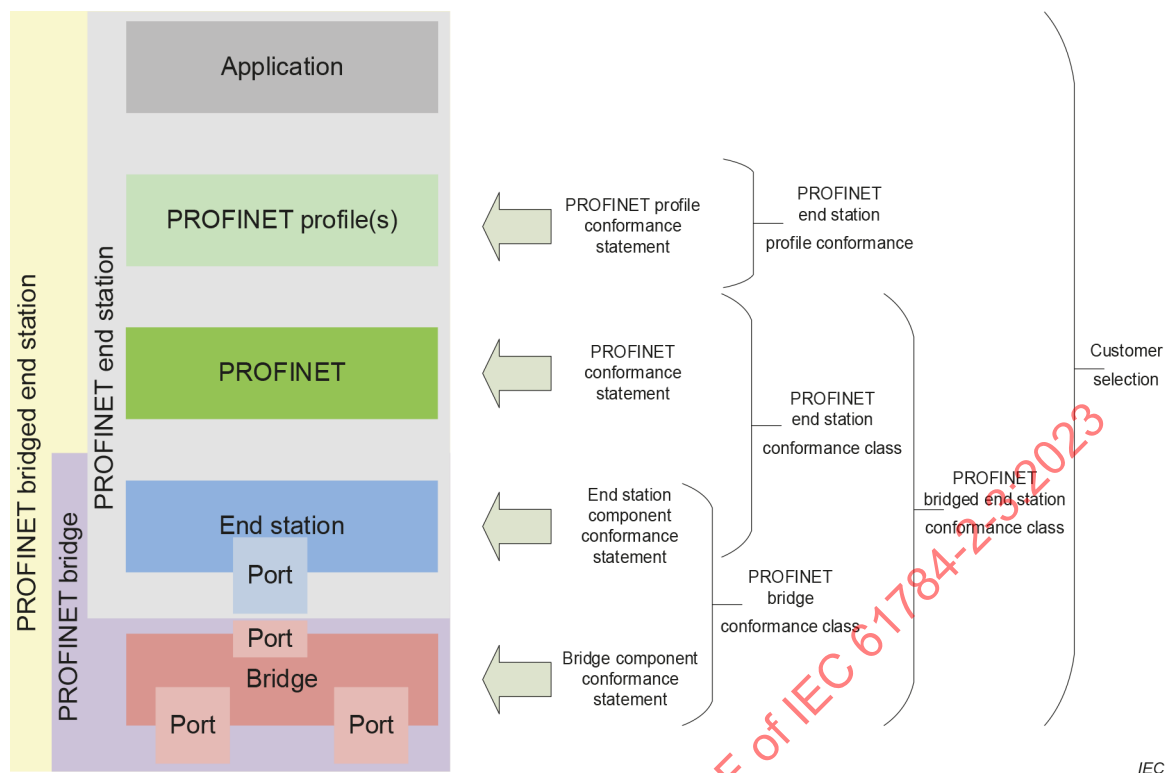


Figure 7 – Hierarchical conformance class model – with integrated bridge component

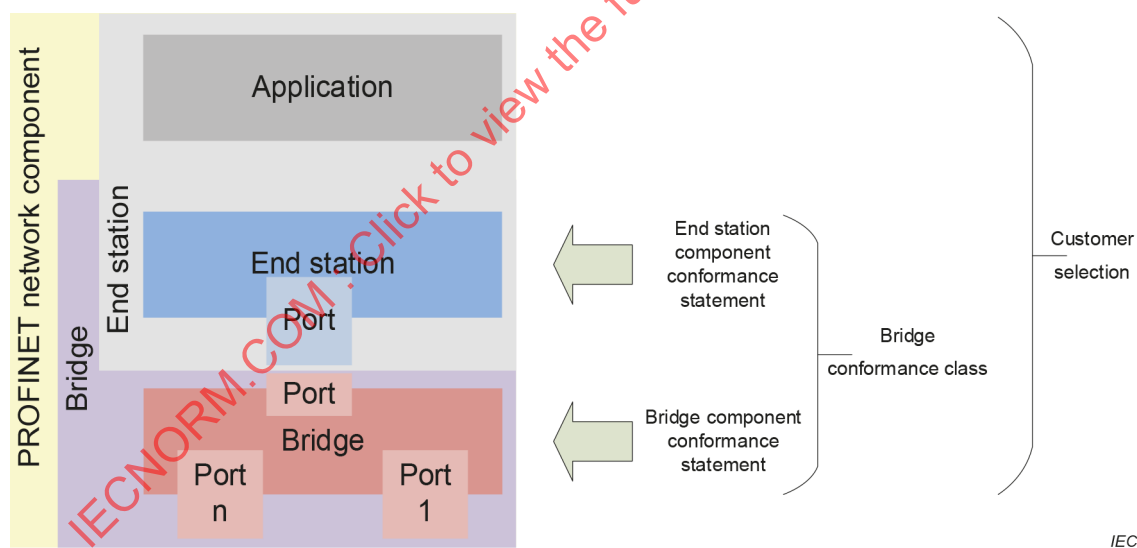


Figure 8 – Hierarchical conformance class model – network component

4.2 Common

4.2.1 Administrative numbers

The administrative numbers shown in IEC 61158-6-10 shall be assigned by the authority shown in Table 2.

Table 2 – Administrative numbers assignment

Parameter	Assigning authority
API	PROFIBUS & PROFINET International (PI)
application process identifier	See IEC 61158-5-10 and IEC 61158-6-10, Coding of the field API
vendor ID	PROFIBUS & PROFINET International (PI) See IEC 61158-5-10 and IEC 61158-6-10, Coding of fields related to Instance, DeviceID, VendorID
enterprise number	IANA to PROFIBUS & PROFINET International (PI) See IEC 61158-5-10 and IEC 61158-6-10, Enterprise number for PNO MIB
PNO MIB	PROFIBUS & PROFINET International (PI) See IEC 61158-5-10 and IEC 61158-6-10, Enterprise number for PNO MIB
index	PROFIBUS & PROFINET International (PI) See IEC 61158-5-10 and IEC 61158-6-10, Coding of the field Index
IM_Profile_ID	PROFIBUS & PROFINET International (PI) See IEC 61158-5-10 (See Profile ID) and IEC 61158-6-10, Coding of the field IM_Profile_ID
ChannelErrorType	PROFIBUS & PROFINET International (PI) See IEC 61158-5-10 and IEC 61158-6-10, Coding of the field ChannelErrorType

4.2.2 Node Classes

4.2.2.1 General

Node classes are (see Table 3):

- 1) IO device, end station component with or without integrated bridge component;
 - a) IO device requiring IEC 61158-6-10, Traffic Classes, HIGH/ISO and other traffic classes
 - b) IO device requiring IEC 61158-6-10, Traffic Classes, LOW/CYC and other traffic classes
 - c) IO device requiring IEC 61158-6-10, Traffic Classes, RT/A and other traffic classes
 - d) IO device requiring IEC 61158-6-10, Traffic Classes, NW, EV, CO, BEH or BEL traffic classes
- 2) IO controller, end station component with or without integrated bridge component;
 - a) IO controller requiring IEC 61158-6-10, Traffic Classes, HIGH/ISO and other traffic classes
 - b) IO controller requiring IEC 61158-6-10, Traffic Classes, LOW/CYC and other traffic classes
 - c) IO controller requiring IEC 61158-6-10, Traffic Classes, RT/A and other traffic classes
 - d) IO controller requiring IEC 61158-6-10, Traffic Classes, NW, EV, CO, BEH or BEL traffic classes
- 3) IO supervisor, end station component with or without integrated bridge component;
- 4) Network Management Entity, end station component with or without integrated bridge component.

NOTE A node can have several node classes implemented at the same time, e.g. IO controller and IO device, IO controller and network management entity.

Table 3 – Node Classes and assigned Traffic Classes

HIGH/- ISO	LOW/- CYC	RT/A	NW	EV	CO	BEH	BEL	Node class IO device or IO controller
X	—	—	—	—	—	—	—	a)
NO	X	—	—	—	—	—	—	b)
NO	NO	X	—	—	—	—	—	c)
NO	NO	NO	—	—	—	—	—	d)

4.2.2.2 IO device

4.2.2.2.1 Communication

An IO device shall support at least one AR with two IO CRs, one Alarm CR, and one Record Data CR with the following features:

- IO CR:
Maximum C_SDU data length 1 440 octets
Minimum C_SDU data length 40 octets
Usable C_SDU data length according to the GSD

NOTE 1 C_SDU is derived from IEC 61158-6-10.

- Alarm CR:
Maximum RTA-SDU data length 1 432 octets
Minimum RTA-SDU data length 200 octets

NOTE 2 RTA-SDU is derived from IEC 61158-6-10.

- Record data CR:
Up to 2^{32} minus 65 octet data length, minimal 4 132 octets data length (length of the *PROFINETIOServiceReqPDU* or *PROFINETIOServiceResPDU*)

NOTE 3 *PROFINETIOServiceReqPDU* and *PROFINETIOServiceResPDU* are derived from IEC 61158-6-10.

4.2.2.2.2 Network configuration

For IO devices supporting

- configuration over Network Management additionally at least one DeviceAccess AR shall be supported

4.2.2.2.3 Application

4.2.2.2.3.1 Diagnosis

An IO device shall limit the diagnosis added to the Diagnosis ASE for one submodule according to Table 4.

Table 4 – Maximum diagnosis data for one submodule

Parameter	Value	Comment
Maximum amount of diagnosis data for one submodule	< 65 536 octets	The application of a device shall limit the amount of diagnosis data which it adds to the Diagnosis ASE to a given limit. Thus, a controller or an engineering system could in all cases get the existing diagnosis data from the Diagnosis ASE.

4.2.2.2.3.2 Persistence

An IO device shall store the parameterization or communication data according to Table 5.

Table 5 – Maximum storage delay

Service	Timeout	Comment
Startup parameterization during connection establishment, plugging of a submodule or dynamic reconfiguration	Recommended: < 30 s Mandatory: < 300 s	Timeout starts when the Appl_Rdy.req is issued by the IO device.
Record Write outside startup parametrization	Recommended: < 30 s Mandatory: < 300 s	Timeout starts when the RM_Write.rsp is issued by the responder.
SNMP Set to writeable OIDs	Recommended: < 30 s Mandatory: < 300 s	Timeout starts when the SNMP_Set.cnf is issued by the responder.
Set_Storage_Time ^a	Mandatory: < 30 s	Maximum time between the DCP_Set.rsp and the completion of persistent storage.
^a See IEC 61158-6-10; valid for IO controller, too.		

4.2.2.2.3.3 Reporting system

An IO device shall locally store reporting system observer events according to Table 6 and Table 7. The needed storage capacity depends on the RSO event creation frequency.

Table 8 shows the expected times for switching the used timescales.

Table 6 – Reporting system minimum storage size

Minimum storage size	Comment
4 096 octets	Minimum storage size of the reporting system

Table 7 – Reporting system storage

Frequency	Number of storable RSO events	Comment
1 s: 100 s pulse to pause ratio with a burst of 500 RSO events during pulse	550	For a period of 101 s, under normal working conditions, no more than 500 RSO events are expected.
1 s: 100 s pulse to pause ratio with a burst of 100 RSO events during pulse	110	For a period of 101 s, under normal working conditions, no more than 100 RSO events are expected.
1 s: 100 s pulse to pause ratio with a burst of 50 RSO events during pulse	55	For a period of 101 s, under normal working conditions, no more than 50 RSO events are expected.

Table 8 – Reporting system Timeouts

Time Source	Time	Comment
Switch from "0" to "1"	When detecting "Time mismatch"	The connection to the common source of time is lost
Switch from "1" to "2"	Recommended: < 60 s Mandatory: < 300 s	The expected deviation between the global timescale and derived global timescale at the sync slave is no longer given. Thus, the sync slave shall switch to arbitrary timescale.

4.2.2.3 IO controller

4.2.2.3.1 Communication

An IO controller shall support at least one AR for each related IO device including two IO CRs, one Alarm CR, and one Record Data CR with the following features:

- IO CR:
Up to 1 440 octets C_SDU data length, min. 240 octets consistency, support of all defined data types
- Alarm CR:
Up to 1 432 octets data length, minimal 200 octets data length, capability to queue at least one high priority and one low priority alarm for each related IO device
- Record data CR:
Up to 2^{32} minus 65 octets data length, minimal 16 588 octets (recommended 66 412 octets) data length (length of the *PROFINETIOServiceReqPDU* or *PROFINETIOServiceResPDU*), capability to store for each related IO device at least 16 384 octets startup parameter, no parallel access to a record data object
 - WriteMultiple:
Shall be supported for startup parameterization during Connect, Plug and dynamic reconfiguration
- Multi-API:
At least two supported (API = 0 and API = x)
- Connect response:
At least an ARVendorBlockRes size of 512 octets for each used ARVendorBlockReq at the connect request

NOTE ARVendorBlockReq and ARVendorBlockRes are derived from IEC 61158-6-10.

4.2.2.3.2 Network configuration

For IO controller supporting

- configuration over Network Management additionally at least one DeviceAccess AR shall be supported

4.2.2.3.3 Persistence

An IO controller shall store the parameterization or communication data according to Table 9.

Table 9 – Maximum storage delay

Service	Timeout	Comment
Record Write or Record Read Query	Recommended: < 30 s Mandatory: < 300 s	Timeout starts when the RM_Write.rsp is issued by the responder.
SNMP Set to writeable OIDs	Recommended: < 30 s Mandatory: < 300 s	Timeout starts when the SNMP_Set.cnf is issued by the responder.
Set_Storage_Time	Mandatory: < 30 s	Maximum time between the DCP_Set.rsp and the completion of persistent storage.

4.2.2.4 IO supervisor

See 4.2.2.3.

4.2.2.5 Network Management Entity

A Network Management Entity (NME) shall support the features according to Table 10.

Table 10 – NME requirements

Feature	Quantity	Comment
NME domain size	At least 64 nodes (bridges and end stations)	An NME shall be able to setup and maintain a NME domain with its devices.
Stream classes	At least two streams (one for input and one for output) for each supported node.	An NME shall be able to support HIGH/ISO, LOW/CYC and RT/A stream.

4.2.3 Application classes

4.2.3.1 Definition

Devices supporting a specific application class shall support additional features beyond those required for the conformance class. Those features are described below in detail for the specific application class.

The following application classes are defined:

- **Isochronous application** (e.g. motion control)

NOTE Isochronous clock synchronization is a communication class feature and not an application class feature.

- **High availability**
- **Process automation**
- **High performance**
- **Controller to controller**
- **Functional safety**
- **Energy saving**

The support of application classes is shown in Table 11 and Table 12:

Table 11 – Application classes applicable in conformance classes for IO device and IO controller

Application classes	Conformance classes			
	A	B	C	D
Isochronous application	—	—	Optional	Optional
High availability	Optional ^a	Optional	Optional	Optional
Process automation	Optional ^a	Optional	Optional	Optional
High performance	—	—	Optional	—
Controller to controller	—	Optional	Optional	Optional
Functional safety	Optional ^a	Optional	Optional	Optional
Energy saving	Optional ^a	Optional	Optional	Optional
^a Not recommended.				

Table 12 – Application classes applicable in conformance classes for network components

Application classes	Conformance classes			
	A	B	C	D
Isochronous application	—	—	—	—
High availability	—	—	—	—
Process automation	—	—	—	—
High performance	—	—	—	—
Controller to controller	—	—	—	—
Functional safety	—	—	—	—
Energy saving	—	—	—	—

4.2.3.2 Application class "Isochronous application"

Devices (i.e. IO device and IO controller) supporting the application class "isochronous application" shall support the following services additionally to the ones selected by the appropriate conformance class.

Application layer services for a device are defined in IEC 61158-5-10. Table 13 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 to be supported additionally for this application class.

Table 13 – Application class "isochronous application" AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
7.3.2.4	Isochronous Mode Application Class	YES	—

Application layer protocols for a device are defined in IEC 61158-6-10. Table 14 holds the application layer protocol selections from IEC 61158-6-10 to be supported additionally for this application class.

Table 14 – Application class "isochronous application" AL protocol selection component

Clause	Header	Presence	Constraints
—	—	—	—

4.2.3.3 Application class "High Availability"

Devices (i.e. IO device and IO controller) supporting the application class "high availability" shall support the following services additionally to the ones selected by the appropriate conformance class.

Application layer services for a device are defined in IEC 61158-5-10. Table 15 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 to be supported additionally for this application class.

Table 15 – Application class "high availability" AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
7.3	ASEs	—	—
7.3.1	AR ASE	YES	At least one ARset (mandatory); ARType IOCAR_SR and service Prm Begin shall be supported; AR switchover (backup, primary) shall be supported;
7.3.1.7	Record Data class	YES	Combined Object Container shall be supported by IO device and IO controller

Application layer protocols for a device are defined in IEC 61158-6-10. Table 16 holds the application layer protocol selections from IEC 61158-6-10 to be supported additionally for this application class.

Table 16 – Application class "high availability" AL protocol selection component

Clause	Header	Presence	Constraints
4.5.2	GlobalTime	If needed	Mandatory for IO device or IO controller with more than one port and optional for devices with one port
4.6.1	Media redundancy and loop prevention	YES, if at least two ports are available	MRP client (mandatory); Additional forwarding rules (mandatory); MRP manager with or without auto feature (optional)
4.6.2	Seamless media redundancy	If needed	—
5.2.4.8	Coding of the field ARProperties	YES	The flag ARProperties.CombinedObjectContainer shall be supported
5.2.21	Coding section related to controller to controller communication	If needed	For an integrated IO device instance used for controller to controller communication
5.6.3.9	Context Management Prm Begin End Device	YES	For an IO device

Clause	Header	Presence	Constraints
5.6.3.12.6	Additional rules for Dynamic reconfiguration	YES	For an IO device
5.6.3.13	Context Management System Redundancy Layer Device	YES	For an IO device
5.6.4.11	Context Management Prm Begin End Controller	YES	For an IO controller
5.6.4.13	Context Management System Redundancy Layer Controller	YES	For an IO controller

4.2.3.4 Application class "Process automation"

Devices (i.e. IO device and IO controller) supporting the application class "process automation" shall support the following services additionally to the ones selected by the appropriate conformance class.

Table 17 – Basis application class for "process automation"

Basis application class	Comments
High availability	Process automation is based on the definitions of application class "High availability"

Application layer services for a device are defined in IEC 61158-5-10. Table 17 and Table 18 hold the application layer service selections from IEC 61158-5-10 to be supported additionally for this application class.

Table 18 – Application class "process automation" AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
7.3.4.1.3	Severity	YES	Diagnosis model covering the five different severities (mandatory)
Annex A	Device instances	YES	"Instance model and device addresses" with at least two instances of an IO device (mandatory)

Application layer protocols for a device are defined in IEC 61158-6-10. Table 17 and Table 19 hold the application layer protocol selections from IEC 61158-6-10 to be supported additionally for this application class.

Table 19 – Application class "process automation" AL protocol selection component

Clause	Header	Presence	Constraints
4.3.1.4.19	Coding of the field DeviceRoleDetails	YES	"multiple IO device interfaces" (mandatory)
5.2.8	Coding section related to Alarm and Diagnosis Data	YES	Diagnosis coding covering the coding of the five different severities (mandatory)
5.6.3.2.2	CMDEV Device Access state machine	YES	Shall be supported for additional engineering systems

4.2.3.5 Application class "High performance"

Devices (i.e. IO device and IO controller) supporting the application class "High performance" shall support the following values shown in Table 20 and Table 21.

Table 20 – Application class "High performance" features supported

Parameter	Value	Meaning
SendClockFactor	Less than 8	Communication cycles less than 250 μ s
FastForwarding	Supported	—
Fragmentation	Supported	—
Preamble shortening	Supported	—
Dynamic frame packing	Supported	—

Table 21 – Application class "High performance" parameter values

Parameter	Value	Meaning
REDBeginSafetyMargin	$\leq 1 \mu$ s	—
MinSupportedFSO	$\leq 3\,500$ ns	Value using standard preamble
MinRTC3Gap	$\leq 1\,600$ ns	—
REDEndSafetyMargin	0 ns	—
MaxFrameStartTime	$\leq 3\,500$ ns	Value using standard preamble
MinNRTGap	$\leq 1\,600$ ns	—
BridgeDelay	$\leq 2 \mu$ s	Value using FastForwarding and standard preamble
MaxPortTxDelay	Recommended: ≤ 90 ns	The max value from IEEE Std 802.3-2018 applies.
MaxPortRxDelay	Recommended: ≤ 210 ns	The max value from IEEE Std 802.3-2018 applies.
MaxDFP_Feed	Recommended: ≤ 500 ns $\leq 1\,500$ ns	—
Peer to peer jitter	≤ 250 ns	—

4.2.3.6 Application class "Controller to Controller"

Devices supporting the application class "Controller to Controller" shall support the following values shown in Table 22.

Table 22 – Application class "Controller to Controller" features supported

Parameter	Value	Meaning
IO controller	YES	—
IO device	YES	—
Controller to controller records	YES	Index range 0xF860 to 0xF86F Retrieval of the stored GSD shall be supported
Shared IO device support	YES	—
Shared Input support	YES	—
Number of ARs	4	The integrated IO device of the IO controller shall support at least four concurrent ARs

4.2.3.7 Application class "Functional safety"

Devices (i.e. IO device and IO controller) supporting the application class "Functional safety" shall support the following services additionally to the ones selected by the appropriate conformance class.

Table 23 applies for an IO device and Table 24 for an IO controller.

Table 23 – Application class "Functional safety" features supported by IO device

Parameter	Value	Meaning
I&M0 record read support	YES	The firmware connector of the device supports this functionality for submodules supporting "Functional safety". The functionality of the submodule is specified in IEC 61784-3-3.
I&M4 record read support	YES	The firmware connector of the device supports this functionality for submodules supporting "Functional safety". The functionality of the submodule is specified in IEC 61784-3-3.
I&M4 record write support	NO	The firmware connector of the device supports this functionality for submodules supporting "Functional safety". The functionality of the submodule is specified in IEC 61784-3-3.
DCP service "Factory Reset" or "Reset to Factory"	Limitation	The firmware connector of the device supports this functionality for submodules supporting "Functional safety". These services shall not influence the "Functional safety" application, e.g. iParameter. In particular, the content of I&M4 record, inherited by the "Functional safety" application, shall not be reset.
ChannelErrorType range for "Functional safety" supported	YES	The firmware connector of the device supports this functionality for submodules supporting "Functional safety". The functionality of the submodule is specified in IEC 61784-3-3.
Upload&Retrieval alarm supported	OPTIONAL	The firmware connector of the device supports this functionality for submodules supporting "Functional safety". The functionality of the submodule is specified in IEC 61784-3-3.

Table 24 – Application class "Functional safety" features supported by IO controller

Parameter	Value	Meaning
Upload&Retrieval alarm supported	YES	For each submodule supporting "Functional safety"

4.2.3.8 Application class "Energy saving"

Devices (i.e. IO device and IO controller) supporting the application class "Energy saving" shall support the following services additionally to the ones selected by the appropriate conformance class.

Table 25 and Table 26 apply for an IO device and Table 27 for an IO controller.

Table 25 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 to be supported additionally from an IO device for this application class.

Table 25 – Application class "Energy saving" AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
7.3.5	PE ASE	YES	—

Table 26 – Application class "Energy saving" features supported by IO device

Parameter	Value	Meaning
PE_EntityFilterData record read support	YES	For each submodule supporting "Energy saving"
PE_EntityStatusData record read support	YES	For each submodule supporting "Energy saving"
Status alarm supported	YES	For each submodule supporting "Energy saving"

Table 27 – Application class "Energy saving" features supported by IO controller

Parameter	Value	Meaning
Status alarm supported	YES	For each submodule supporting "Energy saving"

4.2.4 Communication classes

4.2.4.1 General

All communication classes allow IEEE 802 and IETF communications combined with the RTE specific additions. Communication classes are:

- RT Class 1 (content specified in attribute RT_CLASS_1, see IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass),
- RT Class 3 (content specified in attribute RT_CLASS_3, see IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass), and
- RT Class UDP (content specified in attribute RT_CLASS_UDP, see IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass), and
- RT Class STREAM (content specified in attribute RT_CLASS_STREAM, see IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass).

RT Class UDP is an optional communication class. It can be used without and in combination with RT Class 1, RT Class 3, and RT Class STREAM. The support of communication classes is shown in Table 28.

Table 28 – Communication classes applicable in conformance classes

Communication classes	Conformance classes			
	A	B	C	D
RT_CLASS_1 ^a	Mandatory	Mandatory	Mandatory ^c	—
RT_CLASS_3 ^b	—	—	Mandatory	—
RT_CLASS_UDP	Optional	Optional	Optional	Optional
RT_CLASS_STREAM	—	—	—	Mandatory
^a Real-time (RT) without bandwidth allocation, Traffic Class GREEN. ^b Isochronous real-time (IRT) with bandwidth allocation, Traffic Class RED. ^c Whether - the support of RT_CLASS_1 is mandatory or optional, and - the support of ReductionRatio ≠ 1 is mandatory or optional, depends on the GSD attribute "IsochroneModeRequired".				

4.2.4.2 Communication performance parameters

The values are shown in Table 29.

NOTE The inter frame gap (12 octets at the transmitter and 8 octets at the receiver) of the IEEE Std 802.3-2018 applies.

Table 29 – Communication performance parameters

Parameter	Value	Meaning
REDBeginSafetyMargin	Minimum: 0 ns Maximum: 1 640 ns	This performance parameter is a RT_CLASS_3 property.
MinSupportedFSO	Minimum: 1 280 ns (using Short Preamble), 1 760 ns (using Long Preamble) Maximum: 5 000 ns	This performance parameter is a RT_CLASS_3 property.
MinRTC3Gap	Minimum: 1 120 ns Maximum: 2 000 ns	This performance parameter is a RT_CLASS_3 property.
REDEndSafetyMargin	0 ns	This performance parameter is a RT_CLASS_3 property.
MaxFrameStartTime	Maximum: 5 000 ns	This performance parameter is a RT_CLASS_1 / RT_CLASS_2 / RT_CLASS_UDP property.
MinNRTGap	Minimum: 12 octets Maximum: 18 octets	This performance parameter is a RT_CLASS_1 / RT_CLASS_2 / RT_CLASS_3 / RT_CLASS_UDP / RT_CLASS_STREAM property.
MinTASGap	Minimum: 12 octets Maximum: 18 octets	This performance parameter is a RT_CLASS_1 / RT_CLASS_2 / RT_CLASS_UDP / RT_CLASS_STREAM property.
TASWindow-BeginSafetyMargin	Minimum: 0 ns Maximum: IPG + Preamble + StartDelimiter	This performance parameter is a RT_CLASS_STREAM property.
TASWindow-EndSafetyMargin	Minimum: 0 ns Maximum: IPG + Preamble + StartDelimiter	This performance parameter is a RT_CLASS_STREAM property.
TASWindow-MinSupportedFSO	Minimum: 0 ns Maximum: IPG + Preamble + StartDelimiter	This performance parameter is a RT_CLASS_STREAM property.

Parameter	Value	Meaning
TASMaxFrameStartTime	Minimum: 0 ns Maximum: 6 octets	This performance parameter is a RT_CLASS_1 / RT_CLASS_2 / RT_CLASS_UDP / RT_CLASS_STREAM property.

4.2.4.3 RT_CLASS_x transmitter

4.2.4.3.1 General

See 4.2.2.1 node class 1) c).

The values for a RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP transmitter are shown in Table 30. The deviation measurable on the MDI depends on the added jitter of the transition from the MAC, MII to the MDI.

Table 30 – FrameSendOffset deviation for RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP

Parameter	Value	Meaning
Frame send offset deviation	Minimum (Less than 10 % of the used update interval ^a ; 10 ms)	This performance parameter is a RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP transmitter property.
^a The update interval (UI) is calculated as $UI = SCF \times RR \times 31,25 \mu s$ with the data from the used IOCR.		

4.2.4.3.2 Certification test

The values for a RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP transmitter, when applying "Normal netload" test cases during certification testing, are shown in Table 31. The deviation measurable on the MDI depends on the added jitter of the transition from the MAC, MII to the MDI.

Table 31 – FrameSendOffset deviation for RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP certification

Parameter	Value	Meaning
Frame send offset deviation	Less than 100 % of the used update interval, for ≤ 16 ms Less than 50 % of the used update interval ^a , for > 16 ms	This performance parameter is a RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP transmitter property.
^a The update interval (UI) is calculated as $UI = SCF \times RR \times 31,25 \mu s$ with the data from the used IOCR.		

4.2.4.4 RT_CLASS_STREAM transmitter

See 4.2.2.1 node class 1) a) or 1) b).

The reference point of the frame send offset for RT_CLASS_STREAM is defined at the MDI. Thus, the deviation values are dependent on the used PHYs and the negotiated MAU type.

The minimum possible values for a RT_CLASS_STREAM transmitter are shown in Table 32. The possible values are the summation of values from Table 32 and Table 33. Table 34 shows the value for certification.

Table 32 – FrameSendOffset deviation factors – SendListControl

Parameter	Value	Meaning
Frame send offset deviation ^a	≤ 10 ns	This performance parameter is a SendListControl property.
IPG ^b	12 octets	This performance parameter is a SendListControl property.
Burst size ^c	255 frames	This performance parameter is a SendListControl property.
^a For the first frame created by SendListControl. See IEC 61158-6-10. ^b For the second and any following frame created by SendListControl. See IEC 61158-6-10. ^c Size of burst created by SendListControl. See IEC 61158-6-10.		

Table 33 – FrameSendOffset deviation factors – PHY

Factor	MII	Value	Meaning
PHY	–	See Table 74	Value provided by the PHY manufacturer
10BaseT1L	MII	0 – 400 ns	Value provided by the PHY manufacturer for this MAU type
100BaseTX	MII	0 – 40 ns	Value provided by the PHY manufacturer for this MAU type
	RMII	0 – 20 ns	
1000BaseTX	GMII	0 – 8 ns	Value provided by the PHY manufacturer for this MAU type
	RGMII	0 – 8 ns	Value provided by the PHY manufacturer for this MAU type
2,5GBaseTX	–	0 – 8 ns	Value provided by the PHY manufacturer for this MAU type
5GBaseTX	–	0 – 8 ns	Value provided by the PHY manufacturer for this MAU type
10GBaseTX	–	0 – 8 ns	Value provided by the PHY manufacturer for this MAU type

Table 34 – FrameSendOffset deviation

Parameter	Value	Meaning
Frame send offset deviation ^a	Mandatory Minimum (≤ 6 octets ^b ; 1 µs)	This performance parameter is a RT_CLASS_STREAM transmitter property.
^a For the first frame created by SendListControl. Following frames should use IPG. See IEC 61158-6-10. ^b Example: Time for 6 octets is 48 ns for 1 Gbit/s or 480 ns for 100 Mbit/s.		

4.2.4.5 RT_CLASS_3 transmitter

See 4.2.2.1 node class 1) a).

The values for a RT_CLASS_3 transmitter are shown in Table 35 and Table 36. The deviation measurable on the MDI depends on the added jitter of the transition from the MAC, MII to MDI.

Table 35 – Minimum FrameSendOffset

Parameter	Value	Meaning
Minimum frame send offset ^a	SendClockFactor ≥ 8: Mandatory ≤ 5 000 ns	This performance parameter is a RT_CLASS_3 transmitter, receiver and forwarder property.
	SendClockFactor < 8: Mandatory ≤ 2 000 ns	
^a The real value, if lower, is stated in the GSD attribute "MinFSO".		

Table 36 – FrameSendOffset deviation

Parameter	Value	Meaning
Frame send offset deviation ^a	Node with RT_CLASS_3 bridge Mandatory ≤ 10 ns	This performance parameter is a RT_CLASS_3 transmitter property.
	End node ^a Recommended ≤ 10 ns	
^a The value of the deviation shall be as low as needed to avoid any disturbance in a RT_CLASS_3 domain.		

4.2.4.6 RT_CLASS_3 bridges

The values for RT_CLASS_3 bridges are shown in Table 37.

Table 37 – Parameters for RT_CLASS_3 bridges

Parameter	Value	Meaning
Max Retention Time	20 µs (mandatory) 4 ms (optional)	This performance parameter is a RT_CLASS_3 bridge property.
Frame send offset deviation	Mandatory ≤ 10 ns	This performance parameter is a RT_CLASS_3 bridge property.
RFSafetyMargin	0 ns ≤ Mandatory ≤ 100 ns	This performance parameter is a RT_CLASS_3 bridge property if FrameDataProperties.ForwardingMode:= "Relative mode" is supported
NumberOfRTC3Forwarder	Mandatory ≥ 128	This performance parameter is a RT_CLASS_3 bridge property. It defines the maximum network diameter reachable for a RT_CLASS_3 domain. Both InputCRs and OutputCRs are counted. Example: The maximum network diameter with NumberOfRTC3Forwarder:= 128 is - 64 nodes (without MRPD), and - 32 nodes (with MRPD).
MaxRTC3BridgeDelay	Recommended: ≤ 2 µs Mandatory: ≤ 10 µs	This performance parameter is a RT_CLASS_3 bridge property. It defines the maximum bridge delay for RT_CLASS_3 packets.

4.2.4.7 Synchronization

4.2.4.7.1 PTCP

The performance parameters of a PTCP control loop are shown in Table 38.

Table 38 – PTCP control loop

Parameter	Value	Meaning
Allowed frequency changing speed	Mandatory $\leq 5 \frac{\mu\text{Hz}}{\text{Hz/s}}$	This performance parameter is a sync slave property.

4.2.4.7.2 IEEE Std 802.1AS-2020

The performance parameters of an IEEE Std 802.1AS-2020 control loop are shown in Table 39.

Table 39 – IEEE Std 802.1AS-2020 control loop

Parameter	Value	Meaning
Allowed frequency changing speed	Mandatory $\leq 5 \frac{\mu\text{Hz}}{\text{Hz/s}}$	This performance parameter is a sync slave property.

4.2.4.8 Fragmentation

Table 40 shows the allowed maximum frame size transmitted by a node in the GREEN or YELLOW period. This definition does not apply for nodes with FragmentationType == Dynamic.

Table 40 – Maximum frame size

SendClockFactor	Condition	Maximum frame size
1 – 2	FragmentationType ^a == Static	128 octets
3 – 7	FragmentationType ^a == Static	256 octets
8 – 128	FragmentationType ^a == Static && FrameDetails.FragmentationMode == Fragmentation enabled	
	! FragmentationType ^a FrameDetails.FragmentationMode == Fragmentation disabled	Maximum IEEE Std 802.3-2018 frame
^a See GSD specification for the definition of this attribute.		

4.2.5 Void

Intentionally left blank.

4.2.6 Protocol and timing parameters

4.2.6.1 Internet protocol and Dynamic name service

The recommended values for the IP layer defined in IETF RFC 791 are shown in Table 41 and Table 42. An IO controller may optionally use static ARP entries which do not timeout.

Table 41 – IP layer parameters for IO controller

Parameter	Value	Comment
ARP_Cache_Size	Minimum 32	The amount of the supported IODs
ARP_Cache_Timeout	60 s	—

Table 42 – IP layer parameters for IO device

Parameter	Value	Comment
ARP_Cache_Size	Minimum 32	—
ARP_Cache_Timeout	60 s	—

The allowed time values for name resolution defined in IEC 61158-6-10, 4.12 are shown in Table 43 and Table 44.

Table 43 – Timeout values for name resolution

Parameter	Value	Comment
ARP-ResponseTimeout	2 s	See IETF RFC 826
DCP-IdentifyTimeout	≥ 400 ms	See IEC 61158-6-10, 4.3.1.3.5.3, ResponseDelayTimeout
DCP-Set/GetTimeout	1 s	See IEC 61158-6-10, 4.3.2.2.1.5, UC Client Timeout
DCP MaxRetryLimit Set/Get	2	See IEC 61158-6-10, 4.3.2.2.1.5, Max Retry Limit
DNS-RequestTimeout	16 s	See IETF RFC 1034

Table 44 – Values for hello request deviation

Parameter	Value	Comment
DCP-Hello Req deviation	Maximum (10 ms; Less than 10 % of the used FSHelloInterval)	This performance parameter is a DCP Hello transmitter property.

4.2.6.2 Discovery and configuration protocol

The allowed values for DCP defined in IEC 61158-6-10 are shown in Table 45, Table 46 and Table 47.

Table 45 – DCP Identify responder resources

Parameter	Value	Comment
DCPMCR instances for DelayResponseFactor = 1	Mandatory: 1 Recommended: 2 1 – n	Number of concurrent running DCP_Identify services for indications with DelayResponseFactor = 1 The supported number of instances should cover the concurrently supported IOARs to avoid delay during startup.
DCPMCR instances for DelayResponseFactor > 1	Mandatory: 1 Recommended: 2 1 – n	Number of concurrent running DCP_Identify services for indications with DelayResponseFactor > 1 The supported number of instances should cover the expected number concurrently supported network scanning tools.

Table 46 – DCP access control

Service	Support	Comment
ARProperties.RejectDCPsetRequests:= Rejected	Optional	DCPset.req will be rejected if this flag is set for at least one established AR. This flag is used for IO controller, IO device and NME.

Table 47 – DCP Identify pruning support

Parameter	Support	Comment
DCP_Identify with destination MAC defined for pruning	Mandatory	Allow multicast pruning in bridges for resource protection at the egress port of a bridge connected to an end station. End station component: Mandatory if MAUTypeExtension:=APL is supported Recommend for all Bridge component: Mandatory, including PPSM state machine, if MAUTypeExtension:=APL is supported

4.2.6.3 Media redundancy protocol

The allowed values for MRP defined in IEC 61158-6-10 are shown in Table 48 and Table 49.

Table 48 – Maximum time values for MRP for 10 Mbit/s and for ≥ 100 Mbit/s

Parameter	Data rate	Value	Comment
MaxBridgeDelay ^{a b}	10 Mbit/s	≤ 8 ms	Every bridge supporting MRP shall forward a MRP-PDU in this time.
	≥ 100 Mbit/s	≤ 4 ms	
^a For forwarding MRP Test Frames.			
^b A lesser BridgeDelay allows a greater number of switches (NoS) in a ring topology with a given switchover time. With the maximum value, the number of switches (NoS) in a ring topology is reduced to NoS<15.			

Table 49 – Maximum packet size for MRP

Parameter	Value	Comment
MRP test frame size	≤ 98 octets	Maximum packet size of a MRP test frame when used together with this document.

4.2.6.4 Precision transparent clock protocol

The allowed time values for PTCP defined in IEC 61158-6-10 are shown in Table 50 and Table 51.

Table 50 – Maximum time values for PTCP

Parameter	Value	Comment
Max Delay Request Repeat	5	—
Max Delay Response Time	< 10 ms	Recommended
Max Delay Response Time	< 25 ms	Mandatory
Max Bridge Delay ^a	≤ 4 ms	Recommended
Max Bridge Delay ^a	≤ 40 ms	Mandatory
Bridge Delay measurement accuracy ^b	≤ 50 ns	Recommended
Bridge Delay measurement accuracy ^b	≤ 100 ns	Mandatory
Timestamp accuracy	≤ 8 ns	Recommended
Timestamp accuracy	≤ 10 ns	Mandatory
Line/Cable Delay measurement accuracy ^c	≤ 20 ns	Recommended
Line/Cable Delay measurement accuracy ^c	≤ 50 ns	Mandatory
^a For forwarding PTCP Sync Frames. ^b Measurement of the Bridge Delay may have a jitter but should be offset free ("zero mean"). ^c Measurement of the Line/Cable Delay may have a jitter but should be offset free ("zero mean").		

Table 51 – Precision of timers used for PTCP

Parameter	Value	Comment
"DelayT" deviation	[-0; +100 ms]	—
"LineT" deviation	[-0; +100 ms]	—

4.2.6.5 Time synchronization

The allowed time values for time synchronization using IEEE Std 802.1AS-2020 are shown in Table 52, Table 53, and Table 54.

Table 52 – Maximum time values

Parameter	Value	Comment
Max Peer Delay Response Time	< 10 ms	Recommended
Max Peer Delay Response Time	< 25 ms	Mandatory
Max Forwarding Delay ^a	≤ 4 ms	Recommended
Max Forwarding Delay ^a	≤ 40 ms	Mandatory
Forwarding Delay measurement accuracy ^b	≤ 20 ns	Recommended
Forwarding Delay measurement accuracy ^b	≤ 50 ns	Mandatory
Timestamp accuracy	≤ 8 ns	Recommended
Timestamp accuracy	≤ 10 ns	Mandatory
Peer Delay measurement accuracy ^c	≤ 20 ns	Recommended
Peer Delay measurement accuracy ^c	≤ 50 ns	Mandatory
^a For forwarding Sync Frames.		
^b Measurement of the Forwarding Delay may have a jitter but should be offset free ("zero mean").		
^c Measurement of the Peer Delay may have a jitter but should be offset free ("zero mean").		

Table 53 – Maximum deviation values for Global Time

Parameter	Value
Deviation ^a between SyncMaster (Grandmaster) and an arbitrary SyncSlave	< 100 µs
Deviation ^a between two arbitrary SyncSlaves	< 200 µs
^a Measurement principle from PTCP applies	

Table 54 – Maximum deviation values for Working Clock

Parameter	Value
Deviation ^a between SyncMaster (Grandmaster) and an arbitrary SyncSlave	< 1 µs
Deviation ^a between two arbitrary SyncSlaves	< 2 µs
^a Measurement principle from PTCP applies	

4.2.6.6 Link layer discovery protocol

4.2.6.6.1 General

IEC 61158-6-10 uses IEEE Std 802.1AB-2016 according to IEEE Std 802.1AB-2016, 11.3.1 in version 1 mode together with version 1 MIB. The additional support of version 2 mode and version 2 MIBs is optional.

The IEEE Std 802.1AB-2016, 9.2.5.20 defined variable txNow:= TRUE is used concurrently with any change of the fields of the LLDP-PDU. In this case, a node transmits LLDP PDUs "on data change".

The IEEE Std 802.1AB-2016 uses the ChassisID/PortID as neighborhood "TAG" to support virtualization. PROFINET IO defines the SourceMAC as additional "TAG" to make sure that "Assigning a name" leads immediately to an updated entry for a neighbor. Thus, false "Multiple neighbors" diagnosis shall be avoided.

Enabling Egress Filtering for LLDP at a port can lead to disabled receiving of LLDP frames at the same port, too.

4.2.6.6.2 Parameter

The allowed time values for LLDP defined in IEC 61158-6-10 and IEEE Std 802.1AB-2016 are shown in Table 55.

Table 55 – Maximum time values for LLDP

Parameter	Value	Comment
msgTxHold	4	Multiplier for msgTxInterval to calculate the txTTL.
msgTxInterval	5 s [-0;+1 s]	Time between two consecutive LLDP frames without any content change during steady state operation.
txTTL	21 s [-0;+1 s]	Duration for which an information from a neighbor is stored.
txNow	TRUE	Immediate transmission of a LLDP frame is used, whenever a change of the content of the local LLDP data or of the neighborhood is detected.
Neighborhood	1	Minimum number of neighbors to be stored until tooManyNeighbors is set to true. Recommended are up to 4.

4.2.6.7 Remote procedure call

4.2.6.7.1 General

UUIDs are created according to ISO/IEC 9834-8.

4.2.6.7.2 RPC client

An RPC client shall use only one RPCActivityUUID for one Application Relation. This can be created before Connect and deleted after Release.

An IO device sending an Application Ready request works as an RPC client, thus the RPC client rules apply.

Any tool (e.g. Diagnosis Tool or Topology Scanner) using Implicit Read works as an RPC client, thus the RPC client rules apply.

4.2.6.7.3 RPC server

An RPC server shall provide RPC resources for each supported Application Relation according to Table 56 and Table 57. The access of one AR type shall not influence the resources of the other AR types.

Table 58 shows the number of ImplicitARs which shall be available at an IO device.

An IO controller receiving an Application Ready indication works as an RPC server, thus the RPC server rules apply.

Table 56 – Required RPC resources

Parameter	Comment
IOCARSsingle	For each concurrently supported AR at least one resource.
IOSAR	For each concurrently supported AR at least one resource.
IOCARSR	For each concurrently supported AR at least two or four resources, one for each AR of the ARset.
DeviceAccess	For each concurrently supported AR at least one resource.
ImplicitAR	For each concurrently supported access at least one resource.

Table 57 – Required RPCActivityUUID resources

Parameter	Comment
Number of concurrently supported RPCActivityUUID resources	Shall cover the number of supported ARs including Implicit Read. Value needs to consider the expected number of clients concurrently using Implicit Read and shut down/restart behavior.

Table 58 – Number of ImplicitARs

Number of ImplicitARs	Required	Comment
1	Mandatory	Concurrently supported ImplicitARs
4	Recommended	
Other	Optional	

4.2.6.8 Remote Service Interface

Intentionally left blank.

4.2.6.9 Real Time Acyclic**4.2.6.9.1 RTA Timeout**

The RTA Timeout shall be calculated according to IEC 61158-6-10 and its range is shown in Table 59.

Table 59 – RTA Timeout deviation

Parameter	Value	Meaning
RTA Timeout deviation	[-0; +100 ms]	—

4.2.6.9.2 RTA receive resources

The RTA receive resources shall be calculated according to IEC 61158-6-10 and its range is shown in Table 60.

Table 60 – Required receive resources

Parameter	Comment
Number of supported RTA receive resources	Shall cover the number of supported RTA CRs including one additional receive resource to handle runtime issues.

4.2.6.10 LogBookData

The minimum number of entries for LogBookData are shown in Table 61.

Table 61 – Number of LogBookData entries

Node	Value	Meaning
IO device	16	At least 16 entries shall be supported

4.2.6.11 Simple Network Management Protocol

Table 62, Table 63, Table 64, Table 65 and Table 66 show the SNMP definitions which shall be supported together with this document.

Devices supporting CIMSNNMPAdjust according to Table 63 shall support the out of the box default according to Table 62.

Table 62 – Recommended out of the box default

SNMPv1 / SNMPv2	Access	Comment
Disable SNMP	No remote access to MIBs	Deactivated SNMP server is not accessible over the Ethernet interface

Table 63 – CIMSNNMPAdjust

Service	Access	Comment
CIMSNNMPAdjust	—	IOxAR: SNMP server stays only disabled during AR establishment if the command SNMPControl.SNMPDisable == Disabled is received. A station contains only one SNMP instance. Thus, all IOxARs independent from the interface are writing at the same managed object. CIM interface (Device Access): SNMP server stays disabled if the command SNMPControl.SNMPDisable == Disabled is received. Write access using an IOxAR will be rejected stating that this managed object is not owned by the IOxAR.

Table 64 – Community name, default values

Community name	Access	Comment
public	Read only	Allow only read
private	Read / Write	Allow write if supported by the addressed object

Table 65 – SNMP timeout values

Service	Timeout	Comment
SNMP Set	Recommended: < 3 s Mandatory: < 10 s	Expected maximum response delay
SNMP Get	Recommended: < 3 s Mandatory: < 10 s	Expected maximum response delay
SNMP GetNext	Recommended: < 3 s Mandatory: < 10 s	Expected maximum response delay

Table 66 – MIB objects update time values

Service	Timeout	Comment
Management Information Base (MIB) update time	Recommended: < 500 ms Mandatory: < 3 s	Expected maximum delay of an update of a MIB entry after a change of the value

4.2.6.12 Dynamic Host Configuration Protocol

Table 67 shows the DHCP options which shall be supported together with this document in case the optional feature DHCP is supported.

Table 67 – DHCP client

Option	Meaning	Comment
DHCPOption 1	Subnet Mask	Mandatory
DHCPOption 3	Next Gateway	Mandatory
SuboptionDHCP 255: DHCPParameterData = 2	Use DHCP with the given set of DHCPOptions	Mandatory
Other	—	Optional

4.2.6.13 High Availability

4.2.6.13.1 General

Table 68 shows the times used by System Redundancy and Dynamic Reconfiguration.

Table 68 – High Availability times

Parameter	Value	Comment
Maximum Takeover Time MTOT_short	Range: 100 ms – 300 s Accuracy: [-0;+1 s]	Implemented in CTLSRL, as a watch dog, to monitor the CMSRL of a device. Complementary to the MSOT_primary.
Maximum Takeover Time MTOT_long	Range: 300 s Accuracy: [-0;+1 s]	Implemented in CTLSRL, as a watch dog, to monitor the CMSRL of a device. Complementary to the MSOT_backup.
Maximum Switchover Time MSOT_primary	Range: 1 ms – 60 s Accuracy: [-100 %;+0 s]	Implemented in CMSRL, as a watch dog, to monitor the CTLSRL of a controller. Complementary to the MTOT_short.
Maximum Switchover Time MSOT_backup	Range: 1 ms – 60 s Accuracy: [-100 %;+0 s]	Implemented in CMSRL, as a watch dog, to monitor the CTLSRL of a controller. Complementary to the MTOT_long.
Redundancy Data Hold Time RDHT	Range (optional): 3 ms – 199 ms Range (mandatory): 200 ms – 65 535 ms Accuracy (Value ≤ 100 ms): [-0;+10 ms] Accuracy (Value ≤ 1 s): [-0;+100 ms] Accuracy (Value > 1 s): [-0;+300 ms]	Implemented in CMSRL, as a watch dog, to monitor the CTLSRL of a controller and the controller itself.

4.2.6.13.2 Dynamic Reconfiguration – changeable parameters

4.2.6.13.2.1 General

Dynamic Reconfiguration supports bumpless change of parameters. Some parameters are changeable bumpless, others are not.

Table 69, Table 70, Table 71, and 4.2.6.13.2.5 specify the expected behavior of an IO device supporting Dynamic Reconfiguration.

4.2.6.13.2.2 Address parameters

Table 69 shows the not bumpless changeable address parameters. MAC addresses are not configured and thus not changed.

Table 69 – Address parameter

Parameter	Changeable bumpless Yes/No
IP	No
NameOfStation	No
RPC Parameters	No

4.2.6.13.2.3 Application Relation parameters

Table 70 shows the list of all changeable AR-Parameters which an IO device shall support.

Adding or removing submodules changes all fields (e.g. ModuleIdentNumber, SubmoduleIdentNumber ...) which contain information about the used submodules.

Table 70 – AR Parameters

Service, BlockType acc. Protocol	Parameter	Changeable bumpless Yes/No
Connect.req, ARBlockReq	ARType	No
	ARUUID	Yes
	SessionKey	Yes
	CMInitiatorMACAdd	No
	CMInitiatorObjUUID	No
	ARProperties	—
	CombinedObjectContainer	Yes
	Other	No
	CMInitiatorActivityTimeoutFactor	No
	CMInitiatorUDPRTPort	Yes
	StationNameLength	No
	CMInitiatorStationName	No
Connect.req, IOCRBlockReq	Number of IOCRBlocks	Yes
	IOCRType	No
	IOCRReference	Yes
	LT	No
	IOCRProperties (RTClass)	No
	DataLength	Yes
	FrameID	Yes
	SendClockFactor	No
	ReductionRatio	Yes
	Phase	Yes
	Sequence	Yes
	FrameSendOffset	No
	DataHoldFactor	Yes
	IOCRTagHeader	No
	IOCRMulticastMACAdd	Yes
	API	Yes
	SlotNumber	Yes
	SubslotNumber	Yes
	IODataObjectFrameOffset	Yes
Connect.req, ExpectedSubmodBlockReq	API	Yes
	SlotNumber	Yes
	ModuleIdentNumber	Yes
	ModuleProperties	Yes
	SubslotNumber	Yes

Service, BlockType acc. Protocol	Parameter	Changeable bumpless Yes/No
	SubmoduleIdentNumber	Yes
	SubmoduleProperties	Yes
Connect.req, AlarmCRBlock	AlarmCRTType	No
	LT	No
	AlarmCRProperties	No
	RTATimeoutFactor	Yes
	RTARetries	Yes
	LocalAlarmReference	Yes
	MaxAlarmDataLength	No
	AlarmCRTagHeaderHigh	No
	AlarmCRTagHeaderLow	No
Connect.req, SRInfoBlock	RedundancyDataHoldFactor (RDHF)	Yes
	SRProperties	No

4.2.6.13.2.4 PDEV parameters

Table 71 shows the list of all changeable PDEV parameters which an IO device shall support.

Table 71 – PDEV parameters

PDEV Data Record	Parameter block	Change allowed Yes/No
PDPortDataCheck	CheckPeers	Yes
	CheckLineDelay	Yes
	CheckMAUType	Yes
	CheckLinkState	Yes
	CheckSyncDifference	Yes
	CheckMAUTypeDifference	Yes
PDPortDataAdjust	AdjustDomainBoundary (Sync)	No
	AdjustMulticastBoundary	No
	AdjustMAUType	Yes ^a
	AdjustLinkState	Yes ^a
	AdjustPeerToPeerBoundary	Yes
	AdjustDCPBoundary	Yes
	AdjustPreambleLength	No
PDPortFODDataAdjust	—	Yes
PDPortFODDataCheck	—	Yes
PDInterfaceFSUDDataAdjust	—	No
PDInterfaceAdjust	—	No
PDInterfaceMrpDataAdjust, PDInterfaceMrpDataCheck, PDPortMrpDataAdjust, PDPortMrplcDataAdjust, PDPortMrplcDataCheck	—	No

PDEV Data Record	Parameter block	Change allowed Yes/No
PDIRData, PDSyncData, PDIRSubframeData	—	No
PDNCDataCheck	—	No
^a Port deactivation or MAUType change causes link down of this port.		

4.2.6.13.2.5 Submodule parameters

Whether profile or vendor specific parameters of a submodule are able to be changed bumpless or not is in the responsibility of the IO device vendor.

4.2.6.14 IO device

4.2.6.14.1 General

Table 72 contains limitations for AL timing parameters of an IO device.

Table 72 – Reaction time for an IO device

Parameter	Meaning	Value
MinDeviceInterval ^a	This performance parameter is an IO device property and part of the device description.	≤ 128 ms for CP 3/4, CP 3/5, and CP 3/7 ≤ 1 ms for CP 3/6
MinDeviceIntervalUDP	This performance parameter is an IO device property.	≤ 4 000 ms for RT_CLASS_UDP
Remote_Application_Timeout ^b	The parameter Remote_Application_Timeout represents the deadline of a RPC call.	≤ 300 s
Remote_Application_Ready_Timeout ^c	The parameter Remote_Application_Ready_Timeout represents the deadline between IODControlRes (ControlCommand.PrmEnd) and IOXControlReq (ControlCommand.Application-Ready).	≤ 300 s
AR_Resource_Release_Timeout	The parameter AR_Resource_Release_Timeout represents the deadline between IODReleaseRes and IODConnectReq.	≤ 100 ms recommended ≤ 1 s mandatory
Set_Usage_Time ^c	Maximum time between the DCP_Set.rsp and the usage of the set values in all affected protocols. For the IP suite, see IP_Startup_Time.	≤ 400 ms mandatory
IP_Startup_Time ^c	Time between the DCP_Set.rsp and the accessibility of the IP layer with ARP ^d or the PROFINETIOServiceReqPDU.	≤ 30 s recommended ≤ 300 s mandatory
Reset_to_Factory_Time ^c	Time between the DCP_Set.rsp and the deletion of the name of station and the IP parameter.	≤ 30 s recommended ≤ 300 s mandatory
Autonegotiation timeout ^e	Time between the connection is established/detected and the communication parameters for the link are active.	≤ 3 s recommended ≤ 30 s mandatory

- ^a See ISO 15745-4/Amd1.
- ^b See The Open Group – Publication C706.
- ^c See IEC 61158-6-10. If supported, value valid for IO controller, too.
- ^d See IETF RFC 826.
- ^e See IEEE Std 802.3-2018.

An IO device shall support at least one ReductionRatio SendClockFactor combination, which fulfill Formula (1).

$$\text{MinDeviceInterval} = \text{RR} \times \text{SCF} \times 31,25 \mu\text{s}$$

$$\text{RR} = \frac{\text{MinDeviceInterval}}{\text{SCF} \times 31,25 \mu\text{s}} \quad (1)$$

where

MinDeviceInterval is the achieved communication interval;

SCF is the attribute SendClockFactor (see IEC 61158-5-10, Send Clock Factor);

RR is the attribute ReductionRatio (see IEC 61158-5-10, Reduction Ratio).

31,25 μs is the basic clock rate.

Each IO device implementation shall ensure that the MinDeviceInterval and Remote_Application_Timeout reach the smallest possible value.

The supported SCF in conjunction with the MinDeviceInterval limits the supported RR of a device.

The GSD of a device defines the supported ReductionRatios and SendClockFactors.

4.2.6.14.2 Data Hold Time

The Data Hold Time shall be calculated according to IEC 61158-6-10 and its range is shown in Table 73.

Table 73 – Data Hold Time deviation

Parameter	Value	Meaning
Data Hold Time deviation	Minimum (Data Hold Time); Maximum (2 × Data Hold Time; 10 ms)	The implementation shall try to stay as close as possible to the calculated minimal Data Hold Time value. It shall not exceed the maximum value.

4.2.6.15 Bridges and end stations

4.2.6.15.1 PHY delay

Table 74 shows the expected values measured from SHIM to MDI.

Table 74 – Expected PHY delay

Link Speed	RX delay ^a	TX delay ^a	Jitter
10 Mbit/s – 1 Tbit/s	Mandatory: < 1 µs Recommended: < 500 ns	Mandatory: < 1 µs Recommended: < 500 ns	< 4 ns
10 Mbit/s Special case: 10BaseT1L	Mandatory: < 2 µs Recommended: < 500 ns	Mandatory: < 2 µs Recommended: < 500 ns	< 4 ns

^a If IEEE Std 802.3-2018 defines lower values, then these definitions apply. Lower values mean lesser latencies.

4.2.6.15.2 Bridge delay

Table 75 shows the expected values in multiport switches measured from SHIM to SHIM for Cut Through and Store&Forward.

For Store&Forward and Cut Through, these values shall be achieved for 64 octet frames. For Store&Forward, longer frames may extend these values only by the time needed for the additional octets.

For Cut-Through, longer frames may extend these values to an implementation specific point, from where the delay is independent of frame length.

Table 75 – Expected Bridge delay

Link speed	Requirement	Value	Comment
10 Mbit/s	Recommended	< 54 µs	Bridge delay measure from SHIM to SHIM
	Mandatory	< 60 µs	
100 Mbit/s	Recommended	< 6 µs	
	Mandatory	< 10 µs	
1 Gbit/s	Recommended	< 2 µs	
	Mandatory	< 4 µs	
2,5 Gbit/s	Recommended	< 2 µs	
	Mandatory	< 3 µs	
5 Gbit/s	Recommended	< 2 µs	
	Mandatory	< 3 µs	
10 Gbit/s	Recommended	< 2 µs	
	Mandatory	< 2 µs	
25 Gbit/s – 1 Tbit/s	Recommended	< 2 µs	
	Mandatory	< 3 µs	

4.2.7 Media redundancy classes

Media redundancy classes are:

- **RED_CLASS_1:**
Loop prevention and ring redundancy for IEEE 802 and IETF communications combined with the RTE specific additions RT_CLASS_1 and RT_CLASS_UDP.
Class behavior distinguishes between manager (MRP Ring and/or MRP Interconnection) and client (MRP Ring and/or MRP Interconnection) as specified in IEC 61158-5-10, Media Redundancy ASE

- RED_CLASS_3:
Loop prevention and ring redundancy for IEEE 802 and IETF communications in conjunction (derived from RED_CLASS_1) with seamless media redundancy for rings with RT_CLASS_3.
- RED_CLASS_STREAM:
Loop prevention and ring redundancy for IEEE 802 and IETF communications in conjunction (derived from RED_CLASS_1) with seamless media redundancy with RT_CLASS_STREAM.

NOTE 1 RED_CLASS_1 is called media redundancy protocol (MRP) and used in conjunction with RT_CLASS_1 and RT_CLASS_3. RED_CLASS_3 is called media redundancy for planned duplication (MRPD) and used in conjunction with RT_CLASS_3.

NOTE 2 RED_CLASS_3 offers ring redundancy and needs a protocol for loop prevention. RED_CLASS_1 offers loop prevention. That is why RED_CLASS_3 inherits RED_CLASS_1.

NOTE 3 RED_CLASS_STREAM offers media redundancy and needs a protocol for loop prevention. RED_CLASS_1 offers loop prevention. That is why RED_CLASS_STREAM inherits RED_CLASS_1.

The support of multiple rings, in conjunction with at least 4 ports, is optional; the support of the coding and diagnosis extensions is recommended.

Support of media redundancy requires devices with at least 2 ports; usage is shown in Table 76 and Table 77.

At least one node in a ring shall support the manager role (Manager or Manager (Auto)) if one of the media redundancy classes is used.

Table 76 – Media redundancy class applicable in conformance classes

Media redundancy classes vs. roles	Conformance classes					
	A	B	C		D	
	RED_- CLASS_1	RED_- CLASS_1	RED_- CLASS_1	RED_- CLASS_3	RED_- CLASS_1	RED_- CLASS_STREAM
MRC MRP Client	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
MRM / MRA MRP Manager or Auto Manager	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
MIC MRP Interconnection Client	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
MIM MRP Interconnection Manager	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional

Table 77 – Media redundancy – additional forwarding rules

Additional Forwarding rules	Conformance classes							
	A		B		C		D	
	MRC MRP Client	MRM MRP Manager	MRC MRP Client	MRM MRP Manager	MRC MRP Client	MRM MRP Manager	MRC MRP Client	MRM MRP Manager
Supported	Optional							

Table 78 shows the MRP startup modes for RED_CLASS_1 after PowerOn with respect to the supported roles.

Table 78 – Media redundancy startup mode

MRC MRP Client	MRM MRP Manager	MRA MRP Manager (Auto)	Possible startup mode	Preferred startup mode
YES	NO	NO	OFF or Client	Client
YES	YES	NO	OFF or Client or Manager	Depending on the product, either Client or Manager
YES	YES	YES	OFF or Client or Manager or Manager (Auto)	Manager (Auto)

4.2.8 Media classes

Media classes are:

- Wired
- Fiber optic
- Wireless

NOTE If an interface uses media class "wireless", some definitions made for media class "wired" will not apply.

4.2.9 Records

4.2.9.1 General

Table 79 shows a version-controlled Record read service.

Table 79 – Version controlled "Read Record"

Service	Support	Meaning
IODReadReqHeader with BlockVersionLow:= 1	Mandatory for CC D Optional for CC A/B/C	Version controlled "Record read"

4.2.9.2 Index

Different records are associated with conformance class A, B, C and D as shown in Table 80, Table 81, Table 82, Table 83, Table 84, and Table 85.

Table 80 – Index (user specific)

Value (hexadecimal)	Meaning of index	Conformance class							
		A		B		C		D	
		R	W	R	W	R	W	R	W
0 – 0x7FFF	User specific RecordData	O / G		O / G		O / G		O / G	
R Read W Write O Optional G Defined by the GSD									

It is not necessary for a device application to generate diagnosis, maintenance or status information beyond the mandatory defined ones. However, the data records 0x800A, 0x800B, 0x800C, 0x8010, 0x8011, 0x8012 and 0x8013 act as a filter to the diagnosis ASE. If the diagnosis ASE does not contain any information of the requested type(s), the data record shall be returned empty. It is not allowed to state that the record does not exist.

Table 81 – Index (subslot specific)

Value (hexadecimal)	Meaning of index	Conformance class								Applicable Submodules
		A		B		C		D		
		R	W	R	W	R	W	R	W	
0x8000	ExpectedIdentificationData for one subslot	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x8001	RealIdentificationData for one subslot	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x8002 – 0x8009	Reserved	—								—
0x800A	Diagnosis in channel coding for one subslot	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x800B	Diagnosis in all codings for one subslot	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x800C	Diagnosis, Maintenance, Qualified and Status for one subslot	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x800D – 0x800F	Reserved	—								—
0x8010	Maintenance required in channel coding for one subslot	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x8011	Maintenance demanded in channel coding for one subslot	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x8012	Maintenance required in all codings for one subslot	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x8013	Maintenance demanded in all codings for one subslot	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x8014 – 0x801D	Reserved	—								—
0x801E	SubstituteValue for one subslot	G		G		G		G		All
0x801F	Reserved	—								—
0x8020	PDIRSubframeData for one subslot	—		—		G		—		Interface
0x8021 – 0x8026	Reserved	—								—
0x8027	PDPortDataRealExtended for one subslot	G	—	G	—	G	—	M	—	Port

Value (hexadecimal)	Meaning of index	Conformance class								Applicable Submodules
		A		B		C		D		
		R	W	R	W	R	W	R	W	
0x8028	RecordInputDataObjectElement for one subslot ^a	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x8029	RecordOutputDataObjectElement for one subslot	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0x802A	PDPortDataReal for one subslot	L	—	L	—	L	—	L	—	Port
0x802B	PDPortDataCheck for one subslot See Table 87	M		M		M		M		Port
0x802C	PDIRData for one subslot	—		—		M		—		Interface
0x802D	PDSyncData for one subslot with SyncID value 0	—		G		M		G		Interface
0x802E	Reserved (legacy)	—								—
0x802F	PDPortDataAdjust for one subslot See Table 86	M		M		M		M		Port
0x8030	IsochronousModeData for one subslot	—		—		G		G		All
0x8031	PDTimeData for one subslot	—		G		G		G		Interface
0x8032 – 0x804F	Reserved (legacy)	—		—		—		—		—
0x8050	PDInterfaceMrpDataReal for one subslot	G		G		G		G		Interface
0x8051	PDInterfaceMrpDataCheck for one subslot	G		G		G		G		Interface
0x8052	PDInterfaceMrpDataAdjust for one subslot	G		G		G		G		Interface
0x8053	PDPortMrpDataAdjust for one subslot	G		G		G		G		Port
0x8054	PDPortMrpDataReal for one subslot	G		G		G		G		Port
0x8055	PDPortMrplcDataAdjust for one subslot	G		G		G		G		Port
0x8056	PDPortMrplcDataCheck for one subslot	G		G		G		G		Port
0x8057	PDPortMrplcDataReal for one subslot	G		G		G		G		Port
0x8058 – 0x805F	Reserved	—								—
0x8060	PDPortFODataReal for one subslot	G		G		G		G		Port
0x8061	PDPortFODataCheck for one subslot	G		G		G		G		Port
0x8062	PDPortFODataAdjust for one subslot	G		G		G		G		Port
0x8063	PDPortSFPDataCheck for one subslot	G		G		G		G		Port
0x8064 – 0x806F	Reserved	—								—
0x8070	PDNCDataCheck for one subslot	G		G		G		G		Interface
0x8071	PDInterfaceAdjust for one subslot	M		M		M		M		Interface
0x8072	PDPortStatistic for one subslot	O		M		M		M		Interface, Port
0x8073 – 0x807F	Reserved	—								—
0x8080	PDInterfaceDataReal for one subslot	M		M		M		M		Interface
0x8081 – 0x808F	Reserved	—								—
0x8090	PDInterfaceFSUDataAdjust	G		G		G		G		Interface
0x8091 – 0x909F	Reserved	—								—
0x80A0	Profiles covering energy saving – Record_0	G		G		G		G		All

Value (hexadecimal)	Meaning of index	Conformance class								Applicable Submodules
		A		B		C		D		
		R	W	R	W	R	W	R	W	
0x80A1 – 0x80AE	Reserved for profiles covering energy saving	—								—
0x80AF	PE_StatusData for one subslot	G	—	G	—	G	—	G	—	All
0x80B0	CombinedObjectContainer	—	G	—	G	—	G	—	G	All
0x80B1 – 0x80BF	Reserved	—								—
0x80C0 – 0x80CE	Reserved for profiles covering reporting system	—								—
0x80CF	RS_AdjustObserver	G		G		G		G		All
0x80D0 – 0x80DF	Reserved for profiles covering condition monitoring	—								—
0x80E0 – 0x80EF	Reserved for profiles covering functional safety	G		G		G		G		Functional safety
0x80F0	CIMNetConfDataReal	—		—		—		M		Interface
0x80F1	CIMStreamPathData	—		—		—		M		Interface
0x80F2	CIMSyncTreeData	—		—		—		M		Interface
0x80F3	CIMUploadNetworkAttributes	—		—		—		M		Interface
0x80F4	CIMExpectedNetworkAttributes	—		—		—		M		Interface
0x80F5	CIMNetConfDataAdjust	—		—		—		M		Interface
0x80F6 – 0x80FF	Reserved for Time aware systems	—								—
0x8100 – 0x81FF	Reserved	—								—
0x8200	CIMSNMPAdjust for one subslot	G		G		G		G		Interface
0x8201 – 0x82FF	Reserved	—								—
0x8300 – 0xAFEF	Reserved	—								—
0xAFF0	I&M0 ^b	M	—	M	—	M	—	M	—	All
0xAFF1	I&M1 ^{c d}	O	G	O	G	O	G	O	G	All
0xAFF2	I&M2 ^{c d}	O	G	O	G	O	G	O	G	All
0xAFF3	I&M3 ^{c d}	O	G	O	G	O	G	O	G	All
0xAFF4	I&M4 ^{c e}	O	G	O	G	O	G	O	G	All
0xAFF5	I&M5 ^f	O	—	O	—	O	—	O	—	All
0xAFF6 – 0xAFFF	I&M6 – I&M15	O		O		O		O		All
0xB000 – 0xBFFF	Reserved for profiles	O		O		O		O		All

R Read

W Write

M Mandatory

O Optional

G Defined by the GSD

L Optional but support recommended for compatibility reasons

- | | |
|---|--|
| a | Optional for input submodules without Data. |
| b | Each submodule containing firmware should support this record to provide the defined versioning information. |
| c | If defined writeable by GSD also readable. |
| d | Mandatory, read- and writeable, for at least one submodule, e.g. interface submodule. |
| e | Handling defined by Functional Safety if used for Functional Safety submodules. |
| f | Used as I&M0 extension. |

Table 82 – Index (slot specific)

Value (hexadecimal)	Meaning of index	Conformance class							
		A		B		C		D	
		R	W	R	W	R	W	R	W
0xC000	ExpectedIdentificationData for one slot	M	—	M	—	M	—	M	—
0xC001	RealIdentificationData for one slot	M	—	M	—	M	—	M	—
0xC002 – 0xC009	Reserved	—							
0xC00A	Diagnosis in channel coding for one slot	M	—	M	—	M	—	M	—
0xC00B	Diagnosis in all codings for one slot	M	—	M	—	M	—	M	—
0xC00C	Diagnosis, Maintenance, Qualified and Status for one slot	M	—	M	—	M	—	M	—
0xC00D – 0xC00F	Reserved	—							
0xC010	Maintenance required in channel coding for one slot	M	—	M	—	M	—	M	—
0xC011	Maintenance demanded in channel coding for one slot	M	—	M	—	M	—	M	—
0xC012	Maintenance required in all codings for one slot	M	—	M	—	M	—	M	—
0xC013	Maintenance demanded in all codings for one slot	M	—	M	—	M	—	M	—
0xC014 – 0xCFFF	Reserved	—							
0xD000 – 0xDFFF	Reserved for profiles	O	—	O	—	O	—	O	—

R Read
 W Write
 M Mandatory
 O Optional
 G Defined by the GSD

Table 83 – Index (AR specific)

Value (hexadecimal)	Meaning of index	Conformance class							
		A		B		C		D	
		R	W	R	W	R	W	R	W
0xE000	ExpectedIdentificationData for one AR	M	—	M	—	M	—	M	—
0xE001	RealIdentificationData for one AR	M	—	M	—	M	—	M	—
0xE002	ModuleDiffBlock for one AR	M	—	M	—	M	—	M	—
0xE003 – 0xE009	Reserved	—							
0xE00A	Diagnosis in channel coding for one AR	M	—	M	—	M	—	M	—
0xE00B	Diagnosis in all codings for one AR	M	—	M	—	M	—	M	—
0xE00C	Diagnosis, Maintenance, Qualified and Status for one AR	M	—	M	—	M	—	M	—
0xE00D – 0xE00F	Reserved	—							
0xE010	Maintenance required in channel coding for one AR	M	—	M	—	M	—	M	—
0xE011	Maintenance demanded in channel coding for one AR	M	—	M	—	M	—	M	—
0xE012	Maintenance required in all codings for one AR	M	—	M	—	M	—	M	—
0xE013	Maintenance demanded in all codings for one AR	M	—	M	—	M	—	M	—
0xE014 – 0xE02F	Reserved	—							
0xE030	PE_EntityFilterData for one AR	G	—	G	—	G	—	G	—
0xE031	PE_EntityStatusData for one AR	G	—	G	—	G	—	G	—
0xE032 – 0xE03F	Reserved	—							
0xE040	MultipleWrite ^b	—	M	—	M	—	M	—	M
0xE041 – 0xE04F	Reserved	—							
0xE050	Legacy ARFSUDDataAdjust ^a data for one AR	G ^a							
0xE051 – 0xE05F	Reserved for FastStartUp	—							
0xE060	RS_GetEvent	G	—	G	—	G	—	G	—
0xE061	RS_AckEvent	—	G	—	G	—	G	—	G
0xE062 – 0xEBFF	Reserved	—							
0xEC00 – 0xEFFF	Reserved for profiles	O	—	O	—	O	—	O	—

R Read

W Write

M Mandatory

O Optional

G Defined by the GSD

^a Record ARFSUDDataAdjust write shall be rejected, when using legacy startup mode.

^b The GSD attribute shall be set accordingly.

Table 84 – Index (API specific)

Value (hexadecimal)	Meaning of index	Conformance class							
		A		B		C		D	
		R	W	R	W	R	W	R	W
0xF000	RealIdentificationData for one API	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF001 – 0xF009	Reserved	—							
0xF00A	Diagnosis in channel coding for one API	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF00B	Diagnosis in all codings for one API	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF00C	Diagnosis, Maintenance, Qualified and Status for one API	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF00D – 0xF00F	Reserved	—							
0xF010	Maintenance required in channel coding for one API	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF011	Maintenance demanded in channel coding for one API	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF012	Maintenance required in all codings for one API	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF013	Maintenance demanded in all codings for one API	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF014 – 0xF01F	Reserved	—							
0xF020	ARData for one API	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF021 – 0xF3FF	Reserved	—							
0xF400 – 0xF7FF	Reserved for profiles	O	—	O	—	O	—	O	—

R Read

W Write

M Mandatory

O Optional

G Defined by the GSD

Table 85 – Index (device specific)

Value (hexadecimal)	Meaning of index	Conformance class							
		A		B		C		D	
		R	W	R	W	R	W	R	W
0xF800 – 0xF80B	Reserved	—							
0xF80C	Diagnosis, Maintenance, Qualified and Status for one device	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF80D – 0xF81F	Reserved	—							
0xF820	ARData	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF821	APIData	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF822 – 0xF82F	Reserved	—							
0xF830	LogBookData	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF831	PdevData	—	—	O	—	O	—	O	—
0xF832 – 0xF83F	Reserved	—							
0xF840	I&M0FilterData ^a	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF841	PDRealData	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF842	PDExpectedData	M	—	M	—	M	—	M	—
0xF843 – 0xF84F	Reserved	—							
0xF850 – 0xF85F	Reserved	—							
0xF860	Controller to controller communication GSD upload using UploadBLOBQuery and UploadBLOB	G	—	G	—	G	—	G	—
0xF861	Controller to controller communication Nested diagnosis info	G	—	G	—	G	—	G	—
0xF862 – 0xF86E	Reserved for Controller to controller communication 2...14	—							
0xF86F	Reserved for Controller to controller communication 15	G	—	G	—	G	—	G	—
0xF870	PE_EntityFilterData	G	—	G	—	G	—	G	—
0xF871	PE_EntityStatusData	G	—	G	—	G	—	G	—
0xF872 – 0xF87F	Reserved	—							
0xF880	AssetManagementData - Asset management info	G	—	G	—	G	—	G	—
0xF881 ^b	AssetManagementData - Asset management info	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF882 ^b	AssetManagementData - Asset management info	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF883 ^b	AssetManagementData - Asset management info	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF884 ^b	AssetManagementData - Asset management info	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF885 ^b	AssetManagementData - Asset management info	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF886 ^b	AssetManagementData - Asset management info	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF887 ^b	AssetManagementData - Asset management info	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF888 ^b	AssetManagementData - Asset management info	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF889 ^b	AssetManagementData - Asset management info	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF88A – 0xF8EF	Reserved	—							
0xF8F0	Stream Add using UNIAddStreamReq and UNIAddStreamRsp	—	—	—	—	—	—	M	—
0xF8F1	RsiInstances	O	—	O	—	O	—	M	—
0xF8F2	Stream Remove using UNIRemoveStreamReq and UNIRemoveStreamRsp	—	—	—	—	—	—	M	—

Value (hexadecimal)	Meaning of index	Conformance class							
		A		B		C		D	
		R	W	R	W	R	W	R	W
0xF8F3	Stream Renew using UNIRenewStreamReq and UNIRenewStreamRsp	—	—	—	—	—	—	M	—
0xF8F4 – 0xF8FF	Reserved	—							
0xF900	Reserved for security CIMSecurityServiceBlock	G	—	G	—	G	—	G	—
0xF901	CIMDCPSERVICE	G	—	G	—	G	—	G	—
0xF902	CIMNetConfService	G	—	G	—	G	—	G	—
0xF903 – 0xF91F	Reserved	—							
0xF920	CIMElectricPowerReal	G	—	G	—	G	—	G	—
0xF921 – 0xFBFE	Reserved	—							
0xFBFF	Trigger index for the RPC connection monitoring	M	—	M	—	M	—	M	—
0xFC00 – 0xFFFF	Reserved for profiles	O	—	O	—	O	—	O	—
R Read W Write M Mandatory O Optional G Defined by the GSD									
^a Each entry defines an owner of the responded I&M data. Submodules not stated in this list respond the values of their representative submodule.									
^b Each of these records can be available but shall only be supported if 0xF880 is available, too.									

4.2.9.3 Record sub blocks

4.2.9.3.1 General

The following definitions apply if the protocol is defined for the implemented MAU type of the affected port.

4.2.9.3.2 PDPortDataAdjust

Different sub blocks of the PDPortDataAdjust record are associated with conformance class A, B, C and D as shown in Table 86.

Table 86 – PDPortDataAdjust (sub blocks)

Value (hexadecimal)	Meaning of sub block	Conformance class							
		A		B		C		D	
		R	W	R	W	R	W	R	W
—	AdjustDomainBoundary	—		M ^a		M		M	
—	AdjustMulticastBoundary	—		M ^b					
—	AdjustMAUType	G				M ^g		M ^{g h}	
—	AdjustLinkState	G				M			
—	AdjustPeerToPeerBoundary	M ^c		M ^d		M ^e			
—	AdjustDCPBoundary	M							
—	AdjustPreambleLength	—		M ^f		—			
R Read									
W Write									
M Mandatory									
O Optional									
G Defined by the GSD									
^a Mandatory if PTCP is supported; optional specified by GSD in any other case.									
^b Mandatory if Multicast Communication relation is supported; optional specified by GSD in any other case.									
^c Only LLDP boundary is mandatory.									
^d LLDP and if supported PTCP and IEEE Std 802.1AS-2020; these boundaries are mandatory.									
^e LLDP, PTCP and if supported IEEE Std 802.1AS-2020; these boundaries are mandatory.									
^f Mandatory if the application class high performance applies; optional specified by GSD in any other case.									
^g Mandatory if fast startup is supported; optional specified by GSD in any other case.									
^h Any non-IEEE Std 802.3-2018 MAUType shall be coded using MAUTypeExtension format.									

4.2.9.3.3 PDPortDataCheck

Different sub blocks of the PDPortDataCheck record are associated with conformance class A, B, C and D as shown in Table 87.

Table 87 – PDPortDataCheck (sub blocks)

Value (hexadecimal)	Meaning of index	Conformance class							
		A		B		C		D	
		R	W	R	W	R	W	R	W
—	CheckPeers	M							
—	CheckLineDelay	—		M ^a		M			
—	CheckMAUType	G				M		M ^b	
—	CheckLinkState	G				M			
—	CheckSyncDifference	—		M ^a		M			
—	CheckMAUTypeDifference	M							
—	CheckMAUTypeExtension	G				G		M ^b	
R Read									
W Write									
M Mandatory									
O Optional									
G Defined by the GSD									
^a Mandatory if PTCP is supported.									
^b Any non-IEEE Std 802.3-2018 MAUType shall be coded using MAUTypeExtension format (e.g. POF).									

4.2.10 Communication feature list

Table 88 shows a list of PROFINET features.

Table 88 – Communication feature list

Feature	Conformance Classes			
	A	B	C	D
Provider for multicast communication relation (MCR)	Optional			
Shared device	Optional			
Shared input	Optional			
Fast startup	Optional			
Device access	Optional			
Supervisor Application Relation	IO controller: — IO device: Recommended			
Implicit Application Relation	IO controller: Optional IO device: Mandatory			
AutoNameOfStationAssignment See CTLDINA in IEC 61158-6-10	IO controller: Recommended IO device: —			

4.3 Conformance class behaviors

4.3.1 General

The content of the conformance classes is partially derived from Draft IEC/IEEE 60802. CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 and CP 3/7 specify the different node classes in the CPF 3 subclauses. A CP is associated to a conformance class. The application classes are selected in conformance class. Media redundancy is selected in a conformance class.

A device is build based on a selection out of application, PROFINET profile, PROFINET, end station, bridge and media as shown in Figure 6, Figure 7 and Figure 8.

In this document the following communication profiles are specified for CPF 3:

- CP 3/4, see Table 89 and Table 90 for conformance class A;
- CP 3/5, see Table 89 and Table 90 for conformance class B;
- CP 3/6, see Table 89 and Table 90 for conformance class C.
- CP 3/7, see Table 89 and Table 90 for conformance class D.

If a device supports the conformance class D in addition to the conformance classes A, B, or C then all definitions of conformance class D are valid for the operation of the conformance classes A, B, and C.

Table 89 – IO controller, IO device, IO supervisor and Network Management Entity

—	CP 3/4	CP 3/5	CP 3/6	CP 3/7
Application	—	—	—	—
PROFINET profile	—	—	—	—
IO controller ^b IO device ^b IO Supervisor _b Network Management Entity ^b	See 4.3.2	See 4.3.2	See 4.3.2	See 4.3.2
End Station	See 4.3.3 ^{c d}	See 4.3.3	See 4.3.3	See 4.3.3
Bridge ^a	See 4.3.4 ^c	See 4.3.4	See 4.3.4	See 4.3.4
^a Implemented in case of bridged end station. ^b At least one of these functionalities shall be implemented; multiple functionalities can be implemented. ^c One port may support wireless. ^d If SNMP is supported (optional), then the definitions from 4.3.3.2.2 apply.				

Table 90 – Network Component

—	CP 3/4	CP 3/5	CP 3/6	CP 3/7
Application	—	—	—	—
PROFINET profile	—	—	—	—
IO controller IO device IO Supervisor Network Management Entity	—	—	—	—
End Station	See 4.3.3	—	—	—
Bridge ^a	See 4.3.4 and 4.3.5	—	—	—
^a Both, wireline, and wireless media possible.				

4.3.2 IO controller, IO device, IO supervisor and Network Management Entity

Table 91 and Table 92 show the requirements for components with IO controller, IO device or IO supervisor functionality.

The conformance classes are laid out in such a way that a lower conformance class is a subset of a higher conformance class except for conformance class D. Thus, higher class devices are interoperable with lower class devices by using the capabilities of the lower class only.

A particular submodule of an IO device may enforce the IO controller to use isochronous mode operation (indicated with the GSD attribute IsochroneModeRequired) and thus in consequence enforces the IO controller to use conformance class C or D. Such an IO device with that submodule will not be able to operate with an IO controller supporting only conformance class A and/or B.

Table 91 – Conformance class behaviors

General classes	Conformance Classes			
	A	B	C	D
CP	CP 3/4	CP 3/5	CP 3/6	CP 3/7
Application classes ^a (see 4.2.3)	See 4.2.3			
Communication classes ^b (see 4.2.4)	See 4.2.4			
Communication feature list (see 4.2.10)	See 4.2.10			
^a Selection of isochronous mode operation requires the support of class C or class D.				
^b All conformance classes allow IETF communication combined with the RTE specific additions. The attributes RT_CLASS_x are specified in IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass.				

Table 92 – Node classes

Node class	Supported	Data rates	Meaning
IO controller	YES	100 Mbit/s to 10 Gbit/s	—
IO device	YES	10 Mbit/s to 10 Gbit/s	—
IO supervisor	YES	100 Mbit/s to 10 Gbit/s	—
Network Management Entity	YES	100 Mbit/s to 10 Gbit/s	—

4.3.3 End station component

4.3.3.1 General

The local injected non-real time traffic of each end station should be limited per millisecond according to Table 93 to avoid a network overload.

Table 93 – Link speed dependent local injection per Ethernet interface

Link speed	Principle value CIR	Principle value CBS ^a	Arithmetic value	Meaning
10 Mbit/s	2,5 Mbit/s	8 192 octets	312,5 octets/ms	Real value will be configured using queue-based traffic shaping algorithms and gate control. Calculation is done by applying models defined in MEF 10.4.
100 Mbit/s	25 Mbit/s	8 192 octets	3 125 octets/ms	
1 Gbit/s	250 Mbit/s	8 192 octets	31 250 octets/ms	
2,5 Gbit/s	undefined	undefined	undefined	
5 Gbit/s	undefined	undefined	undefined	
10 Gbit/s	undefined	undefined	undefined	
^a Implemented by four CBS "buckets" each with 2 048 octets.				

The number of octets can be calculated by Formula (2).

$$\begin{aligned} \text{MaximumOctets} &= 1 \text{ ms} / \text{DurationOctet}[\text{Link speed}] \\ 25 \% &= \text{MaximumOctets} / 4 \end{aligned} \quad (2)$$

where

MaximumOctets is the maximum number of octets possible;

1 ms is the observation interval;

DurationOctet[] is the duration of an octet as a function of data rate.

4.3.3.2 System Management Entity

4.3.3.2.1 General

System management is used to discover the topology, get network diagnosis, and assign names to the devices.

4.3.3.2.2 SNMPv1/v2 and MIBs

Table 94 shows the selected features for SNMP.

Table 94 – SNMP feature selection

Feature	Supported	Value	Meaning
SNMPv1/v2	Yes	—	SNMP is used for topology discovery and device identification Port supporting wireless communication are not covered by SNMP and MIBs.
IETF RFC 1213-MIB (MIB-2)	Yes	See Table 95	Used for network diagnosis
LLDP-MIB LLDP-EXT-DOT1-MIB LLDP-EXT-DOT3-MIB LLDP-EXT-PNO-MIB	Yes	See Table 96, Table 97, Table 98, Table 99, Table 100, Table 101, and Table 102	IEEE Std 802.1AB-2016, 11.3.1. in version 1 mode together with version 1 MIB. The additional support of version 2 mode and version 2 MIBs is optional. The OIDs shown in Table 96, Table 97, Table 98, Table 99, Table 100, Table 101, and Table 102 shall be supported, other OIDs of the referenced MIBs should be supported. IEC 61158-6-10 defined extensions shall be supported.
IEEE 802.1AS-MIB	Optional	—	—
IEEE 802.1Q-BRIDGE-MIB	Optional	See Table 103	Used for network diagnosis
PNO MIB	Optional	—	—

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-2-3:2023

Table 95 – IETF RFC 1213-MIB (MIB-2) objects

OID tree entry	Object identification	Meaning
iso(1). org (3). dod(6). internet(1). mgmt(2). mib-2(1). system(1).	sysDescr(1), sysObjectID(2), sysUpTime(3), sysContact ^a (4), sysName ^a (5), sysLocation ^a (6), sysServices(7)	Mandatory
iso(1). org (3). dod(6). internet(1). mgmt(2). mib-2(1). interfaces(2).	ifNumber	Mandatory
iso(1). org (3). dod(6). internet(1). mgmt(2). mib-2(1). interfaces(2). ifTable(2). ifEntry.	ifIndex(1), ifDescr(2), ifType(3), ifMtu(4), ifSpeed(5), ifPhysAddress(6), ifAdminStatus(7), ifOperStatus(8)	Mandatory
iso(1). org (3). dod(6). internet(1). mgmt(2). mib-2(1). interfaces(2). ifTable(2). ifEntry.	ifInOctets(10), ifInDiscards(13) ^b , ifInErrors(14) ^b , ifOutOctets(16), ifOutDiscards(19) ^b , ifOutErrors(20) ^b	Mandatory ^c
^a These objects are writeable. ^b These objects should be supported. ^c These objects shall be supported for the physical ports "Port" and should be supported by the management port "Interface".		

Table 96 – LLDP-MIB objects – range 1

OID tree entry	Object identification	Meaning
1.0.8802.1.1.2.1.1	lldpMIB.lldpObjects.lldpConfiguration	Mandatory
1.0.8802.1.1.2.1.1.7	.lldpConfigManAddrTable	
1.0.8802.1.1.2.1.1.7.1	.lldpConfigManAddrEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.1.7.1.1	.lldpConfigManAddrPortsTxEnable	

Table 97 – LLDP-MIB objects – range 2

OID tree entry	Object identification	Meaning
1.0.8802.1.1.2.1.3	IldpMIB.IldpObjects.IldpLocalSystemData	Mandatory
1.0.8802.1.1.2.1.3.1	.IldpLocChassisIdSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.3.2	.IldpLocChassisId	
1.0.8802.1.1.2.1.3.7	.IldpLocPortTable	
1.0.8802.1.1.2.1.3.7.1	.IldpLocPortTableEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.3.7.1.1	.IldpLocPortNum	
1.0.8802.1.1.2.1.3.7.1.2	.IldpLocPortIdSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.3.7.1.3	.IldpLocPortId	
1.0.8802.1.1.2.1.3.8	.IldpLocManAddrTable	
1.0.8802.1.1.2.1.3.8.1	.IldpLocManAddrTableEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.3.8.1.1	.IldpLocManAddrSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.3.8.1.2	.IldpLocManAddr	

Table 98 – LLDP-MIB objects – range 3

OID tree entry	Object identification	Meaning
1.0.8802.1.1.2.1.4	IldpMIB.IldpObjects.IldpRemoteSystemsData	Mandatory
1.0.8802.1.1.2.1.4.1	.IldpRemTable	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1	.IldpRemEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.1	.IldpRemTimeMark	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.2	.IldpRemLocalPortNum	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.3	.IldpRemIndex	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.4	.IldpRemChassisIdSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.5	.IldpRemChassisId	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.6	.IldpRemPortIdSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.7	.IldpRemPortId	
1.0.8802.1.1.2.1.4.2	.IldpRemManAddrTable	
1.0.8802.1.1.2.1.4.2.1	.IldpRemManAddrEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.4.2.1.1	.IldpRemManAddrSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.4.2.1.2	.IldpRemManAddr	

Table 99 – LLDP-EXT-PNO-MIB objects – range 1

OID tree entry	Object identification	Meaning
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2	lldpMIB.lldpObjects.lldpExtensions.lldpXPnoMIB.lldpXPnoObjects.lldpXPnoLocalData	Mandatory
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1	.lldpXPnoLocTable	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1.1	.lldpXPnoLocEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1.1.1	.lldpXPnoLocLPDValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1.1.2	.lldpXPnoLocPortTxDVValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1.1.3	.lldpXPnoLocPortRxDVValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1.1.6	.lldpXPnoLocPortNoS	

Table 100 – LLDP-EXT-PNO-MIB objects – range 2

OID tree entry	Object identification	Meaning
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3	lldpMIB.lldpObjects.lldpExtensions.lldpXPnoMIB.lldpXPnoObjects.lldpXPnoRemoteData	Mandatory
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1	.lldpXPnoRemTable	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1.1	.lldpXPnoRemEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1.1.1	.lldpXPnoRemLPDValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1.1.2	.lldpXPnoRemPortTxDVValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1.1.3	.lldpXPnoRemPortRxDVValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1.1.6	.lldpXPnoRemPortNoS	

Table 101 – LLDP-EXT-DOT3-MIB objects – range 1

OID tree entry	Object identification	Meaning
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.2	lldpMIB.lldpObjects.lldpExtensions.lldpXdot3MIB.lldpXdot3Objects.lldpXdot3LocalData	Mandatory
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.2.1.1.2	.lldpXdot3LocPortAutoNegEnabled	
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.2.1.1.4	.lldpXdot3LocPortOperMauType	

Table 102 – LLDP-EXT-DOT3-MIB objects – range 2

OID tree entry	Object identification	Meaning
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.3	lldpMIB.lldpObjects.lldpExtensions.lldpXdot3MIB.lldpXdot3Objects.lldpXdot3RemoteData	Mandatory
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.3.1.1.2	.lldpXdot3RemPortAutoNegEnabled	
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.3.1.1.4	.lldpXdot3RemPortOperMauType	

Table 103 – IEEE 802.1Q-BRIDGE-MIB objects

OID tree entry	Object identification	Meaning
iso(1). org(3). ieee(111). standards-association-numbers- series-standards(2). lan-man-stds(802). ieee802dot1(1). ieee802dot1mibs(1). ieee8021QBridgeMib(4). ieee8021QBridgeMibObjects(1). ieee8021QBridgeVlan(4). ieee8021QBridgePortVlanStatisticsT able(6)	ieee8021QBridgePortVlanStatisticsEntry ieee8021QBridgeTpVlanPortInFrames (1), ieee8021QBridgeTpVlanPortOutFrames (2), ieee8021QBridgeTpVlanPortInDiscards (3)	Optional ^a
^a These objects shall be supported for the physical ports "Port" and should be supported by the management port "Interface", together with all active VLANs.		

4.3.3.2.3 NETCONF and YANG modules

Table 104 shows the selected features for NETCONF.

Table 104 – NETCONF feature selection

Feature	Supported	Value	Meaning
NETCONF	Optional	—	—
YANG modules	Optional	—	—

4.3.3.3 IEC 61784-5-3

See 4.3.4.2.

4.3.3.4 IEEE Std 802.3-2018

Table 105 and Table 106 show the selected features for an Ethernet interface.

Table 105 – IEEE Std 802.3-2018 feature selection

Feature	C C A	C C B	C C C	C C D	Value	Meaning
MAU Type	One or more out of				10 Mbit/s to 10 Gbit/s	Select from available MAU types which fulfils the required features. Where auto-negotiation and auto-polarity are defined, they shall be supported. Synchronization error budget shall be kept. IEEE Std 802.1AB-2016 and IEEE Std 802.1AS-2020 shall be supported.
Maximum frame size	R	R	R	M	2 000 octets	For CP 3/4, CP 3/5, and CP 3/6 a maximum frame size of 1 522 is accepted.
Preemption	R	R	R	M	10 Mbit/s ^a to 1 Gbit/s	—
Preemption	R	R	R	R	2,5 Gbit/s to 10 Gbit/s	—
Preemption MinimumInitial FragmentSize	R	R	R	M	64 octets	The transmission port can be blocked for 64 + 64 octets.
R Recommended						
M Mandatory						
^a 10 Mbit/s (10Base-T1L and others supporting the required PHY layer interfaces) additional to IEEE Std 802.3-2018.						

Table 106 – IEEE Std 802.1Q-2018 feature selection

Feature	C C A	C C B	C C C	C C D	Value	Meaning
Queues	R	R	R	M	Eight	End station: Eight Bridge: - Eight queues recommended - Six queues are acceptable, if bridge resource protection for the non stream traffic is covered. - CP 3/4 and CP 3/5: - At least two queues, recommended eight queues. - CP 3/4 and CP 3/5: - At least four queues, recommended eight queues.

Feature	C C A	C C B	C C C	C C D	Value	Meaning
VLAN identification	R	R	R	M	At least five	End station: – Five – CP 3/4: – Sender should support a VLAN-tag and receiver shall support a VLAN-tag. – If the used UDP/IP-stack does not provide VLAN-tag support, the IP frames may be transmitted without a VLAN-tag. – CP 3/5 and CP 3/6: – Sender shall support a VLAN-tag and receiver shall support a VLAN-tag. – If the used UDP/IP-stack does not provide VLAN-tag support, the IP frames may be transmitted without a VLAN-tag. Bridge: Eight
VIDs used for streams	R	R	R	M	At least four	—
VIDs used for non-streams	R	R	R	M	At least one	End station: One Bridge: Four
FDB size for streams Clause 8.8	R	R	R	M	Depending on the number of supported streams	End station: Depending on the number of supported streams Bridge: At least 2 048 static entries per stream VID or 8 192 for all stream VID
FDB size for non-streams Clause 8.8	R	R	R	M	Depending on the number of supported protocols	End station: Depending on the number of supported protocols Bridge: At least 2 048 learned or static entries for all non-stream VID
Transmission selection control Clause 8.6.8	R	R	R	M	Strict priority, Enhancements for Transmission Selection	End station: Strict priority, Enhancements for Transmission Selection Bridge: Strict priority
Scheduled traffic Clause 8.6.9 and 8.6.8.4	R	R	R	M	10 Mbit/s to 10 Gbit/s	End station: – All mandatory – Mandatory: IEEE Std 802.1AS-2020 maintained ClockTarget for 4.2.2.1 1) a) and b), and 2) a) and b) – Recommended: IEEE Std 802.1AS-2020 maintained ClockTarget for 4.2.2.1 1) c), and 2) c) – Optional: IEEE Std 802.1AS-2020 maintained ClockTarget for 4.2.2.1 1) d), and 2) d) Bridge: Only 100 Mbit/s mandatory
Gate control list entries Clause 8.6.8.4	R	R	R	M	At least eight	End station: Eight Bridge: Three
Tick granularity Clause 8.6.8.4	R	R	R	M	≤ 10 ns	—
Number of Hold & Release events Clause 12.30.1	R	R	R	M	One and one	End station: One and one, if needed Bridge: One and one

Feature	C C A	C C B	C C C	C C D	Value	Meaning
Admin Cycle Time range Clause 8.6.8.4	R	R	R	M	31,25 μs to 1 ms in 31,25 μs steps 25 μs to 1 ms in 25 μs steps	End station: Selection out of this range; depending on the application requirements; 1 ms mandatory Bridge: Selection out of this range; depending on the application requirements; 1 ms mandatory
Timing points for scheduled traffic Clause 12.29.2	R	R	R	M	≤ 10 ns	End station: Time-aware offset control Bridge: Gate Control List and Gating Cycle
Minimum gap for transmission of consecutive frames	R	R	R	M	IPG	96 bit times Testing this value should be done by checking according to the following formula: operational IPG ≤ administrative IPG + 8 bit times
Maximum gap for transmission of consecutive frames	R	R	R	M	IPG	2 000 bit times Testing this value should be done by checking according to the following formula: operational IPG ≤ administrative IPG + 8 bit times
Preemption Clause 6.7.2	R	R	R	M	10 Mbit/s to 1 Gbit/s	—
Preemption Clause 6.7.2	R	R	R	R	2,5 Gbit/s to 10 Gbit/s	—
Forwarding resources	See Table 93				—	—
R Recommended M Mandatory						

4.3.3.5 IEEE Std 802.1AB-2016

See 4.3.4.5.

4.3.3.6 IEEE Std 802.1AS-2020

See 4.3.4.6.

4.3.3.7 IEEE Std 802.1CB-2017

See 4.3.4.7.

4.3.3.8 IEEE Std 802.1Q-2018

See 4.3.4.8.

4.3.3.9 Cut through

See 4.3.4.9.

4.3.3.10 IEEE Std 802.11-2020 or IEEE Std 802.15.1-2005

See 4.3.4.10.

4.3.4 Bridge component

4.3.4.1 General

Bridge components and bridged end stations (see Figure 2) according to IEEE Std 802.1Q-2018 and IEEE Std 802.3-2018 can host the node classes shown in Table 107.

Table 107 – Node classes for bridge

Node class	Supported	Data rates	Meaning
End station	YES	Internal	Internal connection between end station component and bridge component may use whatever link speed fits.
Bridge	YES	10 Mbit/s to 10 Gbit/s	—

Table 108 and Table 109 show the requirements for bridges if different Link Speeds are used together with time aware systems.

Table 108 – Supported concurrent Link Speed for bridges

Port A	Port B					
	10 Mbit/s	100 Mbit/s	1 Gbit/s	2,5 Gbit/s	5 Gbit/s	10 Gbit/s
10 Mbit/s	Mandatory	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
100 Mbit/s	Optional	Mandatory	Optional	Optional	Optional	Optional
1 Gbit/s	Optional	Optional	Mandatory	Optional	Optional	Optional
2,5 Gbit/s	Optional	Optional	Optional	Mandatory	Optional	Optional
5 Gbit/s	Optional	Optional	Optional	Optional	Mandatory	Optional
10 Gbit/s	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional	Mandatory

Table 109 – IEEE Std 802.1Q-2018 bridge components for Conformance Class D

Data rate	IEC 61158-x-10	IEEE Std 802.1Q-2018 IEEE Std 802.3-2018	IEEE Std 802.1Q-2018 IEEE Std 802.1AS-2020
	Cut-through ^a	Preemption	Scheduled traffic
10 Mbit/s	YES ^b	YES	YES
100 Mbit/s	YES ^b	YES	YES
1 Gbit/s	YES ^b	YES	Optional
2,5 Gbit/s	Optional	Optional	Optional
5 Gbit/s	Optional	Optional	Optional
10 Gbit/s	Optional	Optional	Optional
^a Direct and delayed Cut-through for all queues and ports.			
^b Shall be supported by bridge components with two external visible ports and should be supported by all other bridge components.			

4.3.4.2 IEC 61784-5-3

Table 110 shows the selected features from IEC 61784-5-3.

Table 110 – IEC 61784-5-3 feature selection

Feature	Supported	Value	Meaning
Installation	Yes	—	Rules for installation, cabling and connectors apply. Not applicable for wireless connections.
Media classes	Yes	See 4.2.8	CP 3/4: Wireless selectable

4.3.4.3 IEC 62439-2

Table 111 shows the selected features from IEC 62439-2.

Table 111 – IEC 62439-2 feature selection

Feature	Supported	Value	Meaning
Media redundancy classes	Optional	See 4.2.7	It's recommended to at least implement loop prevention.

4.3.4.4 Bridge resources**4.3.4.4.1 General**

Each bridge component shall support wire speed forwarding concurrently for all ports under 100 % net load.

This definition shall be applicable with 100 % bandwidth concurrent at all ports for frames with the smallest frame size.

Forwarding resource protection/reservation as specified for the supported queues is mandatory.

For bridge memory calculation, Formula (3) applies. It assumes that all ports use the same link speed, and a bridge implements a global frame resource management.

$$\text{MinimumFrameMemory} = (\text{NumberOfPorts} - 1) \times \text{MaxPortBlockingTime} \times \frac{1}{\text{Duration}[\text{Data rate}]} \quad (3)$$

where

MinimumFrameMemory is the minimum amount of frame buffer needed to avoid frame loss from non-stream traffic due to streams blocking egress ports;

NumberOfPorts is the number of ports of the bridge without the management port;

MaxPortBlockingTime is the intended maximum blocking time of ports due to streams per millisecond;

Duration[Data rate] is the length of an octet for the intended data rate of the ports.

4.3.4.4.2 CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 and CP 3/7

A bridge component shall support buffering of all data according to Table 112 with one option for CP 3/4 and CP 3/5 shown in Table 113. This shall be applicable with 100 % bandwidth concurrent at all ports for frames with the smallest frame size.

If CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 and CP 3/7 are supported, then the highest values apply.

Table 112 – Buffering capacity per port

Buffering capacity per port (available "forwarding resources")	Value [Non-stream queues]			Value ^a [Stream queues]	Meaning
10 Mbit/s	5 120 octets			5 120 octets	Used for frame buffering at the forwarding port.
100 Mbit/s	CP 3/4 and CP 3/5	Recommended	6 400 octets	6 400 octets	Used for frame buffering at the forwarding port.
		Mandatory	10 240 octets		
	CP 3/6	Recommended	1 ms ^b	6 400 octets	Used for frame buffering at the forwarding port.
		Mandatory	500 μs ^c		
	CP 3/7	6 400 octets		6 400 octets	Used for frame buffering at the forwarding port.
1 Gbit/s	25 600 octets			25 600 octets	Used for frame buffering at the forwarding port.
2,5 Gbit/s	32 000 octets			32 000 octets	Used for frame buffering at the forwarding port.
5 Gbit/s	32 000 octets			32 000 octets	Used for frame buffering at the forwarding port.
10 Gbit/s	64 000 octets			64 000 octets	Used for frame buffering at the forwarding port.

^a Optimizations for bridged end stations are possible.

^b Equivalent to 12 800 octets.

^c Equivalent to 6 400 octets.

Table 113 – Special case: Buffering capacity for eight and more ports

Buffering capacity (available "forwarding resources")	Value [Non-stream queues]		Value [Stream queues]	Meaning
100 Mbit/s	CP 3/4 and CP 3/5	81 920 octets		Used for frame buffering for all forwarding ports.

4.3.4.5 IEEE Std 802.1AB-2016

Table 114 shows the selected features from IEEE Std 802.1AB-2016.

Table 114 – IEEE Std 802.1AB-2016 feature selection

Feature	C C A	C C B	C C C	C C D	Value	Meaning
TLVs	M	M	M	M	IEC 61158-6-10	TLVs as specified in IEC 61158-6-10 shall be supported.
"Transmit on data change" action/mode	M	M	M	M	Clause 9.2.5.20 defined variable txNow:= TRUE	Features as specified in IEC 61158-6-10 shall be supported.
MIBs	R	M	M	R	IEC 61158-6-10	Features as specified in IEC 61158-6-10 shall be supported. End station: – CP 3/4: – At least sending and receiving of LLDP frames shall be supported.
R Recommended M Mandatory						

4.3.4.6 IEEE Std 802.1AS-2020

Table 115 shows the selected features from IEEE Std 802.1AS-2020.

Table 115 – IEEE Std 802.1AS-2020 feature selection

Feature	C C A	C C B	C C C	C C D	Value	Meaning
syncLocked mode	M	M	M	M	Supported	Each PTP relay shall support this mode.
Sync send interval for Working Clock	R	R	R	M	31,25 ms	Shall support additional 125 ms
Sync send interval for Global Time	R	R	R	M	125 ms	—
Pdelay send interval	R	R	R	M	250 ms to 1 s	Shall support additional 31,25 ms For speed up achieving required measurement quality 250 ms for the first 5 s. After 5 s, switch to the default value of 1 s.
gPTP domain Working Clock	R	R	R	M	At least one	—
gPTP domain Global time	R	R	R	R	At least one	—
BMCA redundancy (Cold standby) Global Time	R	R	R	R	Supported	BMCA support in bridges is mandatory.
Externally Managed Sync Trees	R	R	R	M	Supported	—
"Announce" message Working Clock	R	R	R	M	Supported	—
"Announce" message Global Time	R	R	R	M	Supported	—

Feature	C C A	C C B	C C C	C C D	Value	Meaning
"Signaling" message (Clause 10.6.4)	O	O	O	O	Supported	—
gPTP capable	R	R	R	R	Supported	—
Error budget PTP end instance	M	M	M	M	cTE -5 ns/ +5 ns dTE -50 ns/ +50 ns	Additionally, the transfer of time from ClockSource to ClockMaster cTE -10 ns/ +10 ns dTE -20 ns/ +20 ns Additionally, the transfer of time from ClockSlave to ClockTarget cTE -10 ns/ +10 ns dTE -20 ns/ +20 ns
Error budget PTP relay	M	M	M	M	cTE -10 ns/ +10 ns dTE -5 ns/ +5 ns	—
Error budget PTP link	M	M	M	M	cTE -10 ns/ +10 ns dTE -5 ns/ +5 ns	—
O Optional R Recommended M Mandatory						

4.3.4.7 IEEE Std 802.1CB-2017

Table 116 shows the selected features from IEEE Std 802.1CB-2017.

Table 116 – IEEE Std 802.1CB-2017 feature selection

Feature	C C A	C C B	C C C	C C D	Value	Meaning
Stream identification Null Stream (DMAC + TCI.VID based) Clause 6.4	R	R	R	M	Supported	End station: Supported if seamless redundancy is supported Bridge: Supported if seamless redundancy in the network, for example with coupled rings, is supported
IP stream identification Clause 6.7	R	R	R	R	Supported	—
FRER 1CB Tag supported	R	R	R	R	Supported	End station: Supported if seamless redundancy is supported Bridge: Supported if seamless redundancy in the network, for example with coupled rings, is supported
FRER Vendor specific TAG supported	R	R	R	R	Supported	End station: Supported if seamless redundancy is supported based on MRPD Bridge: —

Feature	C C A	C C B	C C C	C C D	Value	Meaning
Stream translation Active DMAC and VLAN identification Clause 6.6	R	R	R	R	Supported on ingress port	End station: — Bridge: 64 entries for the translation table; Each entry shall be able to translate DA-MAC, TCI.VID and TCI.PCP for an identified stream
R Recommended M Mandatory						

4.3.4.8 IEEE Std 802.1Q-2018

Table 106 and Table 117 show the selected features from IEEE Std 802.1Q-2018.

Table 117 – IEEE Std 802.1Q-2018 feature selection

Feature	C C A	C C B	C C C	C C D	Value	Meaning
Spanning tree Clause 13	R	R	R	M	RSTP used for IST and CIST	End station: — Bridge: - Ensuring loop free topology for non-stream VIDs - IEC 62439-2 MRP optional
Ingress rate limiter / Flow classification and metering Clause 8.6.5	R	R	R	M	Boundary port or link speed transition: One envelope with - one unicast filter - one multicast filter - one broadcast filter Optional: Second envelope with - two unicast filter	End station: — Bridge: - Three, five, eight or more ingress rate limiters per external port - Mandatory if MAUTypeExtension:=APL is supported
Ingress and egress frame modification Priority regeneration (PCP) Clause 6.9.4	R	R	R	M	Supported	End station: — Bridge: All eight PCP values

Feature	C C A	C C B	C C C	CC D	Value	Meaning
Ingress and egress frame modification VLAN stripping and adding Clause 6.9 and 8.8.2	R	R	R	M	Supported	End station: — Bridge: All eight VID values
Bridge / Forwarding resources	M	M	M	M	See 4.3.4.3	—

4.3.4.9 Cut through

Table 118 shows the selected features from the cut through functionality.

Table 118 – Cut through feature selection

Feature	C C A	C C B	C C C	CC D	Value	Meaning
Cut through	R	R	M	R	Supported	End station: — Bridge: See IEC 61784-6-10 Annex Y

4.3.4.10 IEEE Std 802.11-2020 or IEEE Std 802.15.1-2005

Table 119 shows the selected features for wireless.

Table 119 – Wireless feature selection

Feature	Supported	Value	Meaning
IEEE Std 802.11-2020	Optional	—	SNMPv1/v2 is not defined for wireless
IEEE Std 802.15.1-2005	Optional	—	SNMPv1/v2 is not defined for wireless

4.3.5 Network components

Table 120, Table 121 and Table 122 show the requirements for network components, which are bridges, wireless access points, wireless clients, or cellular network routers.

Table 120 – Node classes for network component

Node class	Supported	Data rates	Meaning
End station	YES	Internal	Internal connection between end station component and bridge component may use whatever link speed fits.
Bridge	YES	10 Mbit/s to 10 Gbit/s	Data rates for ports supporting wireless connections may differ.

Table 121 – Conformance class constraints – wireline

Media	Conformance class	Meaning
Network components Wireline	CP 3/4	Support 4.3.4; At least two queues shall be supported, eight are recommended; If SNMP is supported (optional), then the definitions from 4.3.3.2.2 apply; Support of IEEE Std 802.1AB-2016 is recommended, transmission of LLDP frames is mandatory; Support of IEEE Std 802.1AS-2020 is recommended; Support of RSTP/MSTP or MRP optional

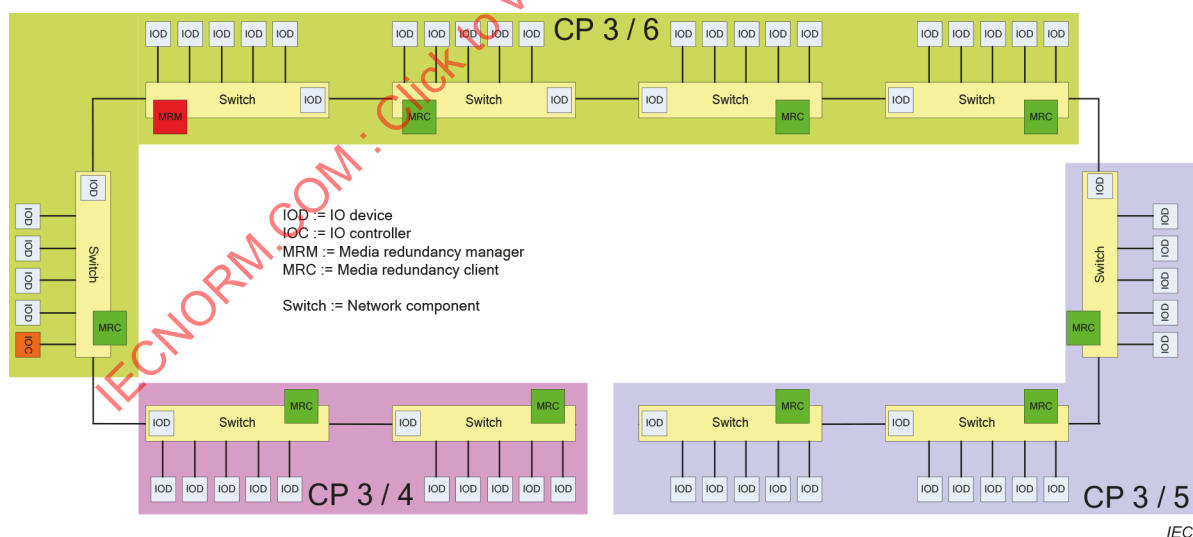
Table 122 – Conformance class constraints – wireless

Media	Conformance class	Meaning
Network components Wireless	CP 3/4	See 4.3.4; at least four queues shall be supported;

4.3.6 Interconnect

Network components can be used as leaves of a CP 3/6 or a CP 3/7 network to connect CP 3/4 or CP 3/5 devices without losing the conformance class C or D capabilities.

An example of connecting CP 3/4, CP 3/5, and CP 3/6 together is shown in Figure 9.

**Figure 9 – Example of network topology using CP 3/4, CP 3/5, and CP 3/6 components**

An example of connecting CP 3/4, CP 3/5, and CP 3/7 together is shown in Figure 10.

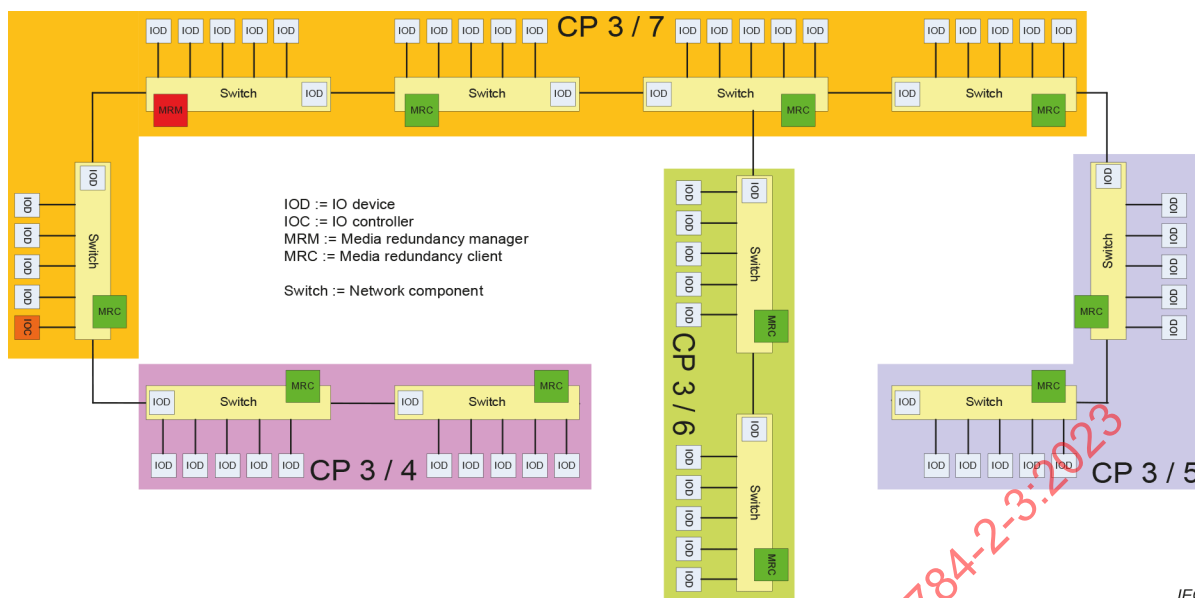


Figure 10 – Example of network topology using CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 and CP 3/7 components

4.4 Profile 3/4

4.4.1 Physical layer

4.4.1.1 Media class wired and fiber optic

The physical layer shall be according to IEEE Std 802.3-2018 and Table 92.

4.4.1.2 Media class wireless

The physical layer shall be a selection of IEEE Std 802.11-2020 and IEEE Std 802.15.1-2005.

If IEEE Std 802.11-2020 is selected then the data rate shall be according to IEEE Std 802.11-2020 and optional according to IEEE Std 802.11n-2009, else the data rate shall be according to IEEE Std 802.15.1-2005.

4.4.2 Data link layer

4.4.2.1 General

The local injected non-real time traffic of each node should be limited per millisecond according to Table 93 to avoid a network overload.

4.4.2.2 Media class wired and fiber optic

The data link layer shall be according to IEEE Std 802.3-2018, IEEE Std 802.1AB-2016, and IEEE Std 802.1Q-2018.

All management information bases (MIBs) are optional.

4.4.2.3 Media class wireless

The data link layer shall be a selection of IEEE Std 802.11-2020 or IEEE Std 802.15.1-2005.

Devices of the media class wireless using the IEEE Std 802.15.1-2005 physical layer shall support adaptive frequency hopping (AFH). Furthermore, these devices shall provide means to

exclude frequencies used by IEEE Std 802.11-2020 systems permanently from their hopping sequence.

All management information bases (MIBs) are optional.

4.4.3 Application layer

4.4.3.1 AL service selection

4.4.3.1.1 IO device

Application layer services for an IO device are defined in IEC 61158-5-10. Table 123 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 for this profile.

Table 123 – CP 3/4: AL service selection for an IO device

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Concepts	YES	—
5	Data type ASE	YES	—
6	Communication model for common services	—	—
6.1	Concepts	YES	—
6.2	ASE data types	YES	—
6.3	ASEs	—	—
6.3.1	Middle Layer ASEs	YES	—
6.3.2	Remote procedure call ASE	YES	—
6.3.3	Remote service interface ASE	YES	Optional
6.3.4	Domain name system ASE	YES	Optional
6.3.5	Simple network management ASE	YES	Optional
6.3.6	NETCONF ASE	—	—
6.3.7	NETCONF event ASE	—	—
6.3.8	IP suite ASE	YES	ICMP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
6.3.9	Real time cyclic ASE	YES	RT_CLASS_UDP is optional
6.3.10	Real time acyclic ASE	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
6.3.11	Discovery and basic configuration ASE	YES	—
6.3.12	Dynamic host configuration ASE	YES	Optional
6.3.13	IEEE 802.1AB ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.14	Media redundancy ASE	YES	See 4.2.7
6.3.15	Precision time control ASE	YES	PTCP support is optional
6.3.16	IEEE 802.1AS ASE	YES	Optional
6.3.17	IEEE 802.1Q ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.18	IEEE 802.1CB ASE	YES	Optional

Clause	Header	Presence	Constraints
6.3.19	Fragmentation ASE	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 μ s are supported.
6.3.20	IEEE 802.3 ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.21	Void	NO	Reserved for security
6.3.22	Common DL mapping ASE	—	—
6.3.22.1	Overview	YES	—
6.3.22.2	DL Mapping class specification	YES	—
6.3.22.3	DL Mapping service specification	—	—
6.3.22.3.1	P Data	YES	Optional; mandatory if Precision Time Control ASE is supported
6.3.22.3.2	N Data	YES	—
6.3.22.3.3	A Data	YES	—
6.3.22.3.4	C Data	YES	—
6.3.22.3.5	R Data	—	—
7	Communication model for distributed I/O	—	—
7.1	Concepts	YES	—
7.1.1	User requirements	YES	—
7.1.2	Features	YES	—
7.1.3	Associations	YES	—
7.1.4	Device types	—	—
7.1.4.1	General	YES	—
7.1.4.2	Addressing schema	YES	—
7.1.4.3	IO controller	NO	—
7.1.4.4	IO supervisor	NO	—
7.1.4.5	IO parameter server	NO	—
7.1.4.6	IO device	YES	—
7.1.5	Instance model and device addresses	YES	—
7.1.6	Application process	YES	—
7.1.7	Application service element	YES	—
7.1.8	Application relationship	YES	—
7.2	ASE data types	YES	—
7.3	ASEs	—	—
7.3.1	AR ASE	YES	—
7.3.2	Real Identification ASE	YES	—
7.3.3	Communication Interface Management ASE	YES	—
7.3.4	Diagnosis ASE	YES	—
7.3.5	PE ASE	YES	Optional
7.3.6	LogBook ASE	YES	—
7.3.7	RS ASE	YES	Optional
7.3.8	Time ASE	YES	Optional
7.3.9	NME ASE	—	—
7.4	Application characteristics	YES	—
7.5	Summary of FAL services	—	—
7.5.1	IO device	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
7.5.2	IO controller	NO	—
7.5.3	IO supervisor	NO	—
Annex A	Device instances	YES	—
Annex B	Components of an Ethernet interface	Partial	Used when applicable
Annex C	Scheme of MAC address assignment	YES	—
Annex D	Measurement of the fast startup time	YES	—
Annex E	Dynamic Frame Packing	YES	Optional
Annex F	Precondition for Diagnosis	YES	—
—	Bibliography	YES	—

4.4.3.1.2 Network component

A network component can be built as a stand-alone node. In this case, the network component is assumed to work like a bridge component.

This kind of network component does not require Type 10 AL. 4.3.5 specifies the general network component behavior.

A wireless bridge (2 access points or 1 access point and 1 client) shall support less than 128 ms propagation delay. An example of a wireless topology is shown in Figure 11.

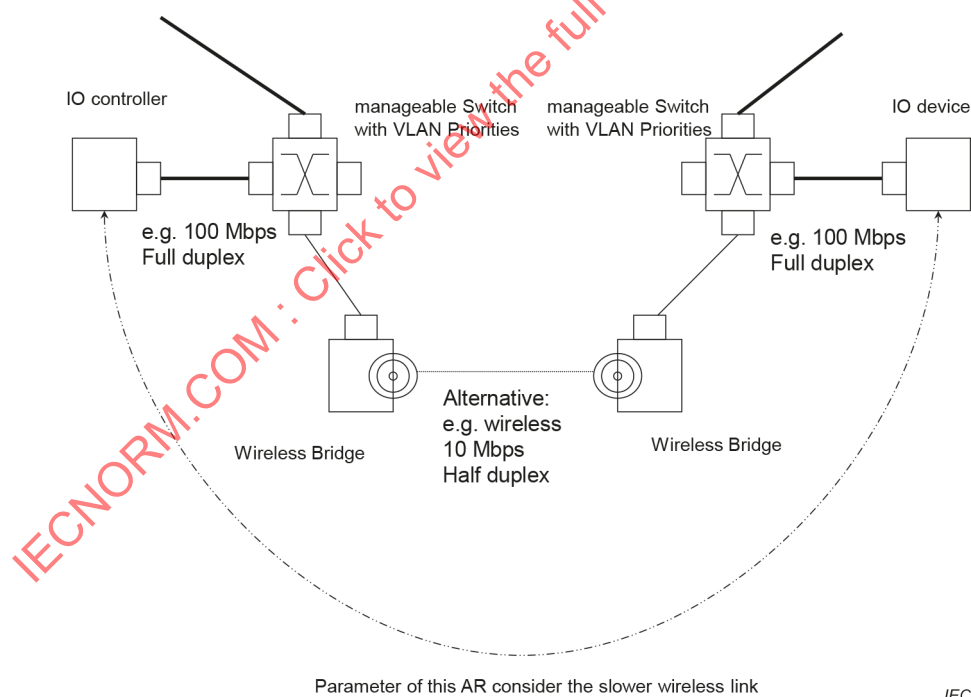


Figure 11 – Example of network topology with wireless segment

4.4.3.1.3 IO controller

Application layer services for an IO controller are defined in IEC 61158-5-10. Table 123 changed by the content of Table 124 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 for this profile.

Table 124 – CP 3/4: Additional AL service selection for an IO controller

Clause	Header	Presence	Constraints
7.1.4.2	Addressing schema	YES	—
7.1.4.3	IO controller	YES	—
7.1.4.4	IO supervisor	NO	—
7.1.4.5	IO parameter server	NO	—
7.1.4.6	IO device	NO	—
7.3.6	LogBook ASE	YES	Optional
7.5.1	IO device	NO	—
7.5.2	IO controller	YES	—
7.5.3	IO supervisor	YES	Optional

4.4.3.1.4 IO supervisor

Application layer services for an IO supervisor are defined in IEC 61158-5-10. Table 124 changed by the content of Table 125 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 for this profile.

Table 125 – CP 3/4: Additional AL service selection for an IO supervisor

Clause	Header	Presence	Constraints
7.1.4.2	Addressing schema	YES	—
7.1.4.3	IO controller	YES	—
7.1.4.4	IO supervisor	YES	—

4.4.3.1.5 Options

DHCP according to IETF RFC 2131 is an optional service.

DNS is an optional service for an IO controller and IO supervisor.

Media redundancy (see 4.2.7).

PTCP is an optional service. If PTCP is supported, the support of both sync master and redundant sync master are optional for an IO device. If PTCP is supported by the IO controller, the support of sync master is mandatory and the support of redundant sync master optional.

4.4.3.2 AL protocol selection

4.4.3.2.1 IO device

Application layer protocols for an IO device are defined in IEC 61158-6-10. Table 126 holds the application layer protocol selections from IEC 61158-6-10 for this profile.

Table 126 – CP 3/4: AL protocol selection for an IO device

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Application layer protocol specification for common protocols	—	—
4.1	FAL syntax description	YES	—
4.2	Transfer syntax	YES	—
4.2.1	Coding of basic data types	Partial	Used if needed
4.2.2	Coding section related to common basic fields	Partial	Used if needed
4.3	Discovery and basic configuration	YES	—
4.4	Precision transparent clock protocol	YES	Optional, n.a. for wireless media
4.5	Time synchronization	YES	Optional
4.6	Media redundancy	YES	See 4.2.7, n.a. for wireless media
4.7	Real time cyclic	YES	RT_CLASS_UDP is optional
4.8	Real time acyclic	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
4.9	Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
4.10	Remote procedure call	YES	Support of IO_CIMInterface optional
4.11	Link layer discovery	YES	n.a. for wireless media
4.12	End stations and bridges	YES	—
4.12.1 to 4.12.2	—	YES	—
4.12.3	End station	YES	—
4.12.4	Bridge	YES	If bridge component is implemented
4.12.5	Bridged end station	YES	If bridge component is implemented
4.12.6 to 4.12.10	—	YES	—
4.13	IP suite	—	—
4.13.1	Overview	YES	—
4.13.2	IP/UDP syntax description	YES	—
4.13.3	IP/UDP transfer syntax	YES	—
4.13.4	ARP	—	—
4.13.4.1	General	YES	—
4.13.4.2	ARP Cache Control Machine	YES	Optional
4.14	Domain name system	YES	Optional
4.15	Dynamic host configuration	YES	Optional
4.16	Simple network management	YES	Optional

Clause	Header	Presence	Constraints
4.17	Network configuration	—	—
4.18	Common DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
4.19	Void	NO	Reserved for security
4.20	Additional information	YES	—
5	Application layer protocol specification for distributed I/O	—	—
5.1	FAL syntax description	YES	—
5.2	Transfer syntax	YES	When applicable
5.3	FAL protocol state machines	YES	When applicable
5.4	AP-Context state machine	YES	—
5.5	FAL Service Protocol Machines	YES	—
5.5.1	Overview	YES	—
5.5.2	FAL Service Protocol Machine Power-On	YES	—
5.5.3	FAL Service Protocol Machine Device	YES	—
5.5.4	FAL Service Protocol Machine Controller	NO	—
5.5.5	FAL Service Protocol Machine Network Management Entity	YES	Optional
5.6	Application Relationship Protocol Machines	—	—
5.6.1	Alarm Protocol Machine Initiator	YES	—
5.6.2	Alarm Protocol Machine Responder	YES	—
5.6.3	Device	YES	—
5.6.4	Controller	NO	—
5.6.5	Network Management Entity	YES	Optional
5.7	DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
5.8	Checking rules	YES	When applicable
Annex A	Unified establishing of an AR for all RT classes	YES	—
Annex B	Compatible establishing of an AR	YES	—
Annex C	Establishing of a device access AR	YES	—
Annex D	Establishing of an AR (accelerated procedure)	YES	—
Annex E	Establishing of an AR (fast startup procedure)	YES	—
Annex F	Example of the upload, storage and retrieval procedure	YES	—
Annex G	Implementation of send list control	YES	—
Annex H	Overview of the IO controller and the IO device state machines	YES	—
Annex I	Overview of the PTCP synchronization master hierarchy	NO	—
Annex J	Optimization of bandwidth usage for Time Aware Shaping	NO	—
Annex K	Time constraints for RT_CLASS_3 bandwidth allocation	NO	—
Annex L	Time constraints for the forwarding of a frame	NO	—
Annex M	Principle of dynamic frame packing	NO	—
Annex N	Principle of Fragmentation	NO	—
Annex O	MRPD – Principle of seamless media redundancy	NO	—
Annex P	Principle of a RED_RELAY without forwarding information in PDIRFrameData	NO	—

Clause	Header	Presence	Constraints
Annex Q	Constraints for Auto-negotiation	YES	—
Annex R	Example of a PrmBegin, PrmEnd and ApplRdy sequence	YES	—
Annex S	List of supported MIBs	YES	Optional
Annex T	Structure and content of BLOB	YES	If needed
Annex U	Management information bases	YES	Optional
Annex V	Cross reference to the IEC 62439-2	YES	Optional; mandatory if MRP is supported
Annex W	Maintaining statistic counters for Ethernet	YES	—
Annex X	Example of RSI fragmentation	YES	Optional
Annex Y	Delayed cut through	YES	End station component: Optional Bridge component: See Table 109
—	Bibliography	YES	—

4.4.3.2.2 Network component

See 4.4.3.1.2.

4.4.3.2.3 IO controller

Application layer protocols for an IO controller are defined in IEC 61158-6-10. Table 127 specifies the clauses included in this profile.

Table 127 – CP 3/4: AL protocol selection for an IO controller

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Application layer protocol specification for common protocols	—	—
4.1	FAL syntax description	YES	—
4.2	Transfer syntax	YES	—
4.2.1	Coding of basic data types	Partial	Used if needed
4.2.2	Coding section related to common basic fields	Partial	Used if needed
4.3	Discovery and basic configuration	YES	Support of the DCP function "ResetToFactory" recommended for IO controller
4.4	Precision transparent clock protocol	YES	Optional, n.a. for wireless media
4.5	Time synchronization	YES	Optional
4.6	Media redundancy	YES	See 4.2.7, n.a. for wireless media
4.7	Real time cyclic	YES	RT_CLASS_UDP is optional

Clause	Header	Presence	Constraints
4.8	Real time acyclic	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
4.9	Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
4.10	Remote procedure call	YES	Support of IO_CIMInterface optional
4.11	Link layer discovery	YES	n.a. for wireless media
4.12	End stations and bridges	YES	—
4.12.1 to 4.12.2	—	YES	—
4.12.3	End station	YES	—
4.12.4	Bridge	YES	If bridge component is implemented
4.12.5	Bridged end station	YES	If bridge component is implemented
4.12.6 to 4.12.10	—	YES	—
4.13	IP suite	—	—
4.13.1	Overview	YES	—
4.13.2	IP/UDP syntax description	YES	—
4.13.3	IP/UDP transfer syntax	YES	—
4.13.4	ARP	—	—
4.13.4.1	General	YES	—
4.13.4.2	ARP Cache Control Machine	YES	Optional
4.14	Domain name system	YES	Optional
4.15	Dynamic host configuration	YES	Optional
4.16	Simple network management	YES	Optional
4.17	Network configuration	—	—
4.18	Common DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
4.19	Void	NO	Reserved for security
4.20	Additional information	YES	—
5	Application layer protocol specification for distributed I/O	—	—
5.1	FAL syntax description	YES	—
5.2	Transfer syntax	YES	When applicable
5.3	FAL protocol state machines	YES	When applicable
5.4	AP-Context state machine	YES	—
5.5	FAL Service Protocol Machines	YES	—
5.5.1	Overview	YES	—
5.5.2	FAL Service Protocol Machine Power-On	YES	—
5.5.3	FAL Service Protocol Machine Device	NO	—
5.5.4	FAL Service Protocol Machine Controller	YES	—
5.5.5	FAL Service Protocol Machine Network Management Entity	YES	Optional
5.6	Application Relationship Protocol Machines	—	—
5.6.1	Alarm Protocol Machine Initiator	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
5.6.2	Alarm Protocol Machine Responder	YES	—
5.6.3	Device	NO	—
5.6.4	Controller	YES	—
5.6.5	Network Management Entity	YES	Optional
5.7	DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
5.8	Checking rules	YES	When applicable
Annex A	Unified establishing of an AR for all RT classes	YES	—
Annex B	Compatible establishing of an AR	YES	—
Annex C	Establishing of a device access AR	YES	—
Annex D	Establishing of an AR (accelerated procedure)	YES	—
Annex E	Establishing of an AR (fast startup procedure)	YES	—
Annex F	Example of the upload, storage and retrieval procedure	YES	—
Annex G	Implementation of send list control	YES	—
Annex H	Overview of the IO controller and the IO device state machines	YES	—
Annex I	Overview of the PTCP synchronization master hierarchy	NO	—
Annex J	Optimization of bandwidth usage for Time Aware Shaping	NO	—
Annex K	Time constraints for RT_CLASS_3 bandwidth allocation	NO	—
Annex L	Time constraints for the forwarding of a frame	NO	—
Annex M	Principle of dynamic frame packing	NO	—
Annex N	Principle of Fragmentation	NO	—
Annex O	MRPD – Principle of seamless media redundancy	NO	—
Annex P	Principle of a RED_RELAY without forwarding information in PDIRFrameData	NO	—
Annex Q	Constraints for Auto-negotiation	YES	—
Annex R	Example of a PrmBegin, PrmEnd and ApplRdy sequence	YES	—
Annex S	List of supported MIBs	YES	Optional
Annex T	Structure and content of BLOB	YES	If needed
Annex U	Management information bases	YES	Optional
Annex V	Cross reference to the IEC 62439-2	YES	Optional; mandatory if MRP is supported
Annex W	Maintaining statistic counters for Ethernet	YES	—
Annex X	Example of RSI fragmentation	YES	Optional
Annex Y	Delayed cut through	YES	End station component: Optional Bridge component: See Table 109
—	Bibliography	YES	—

4.4.3.2.4 IO supervisor

See 4.4.3.2.3.

4.4.3.2.5 Options

DHCP according to IETF RFC 2131 is an optional protocol.

DNS is an optional protocol for an IO controller and IO supervisor.

Media redundancy (see 4.2.7).

PTCP is an optional service. If PTCP is supported, the support of both sync master and redundant sync master are optional for an IO device. If PTCP is supported by the IO controller, the support of sync master is mandatory and the support of redundant sync master optional.

RT_Class_UDP is optional.

4.4.4 Performance indicator selection

4.4.4.1 Performance indicator overview

Table 128 specifies the relevant performance indicators.

Table 128 – CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 and CP 3/7: performance indicator overview

Performance indicator	Applicable	Constraints
Delivery time	Yes	—
Number of end stations	Yes	—
Basic network topology	Yes	—
Number of switches between end stations	Yes	—
Throughput RTE	Yes	—
Non-RTE bandwidth	Yes	—
Time synchronization accuracy	Yes	—
Non-time-based synchronization accuracy	—	—
Redundancy recovery time	Yes	—

4.4.4.2 Performance indicator dependencies

4.4.4.2.1 Performance indicator dependency matrix

Table 129 specifies the dependencies of the performance indicators.

Table 129 – CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 and CP 3/7: performance indicator dependency matrix

Dependent PI	Influencing PI							
	Delivery time	Number of end stations	Basic network topology	Number of switches between end stations	Throughput RTE	Non-RTE bandwidth	Time synchronization Accuracy	Redundancy recovery time
Delivery time		Yes 4.4.4.2.4	NO	Yes 4.4.4.2.2	Yes 4.4.4.2.3	NO	NO	YES 4.4.4.2.5
Number of end stations	YES 4.4.4.2.4		NO	NO	NO	NO	NO	NO
Basic network topology	YES 4.4.4.2.6	NO		NO	NO	NO	YES 4.4.4.2.7	YES 4.4.4.2.8
Number of switches between end stations	YES 4.4.4.2.6	NO	NO		NO	NO	YES 4.4.4.2.7	YES 4.4.4.2.9
Throughput RTE	NO	NO	NO	NO		YES 4.4.4.2.10	NO	NO
Non-RTE bandwidth	NO	NO	NO	NO	YES 4.4.4.2.10		NO	NO
Time synchronization accuracy	NO	NO	NO	YES 4.4.4.2.11	NO	NO		NO
Redundancy recovery time	NO	NO	YES 4.4.4.2.8	YES 4.4.4.2.12	NO	NO	NO	

4.4.4.2.2 Delivery time

The performance indicator Delivery time can be calculated by Formula (4).

$$DT = cta_S + ctc + cta_R + SSTs + SSTr + tt \cdot data + cd \cdot clt + \sum_{pd=1}^{NoS} f(pd) \cdot NoS + od \quad (4)$$

where

DT is the Delivery time;

cta_R is the application cycle time of the Receiver;

cta_S is the application cycle time of the Sender;

ctc is the communication cycle time (see Formula (5)) and shall be equal to or longer than MinDeviceInterval;

SSTs is the sender stack traversal time;

SSTr is the receiver stack traversal time;

tt is the transfer time (80 ns/octet for 100 Mbit/s, 8 ns/octet for 1 Gbit/s);

data is the complete Ethernet frame;

cd is the cable delay (see attribute CableDelayLocal in IEC 61158-5-10);

clt is the total cable length;

pd is the propagation delay (see Formula (6));

NoS is the number of switches;

od is any other delay, e. g. signal forwarding in a ring.

The communication cycle time can be calculated by Formula (5).

$$ctc = SCF \times RR \times 31,25 \mu s \quad (5)$$

where

SCF is the attribute SendClockFactor (see IEC 61158-5-10, Send Clock Factor);

RR is the attribute ReductionRatio (see IEC 61158-5-10, Reduction Ratio).

The propagation delay *pd* can be calculated by Formula (6).

$$pd = Queue_delay + Phy_R_delay + Phy_S_delay + MAC_delay \quad (6)$$

where

Queue_delay is the Queue delay in a bridge;

Phy_R_delay is the PHY delay on receiver side;

Phy_S_delay is the PHY delay on sender side;

MAC_delay is the delay on MAC layer.

Figure 12 represents the calculation basis for delivery time and throughput RTE and shows the logical position where some of the parameter occur.

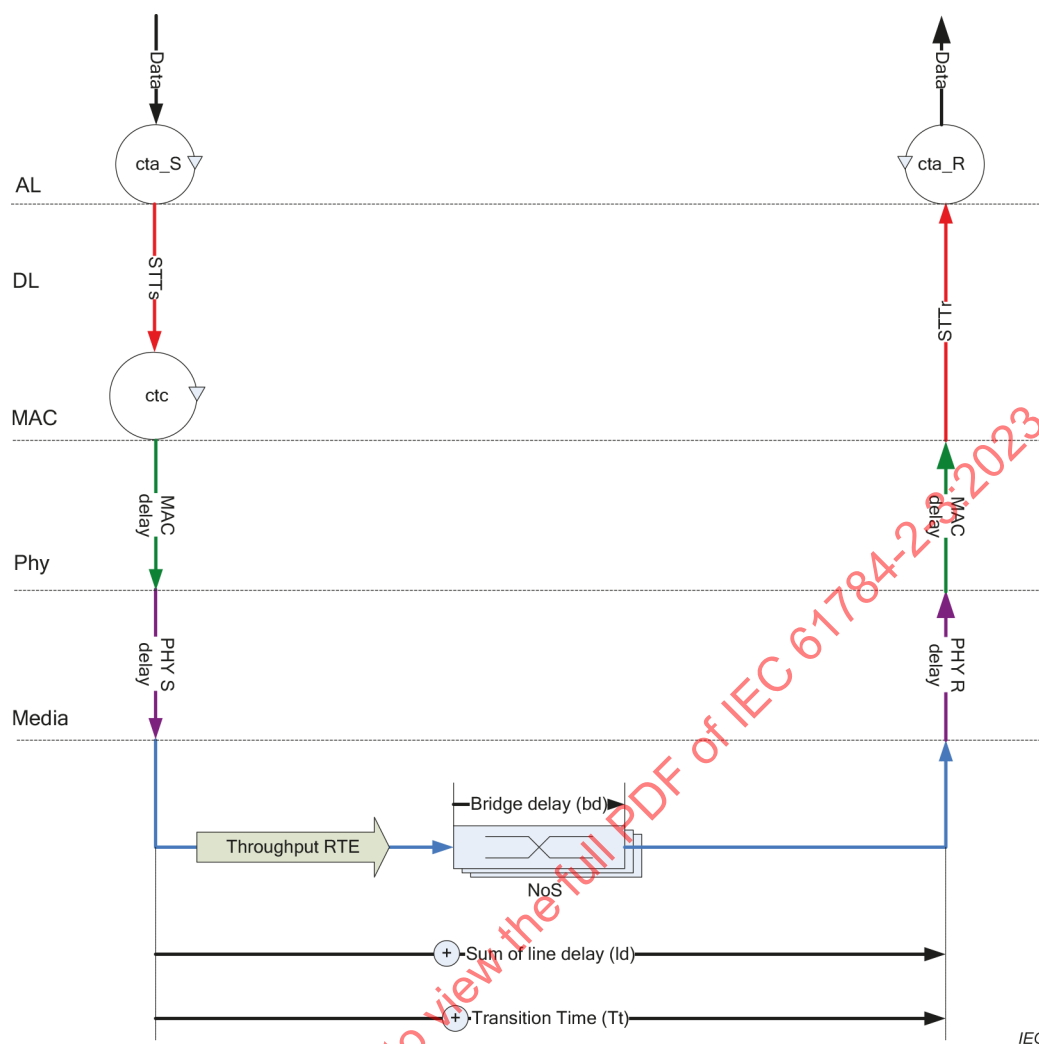


Figure 12 – Calculation basis for delivery time and throughput RTE

4.4.4.2.3 Delivery time dependency on throughput RTE

RTE throughput defines the amount of data within one ctc. Formula (7) specifies the dependencies on various parameters.

$$\begin{aligned} \text{factor} &= \text{data_request} / \text{data_RTE}[\text{ctc}] \\ \text{ctc}^* &= \text{factor} \times \text{ctc} \end{aligned} \quad (7)$$

where

data_request is the requested throughput RTE;

data_RTE[ctc] is the actual throughput RTE;

*ctc** is the new communication cycle time;

factor is the needed increase of the ctc to cover *data_request*;

ctc is the communication cycle time (see Formula (5) in 4.4.4.2.2) and shall be equal to or longer than *MinDeviceInterval*.

The parameter *ctc* and *data* are used in 4.4.4.2.2 to calculate Delivery time.

4.4.4.2.4 Delivery time dependency on Number of end stations

Number of end stations influences the length of data within one ctc.

The parameter data is used in 4.4.4.2.2 to calculate Delivery time.

4.4.4.2.5 Delivery time dependency on Redundancy recovery time

NoS shall be set to the worst-case value of all bridges on the configured paths in a redundant topology.

The parameter NoS is used in 4.4.4.2.2 to calculate Delivery time.

4.4.4.2.6 Basic network topology dependency on Delivery time

If the delivery time in a daisy-chain or ring topology exceeds the bounded delivery time, then the Basic network topology is to set to a hierarchical star.

4.4.4.2.7 Basic network topology dependency on Time synchronization accuracy

If the Time synchronization accuracy in a daisy-chain or ring topology exceeds the bounded Time synchronization accuracy, then the Basic network topology is to set to a hierarchical star.

4.4.4.2.8 Basic network topology dependency on Redundancy recovery time

If redundancy recovery time allows the use of rapid spanning tree algorithm and protocol (RSTP according to IEEE Std 802.1Q-2018) then no dependencies exist.

For RED_CLASS_1 and RED_CLASS_STREAM, ports shall comply with Media Class wired and fiber optic according to 4.4.1.1.

Redundancy recovery time of Media redundancy requires ring topology.

For RED_CLASS_1 and RED_CLASS_3, ring ports shall comply with Media Class wired and fiber optic according to 4.4.1.1.

The data rate of both ring ports shall be at least 100 Mbit/s and full duplex mode shall be used for both ring ports.

For RED_CLASS_1 the active redundancy manager defines with its parameter set the recovery time of a ring.

The traffic load in the ring and the interconnection shall be less than 90 %.

For RED_CLASS_1 and RED_CLASS_3, Table 130, Table 131, Table 132, and Table 133 specify the consistent set of parameters for a ring recovery time of 200 ms.

Table 130 – Media Redundancy Manager (MRM) parameters

Parameter	Value	Comment
MRP_TOPchgT	10 ms	IEC 61158-6-10
MRP_TOPNRmax	3	IEC 61158-6-10
MRP_TSTshortT	10 ms	IEC 61158-6-10
MRP_TSTdefaultT	20 ms	IEC 61158-6-10
MRP_TSTNRmax	3	IEC 61158-6-10

Table 131 – Media Redundancy Client (MRC) parameters

Parameter	Value	Comment
MRP_LNKdownT	20 ms	IEC 61158-6-10
MRP_LNKupT	20 ms	IEC 61158-6-10
MRP_LNKNRmax	4	IEC 61158-6-10

Table 132 – Media redundancy Interconnection Manager (MIM) parameters

Parameter	Value	Comment
MRPIC_TOPchgT	10 ms	IEC 61158-6-10
MRPIC_TOPNRmax	3	IEC 61158-6-10
MRPIC_LinkStatusChangeT	20 ms	IEC 61158-6-10
MRPIC_LinkStatusNRmax	8	IEC 61158-6-10

Table 133 – Media redundancy Interconnection Client (MIC) parameters

Parameter	Value	Comment
MRPIC_LNKdownT	20 ms	IEC 61158-6-10
MRPIC_LNKupT	20 ms	IEC 61158-6-10
MRPIC_LNKNRmax	4	IEC 61158-6-10

4.4.4.2.9 NoS dependency on Redundancy recovery time

The time to detect the failure is dependent on the NoS.

4.4.4.2.10 Throughput RTE dependency on non-RTE bandwidth

The throughput RTE can be calculated by Formula (8).

$$\text{throughput RTE} = (100\% - \text{NonRTE} - \text{protocolRTE}) \cdot \text{EthernetDataRate} / 8 \quad (8)$$

where

throughput RTE is the throughput RTE in octets/s;
protocolRTE is the percentage of protocol time, see Formula (9);
NonRTE is the percentage of non-RTE bandwidth;
EthernetDataRate is the Ethernet data rate of the network.

The protocolRTE can be calculated by Formula (9).

$$\text{protocolRTE} = f_{\text{complex}}(\text{endStations}, \text{data}, \text{Time}_{\text{synchronaccuracy}}, \text{RM}, \dots) \quad (9)$$

where

endStations is the number of end stations;
data is the complete Ethernet frame in octets,

Time_synchron_accuracy is the time synchronization accuracy;

RM is the time it takes management functions to support redundancy.

4.4.4.2.11 Time synchronization accuracy dependency on NoS

Time synchronization accuracy using up to 64 NoS.

4.4.4.2.12 Redundancy recovery time dependency on NoS

The time to detect the failure is dependent on the NoS.

4.4.4.3 Consistent set of performance indicators

Table 134 specifies the consistent set of performance indicators using a network bandwidth of 100 Mbit/s, wired or fiber optic. The values are based on the values given in Table 135 and the methods or algorithm given in 4.4.4.2. This consistent set of performance indicators shall be tested for devices (not wireless) that claim compliance with CP 3/4.

Table 134 – CP 3/4: Consistent set of PI for MinDeviceInterval=128 ms

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	128 ms data hold factor × 128 ms	Without failure Frames lost; (See 4.1, MinDeviceInterval = 128 ms)
Number of end stations	60	Data is assumed to be a 68 octets Ethernet frame to receive from and send to all end stations
Number of switches between end stations	10	—
Throughput RTE	2 324 706 octet/s	—
Non-RTE bandwidth	23,5 %	100 Mbit/s and related to 1 ms. Any IEEE Std 802.3-2018 frames supported.
Time synchronization accuracy ^c	< 100 µs	Synchronization of local time
	< 1 µs	Synchronization of synchronous application
Redundancy recovery time ^c	0 ms	RT_CLASS_1 ^a : single failure
	< 200 ms	RTA ^b retries = 3; RTA timeout factor = 100 ms
	< 384 ms	RT_CLASS_1 ^a : double failure (line break and surge) data hold factor = 3; delivery time = 128 ms
	< 200 ms	RTA ^b retries = 3; RTA ^b timeout factor = 100 ms
^a The attributes RT_CLASS_x are specified in IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass. ^b The attributes RTA Retries and RTA Timeout Factor are specified in IEC 61158-6-10, field RTARetries and RTATimeoutFactor. ^c Optional.		

Table 135 – CP 3/4: Assumed values for consistent set of PI calculation

Symbol	Definition	Value
<i>cd</i>	is the cable delay (see parameter <i>cable_delay</i> in IEC 61158-6-10)	5 ns
<i>clt</i>	is the total cable length	100 m
<i>cta_R</i>	is the application cycle time of the Receiver	1 µs
<i>cta_S</i>	is the application cycle time of the Sender	1 µs
<i>ctc</i>	is the communication cycle time (see Formula (5) in 4.4.4.2.2) and shall be equal to or longer than <i>MinDeviceInterval</i> = 128 ms	128 ms
<i>data</i>	is the complete Ethernet frame	68 octets
<i>EthernetDataRate</i>	is the Ethernet data rate of the network	Mbit/s
<i>MAC_delay</i>	is the delay on MAC layer	1 µs
<i>NonRTE</i>	is the percentage of non-RTE bandwidth	%
<i>od</i>	is any other delay, e. g. signal forwarding in a ring	0 s
<i>pd</i>	is the propagation delay (see Formula (6) in 4.4.4.2.2)	—
<i>Phy_R_delay</i>	is the PHY delay on receiver side	300 ns
<i>Phy_S_delay</i>	is the PHY delay on sender side	300 ns
<i>protocolRTE</i>	is the percentage of protocol time (see Formula (9) in 4.4.4.2.10)	50 %
<i>Queue_delay</i>	is the Queue delay in a bridge	0 s
<i>RedundancyManagement</i>	is the time needed for management functions to support redundancy	0 s
<i>STTr</i>	is the receiver stack traversal time	0 s
<i>STTs</i>	is the sender stack traversal time	0 s
<i>Time_synchron_accuracy</i>	is the time synchronization accuracy	0 s
<i>tt</i>	is the transfer time (80 ns/octet for 100 Mbit/s, 8 ns/octet for 1 Gbit/s)	80 ns
<i>SCF</i>	See IEC 61158-6-10, field <i>SendClockFactor</i>	32
<i>RR</i>	See IEC 61158-6-10, field <i>ReductionRatio</i>	128

4.5 Profile 3/5

4.5.1 Physical layer

The physical layer shall be according to IEEE Std 802.3-2018 and Table 92.

4.5.2 Data link layer

The data link layer shall be according to IEEE Std 802.3-2018, IEEE Std 802.1AB-2016, and IEEE Std 802.1Q-2018.

From the various optional Management Information Bases (MIBs) at least the LLDP MIB (see IEEE Std 802.1AB-2016) and IETF RFC 1213-MIB (MIB-2) are required.

The local injected non real time traffic of each node should be limited per millisecond according to Table 93 to avoid a network overload.

4.5.3 Application layer

4.5.3.1 AL service selection

4.5.3.1.1 IO device

Application layer services for an IO device are defined in IEC 61158-5-10. Table 136 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 for this profile.

Table 136 – CP 3/5: AL service selection for an IO device

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Concepts	YES	—
5	Data type ASE	YES	—
6	Communication model for common services	—	—
6.1	Concepts	YES	—
6.2	ASE data types	YES	—
6.3	ASEs	—	—
6.3.1	Middle Layer ASEs	YES	—
6.3.2	Remote procedure call ASE	YES	—
6.3.3	Remote service interface ASE	YES	Optional
6.3.4	Domain name system ASE	YES	Optional
6.3.5	Simple network management ASE	YES	—
6.3.6	NETCONF ASE	—	—
6.3.7	NETCONF event ASE	—	—
6.3.8	IP suite ASE	YES	ICMP is mandatory
6.3.9	Real time cyclic ASE	YES	RT_CLASS_UDP is optional
6.3.10	Real time acyclic ASE	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
6.3.11	Discovery and basic configuration ASE	YES	—
6.3.12	Dynamic host configuration ASE	YES	Optional
6.3.13	IEEE 802.1AB ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.14	Media redundancy ASE	YES	See 4.2.7
6.3.15	Precision time control ASE	YES	Optional
6.3.16	IEEE 802.1AS ASE	YES	Optional
6.3.17	IEEE 802.1Q ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.18	IEEE 802.1CB ASE	YES	Optional
6.3.19	Fragmentation ASE	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
6.3.20	IEEE 802.3 ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.21	Void	NO	Reserved for security
6.3.22	Common DL mapping ASE	—	—

Clause	Header	Presence	Constraints
6.3.22.1	Overview	YES	—
6.3.22.2	DL Mapping class specification	YES	—
6.3.22.3	DL Mapping service specification	—	—
6.3.22.3.1	P Data	YES	Optional; mandatory if Precision Time Control ASE is supported
6.3.22.3.2	N Data	YES	—
6.3.22.3.3	A Data	YES	—
6.3.22.3.4	C Data	YES	—
6.3.22.3.5	R Data	—	—
7	Communication model for distributed I/O	—	—
7.1	Concepts	YES	—
7.1.1	User requirements	YES	—
7.1.2	Features	YES	—
7.1.3	Associations	YES	—
7.1.4	Device types	—	—
7.1.4.1	General	YES	—
7.1.4.2	Addressing schema	YES	—
7.1.4.3	IO controller	NO	—
7.1.4.4	IO supervisor	NO	—
7.1.4.5	IO parameter server	NO	—
7.1.4.6	IO device	YES	—
7.1.5	Instance model and device addresses	YES	—
7.1.6	Application process	YES	—
7.1.7	Application service element	YES	—
7.1.8	Application relationship	YES	—
7.2	ASE data types	YES	—
7.3	ASEs	—	—
7.3.1	AR ASE	YES	—
7.3.2	Real Identification ASE	YES	—
7.3.3	Communication Interface Management ASE	YES	—
7.3.4	Diagnosis ASE	YES	—
7.3.5	PE ASE	YES	Optional
7.3.6	LogBook ASE	YES	—
7.3.7	RS ASE	YES	Optional
7.3.8	Time ASE	YES	Optional
7.3.9	NME ASE	—	—
7.4	Application characteristics	YES	—
7.5	Summary of FAL services	—	—
7.5.1	IO device	YES	—
7.5.2	IO controller	NO	—
7.5.3	IO supervisor	NO	—
Annex A	Device instances	YES	—
Annex B	Components of an Ethernet interface	Partial	Used when applicable
Annex C	Scheme of MAC address assignment	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
Annex D	Measurement of the fast startup time	YES	—
Annex E	Dynamic Frame Packing	YES	Optional
Annex F	Precondition for Diagnosis	YES	—
—	Bibliography	YES	—

4.5.3.1.2 IO controller

Application layer services for an IO controller are defined in IEC 61158-5-10. Table 136 changed by the content of Table 137 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 for this profile.

Table 137 – CP 3/5: Additional AL service selection for an IO controller

Clause	Header	Presence	Constraints
7.1.4.2	Addressing schema	YES	—
7.1.4.3	IO controller	YES	—
7.1.4.4	IO supervisor	NO	—
7.1.4.5	IO parameter server	NO	—
7.1.4.6	IO device	NO	—
7.3.6	LogBook ASE	YES	Optional
7.5.1	IO device	NO	—
7.5.2	IO controller	YES	—
7.5.3	IO supervisor	YES	Optional

4.5.3.1.3 IO supervisor

Application layer services for an IO supervisor are defined in IEC 61158-5-10. Table 137 changed by the content of Table 138 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 for this profile.

Table 138 – CP 3/5: Additional AL service selection for an IO supervisor

Clause	Header	Presence	Constraints
7.1.4.2	Addressing schema	YES	—
7.1.4.3	IO controller	YES	—
7.1.4.4	IO supervisor	YES	—

4.5.3.1.4 Options

DHCP according to IETF RFC 2131 is an optional service.

DNS is an optional service for an IO controller and IO supervisor.

MRP is an optional service.

PTCP is an optional service.

4.5.3.2 AL protocol selection

4.5.3.2.1 IO device

Application layer protocols for an IO device are defined in IEC 61158-6-10. Table 139 holds the application layer protocol selections from IEC 61158-6-10 for this profile.

Table 139 – CP 3/5: AL protocol selection for an IO device

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Application layer protocol specification for common protocols	—	—
4.1	FAL syntax description	YES	—
4.2	Transfer syntax	YES	—
4.2.1	Coding of basic data types	Partial	Used if needed
4.2.2	Coding section related to common basic fields	Partial	Used if needed
4.3	Discovery and basic configuration	YES	—
4.4	Precision transparent clock protocol	YES	Optional, n.a. for wireless media
4.5	Time synchronization	YES	Optional
4.6	Media redundancy	YES	See 4.2.7
4.7	Real time cyclic	YES	RT_CLASS_UDP is optional
4.8	Real time acyclic	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
4.9	Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
4.10	Remote procedure call	YES	Support of IO_CIMInterface optional
4.11	Link layer discovery	YES	n.a. for wireless media
4.12	End stations and bridges	YES	—
4.12.1 to 4.12.2	—	YES	—
4.12.3	End station	YES	—
4.12.4	Bridge	YES	If bridge component is implemented
4.12.5	Bridged end station	YES	If bridge component is implemented
4.12.6 to 4.12.10	—	YES	—
4.13	IP suite	—	—
4.13.1	Overview	YES	—
4.13.2	IP/UDP syntax description	YES	—
4.13.3	IP/UDP transfer syntax	YES	—
4.13.4	ARP	—	—
4.13.4.1	General	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
4.13.4.2	ARP Cache Control Machine	YES	Optional
4.14	Domain name system	YES	Optional
4.15	Dynamic host configuration	YES	Optional
4.16	Simple network management	YES	—
4.17	Network configuration	—	—
4.18	Common DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
4.19	Void	NO	Reserved for security
4.20	Additional information	YES	—
5	Application layer protocol specification for distributed I/O	—	—
5.1	FAL syntax description	YES	—
5.2	Transfer syntax	YES	When applicable
5.3	FAL protocol state machines	YES	When applicable
5.4	AP-Context state machine	YES	—
5.5	FAL Service Protocol Machines	YES	—
5.5.1	Overview	YES	—
5.5.2	FAL Service Protocol Machine Power-On	YES	—
5.5.3	FAL Service Protocol Machine Device	YES	—
5.5.4	FAL Service Protocol Machine Controller	NO	—
5.5.5	FAL Service Protocol Machine Network Management Entity	YES	Optional
5.6	Application Relationship Protocol Machines	—	—
5.6.1	Alarm Protocol Machine Initiator	YES	—
5.6.2	Alarm Protocol Machine Responder	YES	—
5.6.3	Device	YES	—
5.6.4	Controller	NO	—
5.6.5	Network Management Entity	YES	Optional
5.7	DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
5.8	Checking rules	YES	When applicable
Annex A	Unified establishing of an AR for all RT classes	YES	—
Annex B	Compatible establishing of an AR	YES	—
Annex C	Establishing of a device access AR	YES	—
Annex D	Establishing of an AR (accelerated procedure)	YES	—
Annex E	Establishing of an AR (fast startup procedure)	YES	—
Annex F	Example of the upload, storage and retrieval procedure	YES	—
Annex G	Implementation of send list control	YES	—
Annex H	Overview of the IO controller and the IO device state machines	YES	—
Annex I	Overview of the PTCP synchronization master hierarchy	YES	Optional; mandatory if Precision time control is supported
Annex J	Optimization of bandwidth usage for Time Aware Shaping	YES	—
Annex K	Time constraints for RT_CLASS_3 bandwidth allocation	YES	Optional; mandatory if RT_CLASS_3 is supported
Annex L	Time constraints for the forwarding of a frame	YES	—
Annex M	Principle of dynamic frame packing	YES	Optional

Clause	Header	Presence	Constraints
Annex N	Principle of Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
Annex O	MRPD – Principle of seamless media redundancy	YES	Optional; mandatory if RED_CLASS_3 is supported.
Annex P	Principle of a RED_RELAY without forwarding information in PDIRFrameData	YES	Optional
Annex Q	Constraints for Auto-negotiation	YES	—
Annex R	Example of a PrmBegin, PrmEnd and ApplRdy sequence	YES	—
Annex S	List of supported MIBs	YES	Optional
Annex T	Structure and content of BLOB	YES	If needed
Annex U	Management information bases	YES	Optional
Annex V	Cross reference to the IEC 62439-2	YES	Optional; mandatory if MRP is supported
Annex W	Maintaining statistic counters for Ethernet	YES	—
Annex X	Example of RSI fragmentation	YES	Optional
Annex Y	Delayed cut through	YES	End station component: Optional Bridge component: See Table 109
—	Bibliography	YES	—

4.5.3.2.2 IO controller

Application layer protocols for an IO controller are defined in IEC 61158-6-10. Table 140 specifies the clauses included in this profile.

Table 140 – CP 3/5: AL protocol selection for an IO controller

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Application layer protocol specification for common protocols	—	—
4.1	FAL syntax description	YES	—
4.2	Transfer syntax	YES	—
4.2.1	Coding of basic data types	Partial	Used if needed
4.2.2	Coding section related to common basic fields	Partial	Used if needed
4.3	Discovery and basic configuration	YES	Support of the DCP function "ResetToFactory" recommended for IO controller
4.4	Precision transparent clock protocol	YES	Optional, n.a. for wireless media
4.5	Time synchronization	YES	Optional
4.6	Media redundancy	YES	See 4.2.7
4.7	Real time cyclic	YES	RT_CLASS_UDP is optional

Clause	Header	Presence	Constraints
4.8	Real time acyclic	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
4.9	Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
4.10	Remote procedure call	YES	Support of IO_CIMInterface optional
4.11	Link layer discovery	YES	n.a. for wireless media
4.12	End stations and bridges	YES	—
4.12.1 to 4.12.2	—	YES	—
4.12.3	End station	YES	—
4.12.4	Bridge	YES	If bridge component is implemented
4.12.5	Bridged end station	YES	If bridge component is implemented
4.12.6 to 4.12.10	—	YES	—
4.13	IP suite	—	—
4.13.1	Overview	YES	—
4.13.2	IP/UDP syntax description	YES	—
4.13.3	IP/UDP transfer syntax	YES	—
4.13.4	ARP	—	—
4.13.4.1	General	YES	—
4.13.4.2	ARP Cache Control Machine	YES	Optional
4.14	Domain name system	YES	Optional
4.15	Dynamic host configuration	YES	Optional
4.16	Simple network management	YES	—
4.17	Network configuration	—	—
4.18	Common DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
4.19	Void	NO	Reserved for security
4.20	Additional information	YES	—
5	Application layer protocol specification for distributed I/O	—	—
5.1	FAL syntax description	YES	—
5.2	Transfer syntax	YES	When applicable
5.3	FAL protocol state machines	YES	When applicable
5.4	AP-Context state machine	YES	—
5.5	FAL Service Protocol Machines	YES	—
5.5.1	Overview	YES	—
5.5.2	FAL Service Protocol Machine Power-On	YES	—
5.5.3	FAL Service Protocol Machine Device	NO	—
5.5.4	FAL Service Protocol Machine Controller	YES	—
5.5.5	FAL Service Protocol Machine Network Management Entity	YES	Optional
5.6	Application Relationship Protocol Machines	—	—
5.6.1	Alarm Protocol Machine Initiator	YES	—
5.6.2	Alarm Protocol Machine Responder	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
5.6.3	Device	NO	—
5.6.4	Controller	YES	—
5.6.5	Network Management Entity	YES	Optional
5.7	DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
5.8	Checking rules	YES	When applicable
Annex A	Unified establishing of an AR for all RT classes	YES	—
Annex B	Compatible establishing of an AR	YES	—
Annex C	Establishing of a device access AR	YES	—
Annex D	Establishing of an AR (accelerated procedure)	YES	—
Annex E	Establishing of an AR (fast startup procedure)	YES	—
Annex F	Example of the upload, storage and retrieval procedure	YES	—
Annex G	Implementation of send list control	YES	—
Annex H	Overview of the IO controller and the IO device state machines	YES	—
Annex I	Overview of the PTCP synchronization master hierarchy	YES	Optional; mandatory if Precision time control is supported
Annex J	Optimization of bandwidth usage for Time Aware Shaping	YES	—
Annex K	Time constraints for RT_CLASS_3 bandwidth allocation	YES	Optional; mandatory if RT_CLASS_3 is supported
Annex L	Time constraints for the forwarding of a frame	YES	—
Annex M	Principle of dynamic frame packing	YES	Optional
Annex N	Principle of Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
Annex O	MRPD – Principle of seamless media redundancy	YES	Optional; mandatory if RED_CLASS_3 is supported.
Annex P	Principle of a RED_RELAY without forwarding information in PDIRFrameData	YES	Optional
Annex Q	Constraints for Auto-negotiation	YES	—
Annex R	Example of a PrmBegin, PrmEnd and ApplRdy sequence	YES	—
Annex S	List of supported MIBs	YES	Optional
Annex T	Structure and content of BLOB	YES	If needed
Annex U	Management information bases	YES	Optional
Annex V	Cross reference to the IEC 62439-2	YES	Optional; mandatory if MRP is supported
Annex W	Maintaining statistic counters for Ethernet	YES	—
Annex X	Example of RSI fragmentation	YES	Optional
Annex Y	Delayed cut through	YES	End station component: Optional Bridge component: See Table 109
—	Bibliography	YES	—

4.5.3.2.3 IO supervisor

See 4.4.3.1.3.

4.5.3.2.4 Options

DHCP according to IETF RFC 2131 is an optional protocol.

DNS is an optional protocol for an IO controller and IO supervisor.

Media redundancy (see 4.2.7).

PTCP is an optional service.

4.5.4 Performance indicator selection

4.5.4.1 Performance indicator overview

Subclause 4.4.4.1 applies.

4.5.4.2 Performance indicator dependencies

Subclause 4.4.4.2 applies.

4.5.4.3 Consistent set of performance indicators

Table 141 specifies the consistent set of performance indicators using a network bandwidth of 100 Mbit/s, wired or fiber optic. The values are based of the values given in Table 142 and the methods or algorithm given in 4.4.4.2. This consistent set of performance indicators shall be tested for devices (not for wireless) that claim compliance with CP 3/5.

Table 141 – CP 3/5: Consistent set of PI for MinDeviceInterval=128 ms

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	128 ms data hold factor × 128 ms	Without failure Frames lost; (See 4.1, MinDeviceInterval = 128 ms)
Number of end stations	60	Data is assumed to be a 68 octets Ethernet frame to receive from and send to all end stations
Number of switches between end stations	10	—
Throughput RTE	2 324 706 octet/s	—
Non-RTE bandwidth	23,5 %	100 Mbit/s and related to 1 ms. Any IEEE Std 802.3-2018 frames supported.
Time synchronization accuracy ^c	< 100 µs	Synchronization of local time
	< 1 µs	Synchronization of synchronous application

Performance indicator	Value	Constraints
Redundancy recovery time ^c	0 ms	RT_CLASS_1 ^a : single failure
	< 200 ms	RTA ^b retries = 3; RTA timeout factor = 100 ms
	< 384 ms	RT_CLASS_1 ^a : double failure (line break and surge) data hold factor = 3; delivery time = 128 ms
	< 200 ms	RTA ^b retries = 3; RTA ^b timeout factor = 100 ms
^a The attributes RT_CLASS_x are specified in IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass. ^b The attributes RTA Retries and RTA Timeout Factor are specified in IEC 61158-6-10, field RTARetries and RTATimeoutFactor. ^c Optional.		

Table 142 – CP 3/5: Assumed values for consistent set of PI calculation

Symbol	Definition	Value
<i>cd</i>	is the cable delay (see parameter cable_delay in IEC 61158-6-10)	5 ns
<i>clt</i>	is the total cable length	100 m
<i>cta_R</i>	is the application cycle time of the Receiver	1 µs
<i>cta_S</i>	is the application cycle time of the Sender	1 µs
<i>ctc</i>	is the communication cycle time (see Formula (5) in 4.4.4.2.2) and shall be equal to or longer than MinDeviceInterval = 128 ms	128 ms
<i>data</i>	is the complete Ethernet frame	68 octets
<i>EthernetDataRate</i>	is the Ethernet data rate of the network	Mbit/s
<i>MAC_delay</i>	is the delay on MAC layer	1 µs
<i>NonRTE</i>	is the percentage of non-RTE bandwidth	%
<i>od</i>	is any other delay, e. g. signal forwarding in a ring	0 s
<i>pd</i>	is the propagation delay (see Formula (6) in 4.4.4.2.2)	—
<i>Phy_R_delay</i>	is the PHY delay on receiver side	300 ns
<i>Phy_S_delay</i>	is the PHY delay on sender side	300 ns
<i>protocolRTE</i>	is the percentage of protocol time (see Formula (9) in 4.4.4.2.10)	50 %
<i>Queue_delay</i>	is the Queue delay in a bridge	0 s
<i>RedundancyManagement</i>	is the time needed for management functions to support redundancy	0 s
<i>STTr</i>	is the receiver stack traversal time	0 s
<i>STTs</i>	is the sender stack traversal time	0 s
<i>Time_synchron_accuracy</i>	is the time synchronization accuracy	0 s
<i>tt</i>	is the transfer time (80 ns/octet for 100 Mbit/s, 8 ns/octet for 1 Gbit/s)	80 ns
<i>SCF</i>	See IEC 61158-6-10, field SendClockFactor	32
<i>RR</i>	See IEC 61158-6-10, field ReductionRatio	128

4.6 Profile 3/6

4.6.1 Physical layer

The physical layer shall be according to IEEE Std 802.3-2018. The data rate shall be 100 Mbit/s and full-duplex mode shall be used at least for one port.

4.6.2 Data link layer

4.6.2.1 General

The data link layer shall be according to IEEE Std 802.3-2018, IEEE Std 802.1AB-2016, IEEE Std 802.1Q-2018, and IEEE Std 802.1AS-2020.

The local injected non real time traffic of each node should be limited per millisecond according to Table 93 to avoid a network overload.

4.6.2.2 Non time aware system

From the various optional Management Information Bases (MIBs), at least the LLDP MIB (see IEEE Std 802.1AB-2016) and IETF RFC 1213-MIB (MIB-2) are required.

4.6.3 Application layer

4.6.3.1 AL service selection

4.6.3.1.1 IO device

Application layer services for an IO device are defined in IEC 61158-5-10. Table 143 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 for this profile.

Table 143 – CP 3/6: AL service selection for an IO device

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Concepts	YES	—
5	Data type ASE	YES	—
6	Communication model for common services	—	—
6.1	Concepts	YES	—
6.2	ASE data types	YES	—
6.3	ASEs	—	—
6.3.1	Middle Layer ASEs	YES	—
6.3.2	Remote procedure call ASE	YES	—
6.3.3	Remote service interface ASE	YES	Optional
6.3.4	Domain name system ASE	YES	Optional
6.3.5	Simple network management ASE	YES	—
6.3.6	NETCONF ASE	—	—
6.3.7	NETCONF event ASE	—	—
6.3.8	IP suite ASE	YES	ICMP is mandatory

Clause	Header	Presence	Constraints
6.3.9	Real time cyclic ASE	YES	RT_CLASS_UDP is optional
6.3.10	Real time acyclic ASE	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
6.3.11	Discovery and basic configuration ASE	YES	—
6.3.12	Dynamic host configuration ASE	YES	Optional
6.3.13	IEEE 802.1AB ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.14	Media redundancy ASE	YES	See 4.2.7, n.a. for wireless media
6.3.15	Precision time control ASE	YES	—
6.3.16	IEEE 802.1AS ASE	YES	Optional
6.3.17	IEEE 802.1Q ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.18	IEEE 802.1CB ASE	YES	Optional
6.3.19	Fragmentation ASE	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 μ s are supported.
6.3.20	IEEE 802.3 ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.21	Void	NO	Reserved for security
6.3.22	Common DL mapping ASE	—	—
6.3.22.1	Overview	YES	—
6.3.22.2	DL Mapping class specification	YES	—
6.3.22.3	DL Mapping service specification	—	—
6.3.22.3.1	P Data	YES	—
6.3.22.3.2	N Data	YES	—
6.3.22.3.3	A Data	YES	—
6.3.22.3.4	C Data	YES	—
6.3.22.3.5	R Data	—	—
7	Communication model for distributed I/O	—	—
7.1	Concepts	YES	—
7.1.1	User requirements	YES	—
7.1.2	Features	YES	—
7.1.3	Associations	YES	—
7.1.4	Device types	—	—
7.1.4.1	General	YES	—
7.1.4.2	Addressing schema	YES	—
7.1.4.3	IO controller	NO	—
7.1.4.4	IO supervisor	NO	—
7.1.4.5	IO parameter server	NO	—
7.1.4.6	IO device	YES	—
7.1.5	Instance model and device addresses	YES	—
7.1.6	Application process	YES	—
7.1.7	Application service element	YES	—
7.1.8	Application relationship	YES	—
7.2	ASE data types	YES	—
7.3	ASEs	—	—
7.3.1	AR ASE	YES	—
7.3.2	Real Identification ASE	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
7.3.3	Communication Interface Management ASE	YES	—
7.3.4	Diagnosis ASE	YES	—
7.3.5	PE ASE	YES	Optional
7.3.6	LogBook ASE	YES	—
7.3.7	RS ASE	YES	Optional
7.3.8	Time ASE	YES	Optional
7.3.9	NME ASE	—	—
7.4	Application characteristics	YES	—
7.5	Summary of FAL services	—	—
7.5.1	IO device	YES	—
7.5.2	IO controller	NO	—
7.5.3	IO supervisor	NO	—
Annex A	Device instances	YES	—
Annex B	Components of an Ethernet interface	Partial	Used when applicable
Annex C	Scheme of MAC address assignment	YES	—
Annex D	Measurement of the fast startup time	YES	—
Annex E	Dynamic Frame Packing	YES	Optional
Annex F	Precondition for Diagnosis	YES	—
—	Bibliography	YES	—

4.6.3.1.2 IO controller

Application layer services for an IO controller are defined in IEC 61158-5-10. Table 143 changed by the content of Table 144 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 for this profile.

Table 144 – CP 3/6: Additional AL service selection for an IO controller

Clause	Header	Presence	Constraints
7.1.4.2	Addressing schema	YES	—
7.1.4.3	IO controller	YES	—
7.1.4.4	IO supervisor	NO	—
7.1.4.5	IO parameter server	NO	—
7.1.4.6	IO device	NO	—
7.3.6	LogBook ASE	YES	Optional
7.5.1	IO device	NO	—
7.5.2	IO controller	YES	—
7.5.3	IO supervisor	YES	Optional

4.6.3.1.3 IO supervisor

Not applicable.

4.6.3.1.4 Options

DHCP according to IETF RFC 2131 is an optional service.

DNS is an optional service for an IO controller and IO supervisor.

4.6.3.2 AL protocol selection**4.6.3.2.1 IO device**

Application layer protocols for an IO device are defined in IEC 61158-6-10. Table 145 holds the application layer protocol selections from IEC 61158-6-10 for this profile.

Table 145 – CP 3/6: AL protocol selection for an IO device

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Application layer protocol specification for common protocols	—	—
4.1	FAL syntax description	YES	—
4.2	Transfer syntax	YES	—
4.2.1	Coding of basic data types	Partial	Used if needed
4.2.2	Coding section related to common basic fields	Partial	Used if needed
4.3	Discovery and basic configuration	YES	—
4.4	Precision transparent clock protocol	YES	Optional, n.a. for wireless media
4.5	Time synchronization	YES	Optional
4.6	Media redundancy	YES	See 4.2.7, n.a. for wireless media
4.7	Real time cyclic	YES	RT_CLASS_UDP is optional
4.8	Real time acyclic	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
4.9	Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
4.10	Remote procedure call	YES	Support of IO_CIMInterface optional
4.11	Link layer discovery	YES	n.a. for wireless media
4.12	End stations and bridges	YES	—
4.12.1 to 4.12.2	—	YES	—
4.12.3	End station	YES	—
4.12.4	Bridge	YES	If bridge component is implemented

Clause	Header	Presence	Constraints
4.12.5	Bridged end station	YES	If bridge component is implemented
4.12.6 to 4.12.10	—	YES	—
4.13	IP suite	—	—
4.13.1	Overview	YES	—
4.13.2	IP/UDP syntax description	YES	—
4.13.3	IP/UDP transfer syntax	YES	—
4.13.4	ARP	—	—
4.13.4.1	General	YES	—
4.13.4.2	ARP Cache Control Machine	YES	Optional
4.14	Domain name system	YES	Optional
4.15	Dynamic host configuration	YES	Optional
4.16	Simple network management	YES	—
4.17	Network configuration	—	—
4.18	Common DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
4.19	Void	NO	Reserved for security
4.20	Additional information	YES	—
5	Application layer protocol specification for distributed I/O	—	—
5.1	FAL syntax description	YES	—
5.2	Transfer syntax	YES	When applicable
5.3	FAL protocol state machines	YES	When applicable
5.4	AP-Context state machine	YES	—
5.5	FAL Service Protocol Machines	YES	—
5.5.1	Overview	YES	—
5.5.2	FAL Service Protocol Machine Power-On	YES	—
5.5.3	FAL Service Protocol Machine Device	YES	—
5.5.4	FAL Service Protocol Machine Controller	NO	—
5.5.5	FAL Service Protocol Machine Network Management Entity	YES	Optional
5.6	Application Relationship Protocol Machines	—	—
5.6.1	Alarm Protocol Machine Initiator	YES	—
5.6.2	Alarm Protocol Machine Responder	YES	—
5.6.3	Device	YES	—
5.6.4	Controller	NO	—
5.6.5	Network Management Entity	YES	Optional
5.7	DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
5.8	Checking rules	YES	When applicable
Annex A	Unified establishing of an AR for all RT classes	YES	—
Annex B	Compatible establishing of an AR	YES	—
Annex C	Establishing of a device access AR	YES	—
Annex D	Establishing of an AR (accelerated procedure)	YES	—
Annex E	Establishing of an AR (fast startup procedure)	YES	—
Annex F	Example of the upload, storage and retrieval procedure	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
Annex G	Implementation of send list control	YES	—
Annex H	Overview of the IO controller and the IO device state machines	YES	—
Annex I	Overview of the PTCP synchronization master hierarchy	YES	Optional; mandatory if Precision time control is supported
Annex J	Optimization of bandwidth usage for Time Aware Shaping	YES	—
Annex K	Time constraints for RT_CLASS_3 bandwidth allocation	YES	Optional; mandatory if RT_CLASS_3 is supported
Annex L	Time constraints for the forwarding of a frame	YES	—
Annex M	Principle of dynamic frame packing	YES	Optional
Annex N	Principle of Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
Annex O	MRPD – Principle of seamless media redundancy	YES	Optional; mandatory if RED_CLASS_3 is supported.
Annex P	Principle of a RED_RELAY without forwarding information in PDIRFrameData	YES	Optional
Annex Q	Constraints for Auto-negotiation	YES	—
Annex R	Example of a PrmBegin, PrmEnd and ApplRdy sequence	YES	—
Annex S	List of supported MIBs	YES	Optional
Annex T	Structure and content of BLOB	YES	If needed
Annex U	Management information bases	YES	Optional
Annex V	Cross reference to the IEC 62439-2	YES	Optional; mandatory if MRP is supported
Annex W	Maintaining statistic counters for Ethernet	YES	—
Annex X	Example of RSI fragmentation	YES	Optional
Annex Y	Delayed cut through	YES	End station component: Optional Bridge component: See Table 109
—	Bibliography	YES	—

4.6.3.2.2 IO controller

Application layer protocols for an IO controller are defined in IEC 61158-6-10. Table 146 specifies the clauses included in this profile.

Table 146 – CP 3/6: AL protocol selection for an IO controller

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Application layer protocol specification for common protocols	—	—
4.1	FAL syntax description	YES	—
4.2	Transfer syntax	YES	—
4.2.1	Coding of basic data types	Partial	Used if needed
4.2.2	Coding section related to common basic fields	Partial	Used if needed
4.3	Discovery and basic configuration	YES	Support of the DCP function "ResetToFactory" recommended for IO controller
4.4	Precision transparent clock protocol	YES	Optional, n.a. for wireless media
4.5	Time synchronization	YES	Optional
4.6	Media redundancy	YES	See 4.2.7, n.a. for wireless media
4.7	Real time cyclic	YES	RT_CLASS_UDP is optional
4.8	Real time acyclic	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
4.9	Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
4.10	Remote procedure call	YES	Support of IO_CIMInterface optional
4.11	Link layer discovery	YES	n.a. for wireless media
4.12	End stations and bridges	YES	—
4.12.1 to 4.12.2	—	YES	—
4.12.3	End station	YES	—
4.12.4	Bridge	YES	If bridge component is implemented
4.12.5	Bridged end station	YES	If bridge component is implemented
4.12.6 to 4.12.10	—	YES	—
4.13	IP suite	—	—
4.13.1	Overview	YES	—
4.13.2	IP/UDP syntax description	YES	—
4.13.3	IP/UDP transfer syntax	YES	—
4.13.4	ARP	—	—
4.13.4.1	General	YES	—
4.13.4.2	ARP Cache Control Machine	YES	Optional
4.14	Domain name system	YES	Optional
4.15	Dynamic host configuration	YES	Optional

Clause	Header	Presence	Constraints
4.16	Simple network management	YES	—
4.17	Network configuration	—	—
4.18	Common DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
4.19	Void	NO	Reserved for security
4.20	Additional information	YES	—
5	Application layer protocol specification for distributed I/O	—	—
5.1	FAL syntax description	YES	—
5.2	Transfer syntax	YES	When applicable
5.3	FAL protocol state machines	YES	When applicable
5.4	AP-Context state machine	YES	—
5.5	FAL Service Protocol Machines	YES	—
5.5.1	Overview	YES	—
5.5.2	FAL Service Protocol Machine Power-On	YES	—
5.5.3	FAL Service Protocol Machine Device	NO	—
5.5.4	FAL Service Protocol Machine Controller	YES	—
5.5.5	FAL Service Protocol Machine Network Management Entity	YES	Optional
5.6	Application Relationship Protocol Machines	—	—
5.6.1	Alarm Protocol Machine Initiator	YES	—
5.6.2	Alarm Protocol Machine Responder	YES	—
5.6.3	Device	NO	—
5.6.4	Controller	YES	—
5.6.5	Network Management Entity	YES	Optional
5.7	DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
5.8	Checking rules	YES	When applicable
Annex A	Unified establishing of an AR for all RT classes	YES	—
Annex B	Compatible establishing of an AR	YES	—
Annex C	Establishing of a device access AR	YES	—
Annex D	Establishing of an AR (accelerated procedure)	YES	—
Annex E	Establishing of an AR (fast startup procedure)	YES	—
Annex F	Example of the upload, storage and retrieval procedure	YES	—
Annex G	Implementation of send list control	YES	—
Annex H	Overview of the IO controller and the IO device state machines	YES	—
Annex I	Overview of the PTCP synchronization master hierarchy	YES	Optional; mandatory if Precision time control is supported
Annex J	Optimization of bandwidth usage for Time Aware Shaping	YES	—
Annex K	Time constraints for RT_CLASS_3 bandwidth allocation	YES	Optional; mandatory if RT_CLASS_3 is supported
Annex L	Time constraints for the forwarding of a frame	YES	—
Annex M	Principle of dynamic frame packing	YES	Optional
Annex N	Principle of Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.

Clause	Header	Presence	Constraints
Annex O	MRPD – Principle of seamless media redundancy	YES	Optional; mandatory if RED_CLASS_3 is supported.
Annex P	Principle of a RED_RELAY without forwarding information in PDIRFrameData	YES	Optional
Annex Q	Constraints for Auto-negotiation	YES	—
Annex R	Example of a PrmBegin, PrmEnd and ApplRdy sequence	YES	—
Annex S	List of supported MIBs	YES	Optional
Annex T	Structure and content of BLOB	YES	If needed
Annex U	Management information bases	YES	Optional
Annex V	Cross reference to the IEC 62439-2	YES	Optional; mandatory if MRP is supported
Annex W	Maintaining statistic counters for Ethernet	YES	
Annex X	Example of RSI fragmentation	YES	Optional
Annex Y	Delayed cut through	YES	End station component: Optional Bridge component: See Table 109
—	Bibliography	YES	—

4.6.3.2.3 IO supervisor

Not applicable.

4.6.3.2.4 Options

Subclause 4.6.3.1.4 applies.

4.6.4 Performance indicator selection

4.6.4.1 Performance indicator overview

Subclause 4.4.4.1 applies.

4.6.4.2 Performance indicator dependencies

Subclause 4.4.4.2 applies.

4.6.4.3 Consistent set of performance indicators

4.6.4.3.1 MinDeviceInterval = 1 ms

Table 147 and Table 148 specify the consistent set of performance indicators using a network bandwidth of 100 Mbit/s, wired or fiber optic. The values are based on the figures given in Table 149 and the methods or algorithm given in 4.4.4.2. This consistent set of performance indicators shall be tested for devices (not wireless) that claim compliance with CP 3/6.

Table 147 – CP 3/6: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 1 ms and NumberOfSwitches = 20

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	1 ms data hold factor × 1 ms	Without failure Frames lost; (See 4.1, MinDeviceInterval = 1 ms)
Number of end stations	60	Using 4 port bridges and line topology; a bridged end station is also an end station
Number of switches between end stations	20	—
Throughput RTE	3 324 706 octets/s	—
Non-RTE bandwidth	23,5 %	100 Mbit/s and related to 1 ms. Any IEEE Std 802.3-2018 frames supported.
Time synchronization accuracy	< 100 µs	Synchronization of local time ^a
	< 1 µs	Synchronization of synchronous application
Redundancy recovery time	0 ms	RT_CLASS_3 ^b : single failure
	< 200 ms	RTA ^c retries = 3; RTA timeout factor = 100 ms
	< 3 ms	RT_CLASS_3 ^b : double failure (line break and surge) data hold factor = 3; delivery time = 1 ms
	< 200 ms	RTA ^c retry = 3; RTA time out factor = 100 ms
^a Optional.		
^b The attributes RT_CLASS_x are specified in IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass.		
^c The attributes RTA Retries and RTA Timeout Factor are specified in IEC 61158-6-10, field RTARetries and RTATimeoutFactor.		

Table 148 – CP 3/6: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 1 ms and NumberOfSwitches = 63

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	1 ms data hold factor × 1 ms	Without failure Frames lost; (See 4.1, MinDeviceInterval = 1 ms)
Number of end stations	64	Using 2 port switches and line topology; a bridged end station is also an end station
Number of switches between end stations	62	—
Throughput RTE	3 546 353 octets/s	—
Non-RTE bandwidth	23 %	100 Mbit/s and related to 1 ms. Any IEEE Std 802.3-2018 frames supported.
Time synchronization accuracy	< 1 ms	Synchronization of local time ^a
	< 1 µs	Synchronization of synchronous application
Redundancy recovery time	0 ms	RT_CLASS_3 ^b : single failure
	< 200 ms	RTA ^c retries = 3; RTA timeout factor = 100 ms

Performance indicator	Value	Constraints
	< 3 ms	RT_CLASS_3 ^b : double failure (line break and surge) data hold factor = 3; delivery time = 1 ms
	< 200 ms	RTA ^c retry = 3; RTA time out factor = 100 ms

^a Optional.

^b The attributes RT_CLASS_x are specified in IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass.

^c The attributes RTA Retries and RTA Timeout Factor are specified in IEC 61158-6-10, field RTARetries and RTATimeoutFactor.

Table 149 – CP 3/6: Assumed values for consistent set of PI calculation

Symbol	Definition	Value
<i>Cd</i>	is the cable delay (see parameter cable_delay in IEC 61158-6-10)	5 ns
<i>Cl_t</i>	is the total cable length	100 m
<i>cta_R</i>	is the application cycle time of the Receiver	1 µs
<i>cta_S</i>	is the application cycle time of the Sender	1 µs
<i>ctc</i>	is the communication cycle time (see Formula (5) in 4.4.4.2.2) and shall be equal to or longer than MinDeviceInterval	1 ms
<i>Data</i>	is the complete Ethernet frame	68 octets
<i>EthernetDataRate</i>	is the Ethernet data rate of the network	Mbit/s
<i>MAC_delay</i>	is the delay on MAC layer	1 µs
<i>NonRTE</i>	is the percentage of non-RTE bandwidth	%
<i>od</i>	is any other delay, e. g. signal forwarding in a ring	0 s
<i>pd</i>	is the propagation delay (see Formula (6) in 4.4.4.2.2)	—
<i>Phy_R_delay</i>	is the PHY delay on receiver side	300 ns
<i>Phy_S_delay</i>	is the PHY delay on sender side	300 ns
<i>protocolRTE</i>	is the percentage of protocol time (see Formula (9) in 4.4.4.2.10)	50 %
<i>Queue_delay</i>	is the Queue delay in a bridge	0 s
<i>RedundancyManagement</i>	is the time needed for management functions to support redundancy	0 s
<i>STTr</i>	is the receiver stack traversal time	0 s
<i>STTs</i>	is the sender stack traversal time	0 s
<i>Time_synchron_accuracy</i>	is the time synchronization accuracy	1 µs
<i>tt</i>	is the transfer time (80 ns/octet for 100 Mbit/s, 8 ns/octet for 1 Gbit/s)	80 ns
<i>SCF</i>	See IEC 61158-6-10, field SendClockFactor	32
<i>RR</i>	See IEC 61158-6-10, field ReductionRatio	1

4.6.4.3.2 MinDeviceInterval = 31,25 µs

Table 150 specifies the consistent set of performance indicators using a network bandwidth of 100 Mbit/s, wired or fiber optic. The values are based on the figures given in Table 151 and the methods or algorithm given in 4.4.4.2. This consistent set of performance indicators shall be tested for devices (not wireless) that claim compliance with CP 3/6, form together a DFP group, claim conformance to the application class "high performance" and support the given MinDeviceInterval.

Table 150 – CP 3/6: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 31,25 µs and NumberOfSwitches = 10

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	31,25 µs data hold factor × 31,25 µs	Without failure Frames lost; (See 4.1, MinDeviceInterval = 31,25 µs)
Number of end stations	10	Using 2 port switches and line topology; a bridged end station is also an end station
Number of switches between end stations	8	—
Throughput RTE	3 264 000 octets/s	—
Non-RTE bandwidth	34,6 %	100 Mbit/s and related to 1 ms. Any IEEE Std 802.3-2018 frames supported.
Time synchronization accuracy	< 100 µs	Synchronization of local time ^a
	< 1 µs	Synchronization of synchronous application
Redundancy recovery time	0 ms	RT_CLASS_3 ^b : single failure
	< 200 ms	RTA ^c retries = 3; RTA timeout factor = 100 ms
	< 100 µs	RT_CLASS_3 ^b : double failure (line break and surge) data hold factor = 3; delivery time = 31,25 µs
	< 200 ms	RTA ^c retry = 3; RTA time out factor = 100 ms
^a Optional.		
^b The attributes RT_CLASS_x are specified in IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass.		
^c The attributes RTA Retries and RTA Timeout Factor are specified in IEC 61158-6-10, field RTARetries and RTATimeoutFactor.		

Table 151 – CP 3/6: Assumed values for consistent set of PI calculation

Symbol	Definition	Value
<i>cd</i>	is the cable delay (see parameter cable_delay in IEC 61158-6-10)	5 ns
<i>clt</i>	is the total cable length	100 m
<i>cta_R</i>	is the application cycle time of the Receiver	1 µs
<i>cta_S</i>	is the application cycle time of the Sender	1 µs
<i>ctc</i>	is the communication cycle time (see Formula (5) in 4.4.4.2.2) and shall be equal to or longer than MinDeviceInterval	31,25 µs
<i>data</i>	is the complete Ethernet frame	118 octets
<i>EthernetDataRate</i>	is the Ethernet data rate of the network	Mbit/s
<i>MAC_delay</i>	is the delay on MAC layer	1 µs
<i>NonRTE</i>	is the percentage of non-RTE bandwidth	%
<i>od</i>	is any other delay, e. g. signal forwarding in a ring	0 s
<i>pd</i>	is the propagation delay (see Formula (6) in 4.4.4.2.2)	—
<i>Phy_R_delay</i>	is the PHY delay on receiver side; the maximum value of the application profile "high performance"	210 ns
<i>Phy_S_delay</i>	is the PHY delay on sender side; the maximum value of the application profile "high performance"	90 ns

Symbol	Definition	Value
<i>protocolRTE</i>	is the percentage of protocol time (see Formula (9) in 4.4.4.2.10)	50 %
<i>Queue_delay</i>	is the Queue delay in a bridge	0 s
<i>RedundancyManagement</i>	is the time needed for management functions to support redundancy	0 s
<i>STTr</i>	is the receiver stack traversal time	0 s
<i>STTs</i>	is the sender stack traversal time	0 s
<i>Time_synchron_accuracy</i>	is the time synchronization accuracy	1 µs
<i>tt</i>	is the transfer time (80 ns/octet for 100 Mbit/s, 8 ns/octet for 1 Gbit/s)	80 ns
<i>SCF</i>	See IEC 61158-6-10, field SendClockFactor	1
<i>RR</i>	See IEC 61158-6-10, field ReductionRatio	1

4.7 Profile 3/7

4.7.1 Physical layer

The physical layer shall be according to IEEE Std 802.3-2018 and Table 92.

Data rates from 10 Mbit/s up to 1 Tbit/s in full-duplex mode are possible. The support of 1 Gbit/s is recommended.

4.7.2 Data link layer

The data link layer shall be according to IEEE Std 802.3-2018, IEEE Std 802.1AB-2016, IEEE Std 802.1Q-2018, and IEEE Std 802.1AS-2020.

The local injected non real time traffic of each node should be limited per millisecond according to Table 93 to avoid a network overload.

4.7.3 Application layer

4.7.3.1 AL service selection

4.7.3.1.1 IO device

Application layer services for an IO device are defined in IEC 61158-5-10. Table 152 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 for this profile.

Table 152 – CP 3/7: AL service selection for an IO device

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Concepts	YES	—
5	Data type ASE	YES	—
6	Communication model for common services	—	—
6.1	Concepts	YES	—
6.2	ASE data types	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
6.3	ASEs	—	—
6.3.1	Middle Layer ASEs	YES	—
6.3.2	Remote procedure call ASE	YES	Optional
6.3.3	Remote service interface ASE	YES	—
6.3.4	Domain name system ASE	YES	Optional
6.3.5	Simple network management ASE	YES	Optional
6.3.6	NETCONF ASE	—	—
6.3.7	NETCONF event ASE	—	—
6.3.8	IP suite ASE	YES	Optional; ICMP mandatory if IP suite ASE is supported.
6.3.9	Real time cyclic ASE	YES	RT_CLASS_UDP is optional
6.3.10	Real time acyclic ASE	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
6.3.11	Discovery and basic configuration ASE	YES	—
6.3.12	Dynamic host configuration ASE	YES	Optional
6.3.13	IEEE 802.1AB ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.14	Media redundancy ASE	YES	See 4.2.7, n.a. for wireless media
6.3.15	Precision time control ASE	—	—
6.3.16	IEEE 802.1AS ASE	YES	Sync master is optional; Global time is optional; Redundant sync tree is optional
6.3.17	IEEE 802.1Q ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.18	IEEE 802.1CB ASE	YES	Mandatory
6.3.19	Fragmentation ASE	—	—
6.3.20	IEEE 802.3 ASE	YES	n.a. for wireless media
6.3.21	Void	NO	Reserved for security
6.3.22	Common DL mapping ASE	—	—
6.3.22.1	Overview	YES	—
6.3.22.2	DL Mapping class specification	YES	—
6.3.22.3	DL Mapping service specification	—	—
7	Communication model for distributed I/O	—	—
7.1	Concepts	YES	—
7.1.1	User requirements	YES	—
7.1.2	Features	YES	—
7.1.3	Associations	YES	—
7.1.4	Device types	—	—
7.1.4.1	General	YES	—
7.1.4.2	Addressing schema	YES	—
7.1.4.3	IO controller	NO	—
7.1.4.4	IO supervisor	NO	—
7.1.4.5	IO parameter server	NO	—
7.1.4.6	IO device	YES	—
7.1.5	Instance model and device addresses	YES	—
7.1.6	Application process	YES	—
7.1.7	Application service element	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
7.1.8	Application relationship	YES	—
7.2	ASE data types	YES	—
7.3	ASEs	—	—
7.3.1	AR ASE	YES	—
7.3.2	Real Identification ASE	YES	—
7.3.3	Communication Interface Management ASE	YES	—
7.3.4	Diagnosis ASE	YES	—
7.3.5	PE ASE	YES	Optional
7.3.6	LogBook ASE	YES	—
7.3.7	RS ASE	YES	Optional
7.3.8	Time ASE	YES	—
7.3.9	NME ASE	YES	Optional
7.4	Application characteristics	YES	—
7.5	Summary of FAL services	—	—
7.5.1	IO device	YES	—
7.5.2	IO controller	NO	—
7.5.3	IO supervisor	NO	—
Annex A	Device instances	YES	—
Annex B	Components of an Ethernet interface	Partial	Used when applicable
Annex C	Scheme of MAC address assignment	YES	—
Annex D	Measurement of the fast startup time	YES	—
Annex E	Dynamic Frame Packing	YES	Optional
Annex F	Precondition for Diagnosis	YES	—
—	Bibliography	YES	—

4.7.3.1.2 IO controller

Application layer services for an IO controller are defined in IEC 61158-5-10. Table 152 changed by the content of Table 153 holds the application layer service selections from IEC 61158-5-10 for this profile.

Table 153 – CP 3/7: Additional AL service selection for an IO controller

Clause	Header	Presence	Constraints
7.1.4.2	Addressing schema	YES	—
7.1.4.3	IO controller	YES	—
7.1.4.4	IO supervisor	NO	—
7.1.4.5	IO parameter server	NO	—
7.1.4.6	IO device	NO	—
7.3.6	LogBook ASE	YES	Optional
7.3.9	NME ASE	YES	—
7.5.1	IO device	NO	—
7.5.2	IO controller	YES	—
7.5.3	IO supervisor	YES	Optional

4.7.3.1.3 IO supervisor

Not applicable.

4.7.3.1.4 Options

DHCP according to IETF RFC 2131 is an optional service.

DNS is an optional service for an IO controller and IO supervisor.

4.7.3.2 AL protocol selection**4.7.3.2.1 IO device**

Application layer protocols for an IO device are defined in IEC 61158-6-10. Table 154 holds the application layer protocol selections from IEC 61158-6-10 for this profile.

Table 154 – CP 3/7: AL protocol selection for an IO device

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Application layer protocol specification for common protocols	—	—
4.1	FAL syntax description	YES	—
4.2	Transfer syntax	YES	—
4.2.1	Coding of basic data types	Partial	Used if needed
4.2.2	Coding section related to common basic fields	Partial	Used if needed
4.3	Discovery and basic configuration	YES	—
4.4	Precision transparent clock protocol	YES	Optional, n.a. for wireless media
4.5	Time synchronization	—	—
4.5.1	General	YES	—
4.5.2	GlobalTime	YES	Optional
4.5.3	WorkingClock	YES	—
4.6	Media redundancy	YES	See 4.2.7
4.7	Real time cyclic	YES	RT_CLASS_UDP is optional
4.8	Real time acyclic	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
4.9	Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
4.10	Remote procedure call	YES	Optional
4.11	Link layer discovery	YES	n.a. for wireless media
4.12	End stations and bridges	YES	—
4.12.1 to 4.12.2	—	YES	—
4.12.3	End station	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
4.12.4	Bridge	YES	If bridge component is implemented
4.12.5	Bridged end station	YES	If bridge component is implemented
4.12.6 to 4.12.10	—	YES	—
4.13	IP suite	YES	Optional
4.14	Domain name system	YES	Optional
4.15	Dynamic host configuration	YES	Optional
4.16	Simple network management	YES	Optional
4.17	Network configuration	—	—
4.18	Common DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
4.19	Void	NO	Reserved for security
4.20	Additional information	YES	—
5	Application layer protocol specification for distributed I/O	—	—
5.1	FAL syntax description	YES	—
5.2	Transfer syntax	YES	When applicable
5.3	FAL protocol state machines	YES	When applicable
5.4	AP-Context state machine	YES	—
5.5	FAL Service Protocol Machines	YES	—
5.5.1	Overview	YES	—
5.5.2	FAL Service Protocol Machine Power-On	YES	—
5.5.3	FAL Service Protocol Machine Device	YES	—
5.5.4	FAL Service Protocol Machine Controller	NO	—
5.5.5	FAL Service Protocol Machine Network Management Entity	YES	Optional
5.6	Application Relationship Protocol Machines	YES	Optional
5.6.1	Alarm Protocol Machine Initiator	YES	—
5.6.2	Alarm Protocol Machine Responder	YES	—
5.6.3	Device	YES	—
5.6.4	Controller	NO	—
5.6.5	Network Management Entity	YES	Optional
5.7	DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
5.8	Checking rules	YES	When applicable
Annex A	Unified establishing of an AR for all RT classes	YES	—
Annex B	Compatible establishing of an AR	YES	—
Annex C	Establishing of a device access AR	YES	—
Annex D	Establishing of an AR (accelerated procedure)	YES	—
Annex E	Establishing of an AR (fast startup procedure)	YES	—
Annex F	Example of the upload, storage and retrieval procedure	YES	—
Annex G	Implementation of send list control	YES	—
Annex H	Overview of the IO controller and the IO device state machines	YES	—
Annex I	Overview of the PTCP synchronization master hierarchy	YES	Optional; mandatory if Precision time control is supported

Clause	Header	Presence	Constraints
Annex J	Optimization of bandwidth usage for Time Aware Shaping	YES	—
Annex K	Time constraints for RT_CLASS_3 bandwidth allocation	YES	Optional; mandatory if RT_CLASS_3 is supported
Annex L	Time constraints for the forwarding of a frame	YES	—
Annex M	Principle of dynamic frame packing	YES	Optional
Annex N	Principle of Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
Annex O	MRPD – Principle of seamless media redundancy	YES	Optional; mandatory if RED_CLASS_3 is supported.
Annex P	Principle of a RED_RELAY without forwarding information in PDIRFrameData	YES	Optional
Annex Q	Constraints for Auto-negotiation	YES	—
Annex R	Example of a PrmBegin, PrmEnd and ApplRdy sequence	YES	—
Annex S	List of supported MIBs	YES	Optional
Annex T	Structure and content of BLOB	YES	If needed
Annex U	Management information bases	YES	Optional
Annex V	Cross reference to the IEC 62439-2	YES	Optional; mandatory if MRP is supported
Annex W	Maintaining statistic counters for Ethernet	YES	—
Annex X	Example of RSI fragmentation	YES	—
Annex Y	Delayed cut through	YES	End station component: Optional Bridge component: See Table 109
—	Bibliography	YES	—

4.7.3.2.2 IO controller

Application layer protocols for an IO controller are defined in IEC 61158-6-10. Table 155 specifies the clauses included in this profile.

Table 155 – CP 3/7: AL protocol selection for an IO controller

Clause	Header	Presence	Constraints
—	FOREWORD	YES	—
—	INTRODUCTION	YES	—
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Used if needed
3	Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	Partial	Used if needed
4	Application layer protocol specification for common protocols	—	—
4.1	FAL syntax description	YES	—
4.2	Transfer syntax	YES	—
4.2.1	Coding of basic data types	Partial	Used if needed
4.2.2	Coding section related to common basic fields	Partial	Used if needed
4.3	Discovery and basic configuration	YES	Support of the DCP function "ResetToFactory" recommended

Clause	Header	Presence	Constraints
4.4	Precision transparent clock protocol	YES	Optional
4.5	Time synchronization	—	—
4.5.1	General	YES	—
4.5.2	GlobalTime	YES	Optional
4.5.3	WorkingClock	YES	—
4.6	Media redundancy	YES	Optional
4.7	Real time cyclic	YES	RT_CLASS_UDP is optional
4.8	Real time acyclic	YES	RTA_CLASS_UDP is optional; mandatory if RT_CLASS_UDP is supported.
4.9	Fragmentation	YES	Optional
4.10	Remote procedure call	YES	Optional
4.11	Link layer discovery	YES	n.a. for wireless media
4.12	End stations and bridges	YES	—
4.12.1 to 4.12.2	—	YES	—
4.12.3	End station	YES	—
4.12.4	Bridge	YES	If bridge component is implemented
4.12.5	Bridged end station	YES	If bridge component is implemented
4.12.6 to 4.12.10	—	YES	—
4.13	IP suite	YES	Optional
4.14	Domain name system	YES	Optional
4.15	Dynamic host configuration	YES	Optional
4.16	Simple network management	YES	Optional
4.17	Network configuration	—	—
4.18	Common DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
4.19	Void	NO	Reserved for security
4.20	Additional information	YES	—
5	Application layer protocol specification for distributed I/O	—	—
5.1	FAL syntax description	YES	—
5.2	Transfer syntax	YES	When applicable
5.3	FAL protocol state machines	YES	When applicable
5.4	AP-Context state machine	YES	—
5.5	FAL Service Protocol Machines	YES	—
5.5.1	Overview	YES	—
5.5.2	FAL Service Protocol Machine Power-On	YES	—
5.5.3	FAL Service Protocol Machine Device	NO	—
5.5.4	FAL Service Protocol Machine Controller	YES	—
5.5.5	FAL Service Protocol Machine Network Management Entity	YES	Optional
5.6	Application Relationship Protocol Machines	—	—
5.6.1	Alarm Protocol Machine Initiator	YES	—
5.6.2	Alarm Protocol Machine Responder	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
5.6.3	Device	NO	—
5.6.4	Controller	YES	—
5.6.5	Network Management Entity	YES	—
5.7	DLL Mapping Protocol Machines	YES	—
5.8	Checking rules	YES	When applicable
Annex A	Unified establishing of an AR for all RT classes	YES	—
Annex B	Compatible establishing of an AR	YES	—
Annex C	Establishing of a device access AR	YES	—
Annex D	Establishing of an AR (accelerated procedure)	YES	—
Annex E	Establishing of an AR (fast startup procedure)	YES	—
Annex F	Example of the upload, storage and retrieval procedure	YES	—
Annex G	Implementation of send list control	YES	—
Annex H	Overview of the IO controller and the IO device state machines	YES	—
Annex I	Overview of the PTCIP synchronization master hierarchy	YES	Optional; mandatory if Precision time control is supported
Annex J	Optimization of bandwidth usage for Time Aware Shaping	YES	—
Annex K	Time constraints for RT_CLASS_3 bandwidth allocation	YES	Optional; mandatory if RT_CLASS_3 is supported
Annex L	Time constraints for the forwarding of a frame	YES	—
Annex M	Principle of dynamic frame packing	YES	Optional
Annex N	Principle of Fragmentation	YES	Optional; mandatory if send clocks lower than 250 µs are supported.
Annex O	MRPD – Principle of seamless media redundancy	YES	Optional; mandatory if RED_CLASS_3 is supported.
Annex P	Principle of a RED_RELAY without forwarding information in PDIRFrameData	YES	Optional
Annex Q	Constraints for Auto-negotiation	YES	—
Annex R	Example of a PrmBegin, PrmEnd and ApplRdy sequence	YES	—
Annex S	List of supported MIBs	YES	Optional
Annex T	Structure and content of BLOB	YES	If needed
Annex U	Management information bases	YES	Optional
Annex V	Cross reference to the IEC 62439-2	YES	Optional; mandatory if MRP is supported
Annex W	Maintaining statistic counters for Ethernet	YES	—
Annex X	Example of RSI fragmentation	YES	—
Annex Y	Delayed cut through	YES	End station component: Optional Bridge component: See Table 109
—	Bibliography	YES	—

4.7.3.2.3 IO supervisor

Not applicable.

4.7.3.2.4 Options

Subclause 4.6.3.1.4 applies.

4.7.4 Performance indicator selection

4.7.4.1 Performance indicator overview

Subclause 4.4.4.1 applies.

4.7.4.2 Performance indicator dependencies

Subclause 4.4.4.2 applies.

4.7.4.3 Consistent set of performance indicators

4.7.4.3.1 MinDeviceInterval = 1 ms

Table 156 and Table 157 specify the consistent set of performance indicators using a network bandwidth of 100 Mbit/s, wired or fiber optic. The values are based on the figures given in Table 158 and the methods or algorithm given in 4.4.4.2. This consistent set of performance indicators shall be tested for devices (not wireless) that claim compliance with CP 3/7.

Table 156 – CP 3/7: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 1 ms and NumberOfSwitches = 20

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	1 ms data hold factor × 1 ms	Without failure Frames lost; (See 4.1, MinDeviceInterval = 1 ms)
Number of end stations	60	Using 4 port switches and line topology; a bridged end station is also an end station
Number of switches between end stations	20	—
Throughput RTE	3 324 706 octets/s	—
Non-RTE bandwidth	23,5 %	100 Mbit/s and related to 1 ms. Any IEEE Std 802.3-2018 frames supported.
Time synchronization accuracy	< 100 µs	Synchronization of local time ^a
	< 1 µs	Synchronization of synchronous application
Redundancy recovery time	0 ms	RT_CLASS_STREAM ^b : single failure
	< 200 ms	RTA ^c retries = 3; RTA timeout factor = 100 ms
	< 3 ms	RT_CLASS_STREAM ^b : double failure (line break and surge) data hold factor = 3; delivery time = 1 ms
	< 200 ms	RTA ^c retry = 3; RTA time out factor = 100 ms

^a Optional.

^b The attributes RT_CLASS_x are specified in IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass.

^c The attributes RTA Retries and RTA Timeout Factor are specified in IEC 61158-6-10, field RTARetries and RTATimeoutFactor.

Table 157 – CP 3/7: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 1 ms and NumberOfSwitches = 63

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	1 ms data hold factor × 1 ms	Without failure Frames lost; (See 4.1, MinDeviceInterval = 1 ms)
Number of end stations	64	Using 2 port switches and line topology; a bridged end station is also an end station
Number of switches between end stations	62	—
Throughput RTE	3 546 353 octets/s	—
Non-RTE bandwidth	23 %	100 Mbit/s and related to 1 ms. Any IEEE Std 802.3-2018 frames supported.
Time synchronization accuracy	< 1 ms	Synchronization of local time ^a
	< 1 µs	Synchronization of synchronous application
Redundancy recovery time	0 ms	RT_CLASS_STREAM ^b : single failure
	< 200 ms	RTA ^c retries = 3; RTA timeout factor = 100 ms
	< 3 ms	RT_CLASS_STREAM ^b : double failure (line break and surge) data hold factor = 3; delivery time = 1 ms
	< 200 ms	RTA ^c retry = 3; RTA time out factor = 100 ms

^a Optional.

^b The attributes RT_CLASS_x are specified in IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass.

^c The attributes RTA Retries and RTA Timeout Factor are specified in IEC 61158-6-10, field RTARetries and RTATimeoutFactor.

Table 158 – CP 3/7: Assumed values for consistent set of PI calculation

Symbol	Definition	Value
<i>Cd</i>	is the cable delay (see parameter cable_delay in IEC 61158-6-10)	5 ns
<i>Cl</i>	is the total cable length	100 m
<i>cta_R</i>	is the application cycle time of the Receiver	1 µs
<i>cta_S</i>	is the application cycle time of the Sender	1 µs
<i>ctc</i>	is the communication cycle time (see Formula (5) in 4.4.4.2.2) and shall be equal to or longer than MinDeviceInterval	1 ms
<i>Data</i>	is the complete Ethernet frame	68 octets
<i>EthernetDataRate</i>	is the Ethernet data rate of the network	Mbit/s
<i>MAC_delay</i>	is the delay on MAC layer	1 µs
<i>NonRTE</i>	is the percentage of non-RTE bandwidth	%
<i>od</i>	is any other delay, e. g. signal forwarding in a ring	0 s
<i>pd</i>	is the propagation delay (see Formula (6) in 4.4.4.2.2)	—
<i>Phy_R_delay</i>	is the PHY delay on receiver side	300 ns
<i>Phy_S_delay</i>	is the PHY delay on sender side	300 ns
<i>protocolRTE</i>	is the percentage of protocol time (see Formula (9) in 4.4.4.2.10)	50 %

Symbol	Definition	Value
<i>Queue_delay</i>	is the Queue delay in a bridge	0 s
<i>RedundancyManagement</i>	is the time needed for management functions to support redundancy	0 s
<i>STTr</i>	is the receiver stack traversal time	0 s
<i>STTs</i>	is the sender stack traversal time	0 s
<i>Time_synchron_accuracy</i>	is the time synchronization accuracy	1 µs
<i>tt</i>	is the transfer time (80 ns/octet for 100 Mbit/s, 8 ns/octet for 1 Gbit/s)	80 ns
<i>SCF</i>	See IEC 61158-6-10, field SendClockFactor	32
<i>RR</i>	See IEC 61158-6-10, field ReductionRatio	1

4.7.4.3.2 MinDeviceInterval = 31,25 µs

Table 159 specifies the consistent set of performance indicators using a network bandwidth of 1 Gbit/s, wired or fiber optic. The values are based on the figures given in Table 160 and the methods or algorithm given in 4.4.4.2. This consistent set of performance indicators shall be tested for devices that claim compliance with CP 3/7, and support the given MinDeviceInterval.

**Table 159 – CP 3/7: Consistent set of PI for MinDeviceInterval = 31,25 µs and
NumberOfSwitches = 10**

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	31,25 µs data hold factor × 31,25 µs	Without failure Frames lost; (See 4.1, MinDeviceInterval = 31,25 µs)
Number of end stations	10	Using 2 port switches and line topology; a bridged end station is also an end station
Number of switches between end stations	8	—
Throughput RTE	24 320 000 octets/s	—
Non-RTE bandwidth	80,54 %	1 Gbit/s and related to 1 ms. Any IEEE Std 802.3-2018 frames supported.
Time synchronization accuracy	< 100 µs	Synchronization of local time ^a
	< 1 µs	Synchronization of synchronous application
Redundancy recovery time	0 ms	RT_CLASS_STREAM ^b : single failure
	< 200 ms	RTA ^c retries = 3; RTA timeout factor = 100 ms
	< 100 µs	RT_CLASS_STREAM ^b : double failure (line break and surge) data hold factor = 3; delivery time = 31,25 µs
	< 200 ms	RTA ^c retry = 3; RTA time out factor = 100 ms

^a Optional.

^b The attributes RT_CLASS_x are specified in IEC 61158-6-10, field IOCRProperties.RTClass.

^c The attributes RTA Retries and RTA Timeout Factor are specified in IEC 61158-6-10, field RTARetries and RTATimeoutFactor.

Table 160 – CP 3/7: Assumed values for consistent set of PI calculation

Symbol	Definition	Value
<i>cd</i>	is the cable delay (see parameter <i>cable_delay</i> in IEC 61158-6-10)	5 ns
<i>clt</i>	is the total cable length	100 m
<i>cta_R</i>	is the application cycle time of the Receiver	1 µs
<i>cta_S</i>	is the application cycle time of the Sender	1 µs
<i>ctc</i>	is the communication cycle time (see Formula (5) in 4.4.4.2.2) and shall be equal to or longer than <i>MinDeviceInterval</i>	31,25 µs
<i>data</i>	is the complete Ethernet frame	760 octets
<i>EthernetDataRate</i>	is the Ethernet data rate of the network	Mbit/s
<i>MAC_delay</i>	is the delay on MAC layer	1 µs
<i>NonRTE</i>	is the percentage of non-RTE bandwidth	%
<i>od</i>	is any other delay, e. g. signal forwarding in a ring	0 s
<i>pd</i>	is the propagation delay (see Formula (6) in 4.4.4.2.2)	—
<i>Phy_R_delay</i>	is the PHY delay on receiver side; the maximum value of the application profile "high performance"	210 ns
<i>Phy_S_delay</i>	is the PHY delay on sender side; the maximum value of the application profile "high performance"	90 ns
<i>protocolRTE</i>	is the percentage of protocol time (see Formula (9) in 4.4.4.2.10)	50 %
<i>Queue_delay</i>	is the Queue delay in a bridge	0 s
<i>RedundancyManagement</i>	is the time needed for management functions to support redundancy	0 s
<i>STTr</i>	is the receiver stack traversal time	0 s
<i>STTs</i>	is the sender stack traversal time	0 s
<i>Time_synchron_accuracy</i>	is the time synchronization accuracy	1 µs
<i>tt</i>	is the transfer time (80 ns/octet for 100 Mbit/s, 8 ns/octet for 1 Gbit/s)	8 ns
<i>SCF</i>	See IEC 61158-6-10, field <i>SendClockFactor</i>	1
<i>RR</i>	See IEC 61158-6-10, field <i>ReductionRatio</i>	1

4.8 Additional information

Annex A gives additional information.

Annex A (informative)

CPF 3 (PROFINET) – Performance Indicator calculation

A.1 Application Scenario

The application scenario for the consistent set of performance indicators has been selected for a typical configuration for factory automation. In general, the number of nodes is only limited by the delivery time.

A.2 Structural examples used for calculation

A.2.1 CP 3/4

A.2.1.1 Line structure

To reduce the amount of cabling a line structure is selected. In Figure A.1 the structure is shown for 60 nodes.

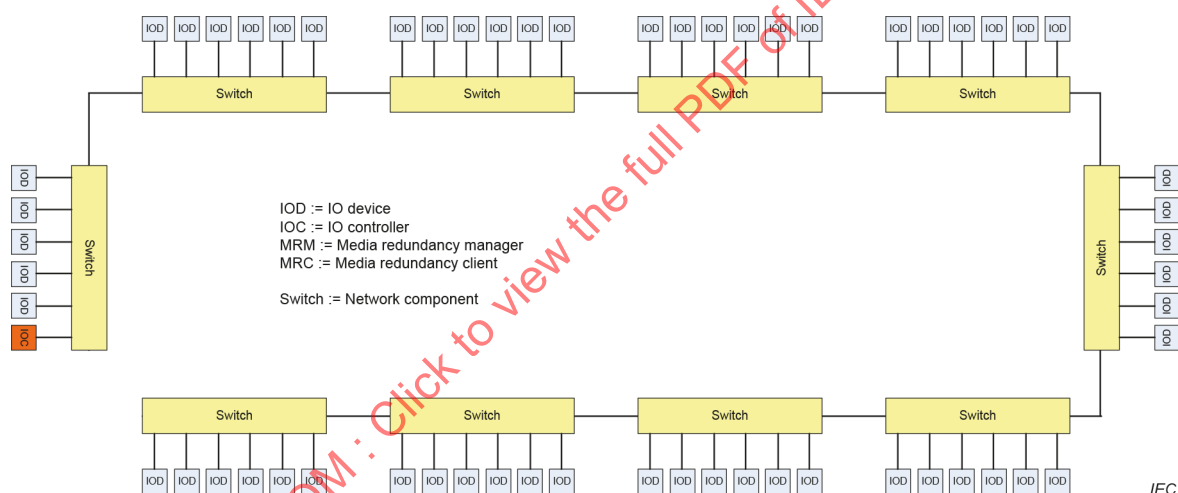


Figure A.1 – CP 3/4: Example of line structure

A.2.1.2 Ring structure

To reduce the amount of cabling, a line structure is selected. To increase the availability, a ring structure for media redundancy is shown in Figure A.2 for 60 nodes. In this case media redundancy is a feature of the bridges.

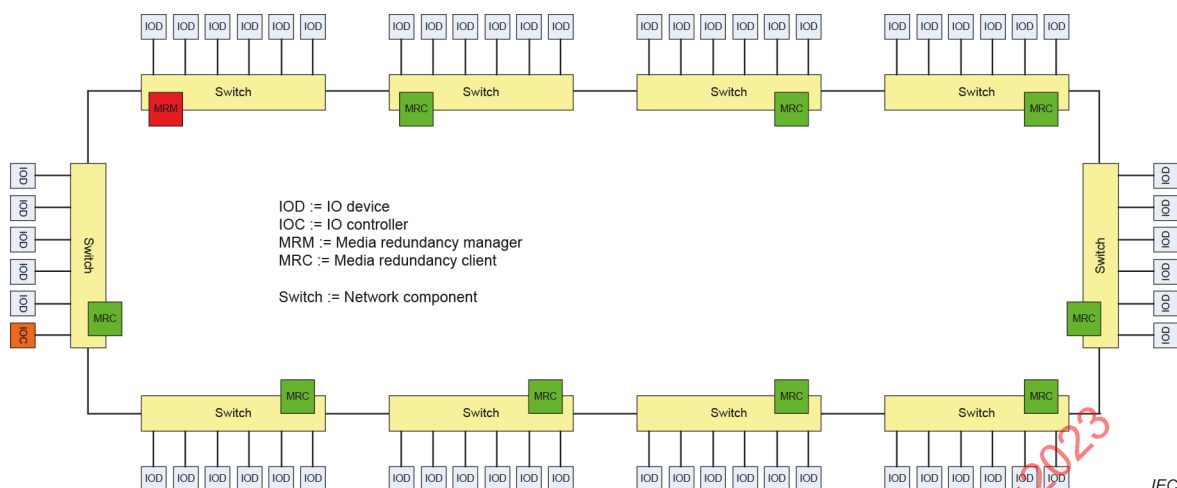


Figure A.2 – CP 3/4: Example of ring structure

A.2.1.3 Tree or star structure

Tree or star structure offers the possibility to switch off bigger parts of a machine. They need more cabling.

A.2.1.4 Wireless structure

A.2.1.4.1 Wireless bridge

An example of a wireless topology is shown in Figure A.3. The wireless bridge (2 access points or 1 access point and 1 client) are used to connect two wired network segments.

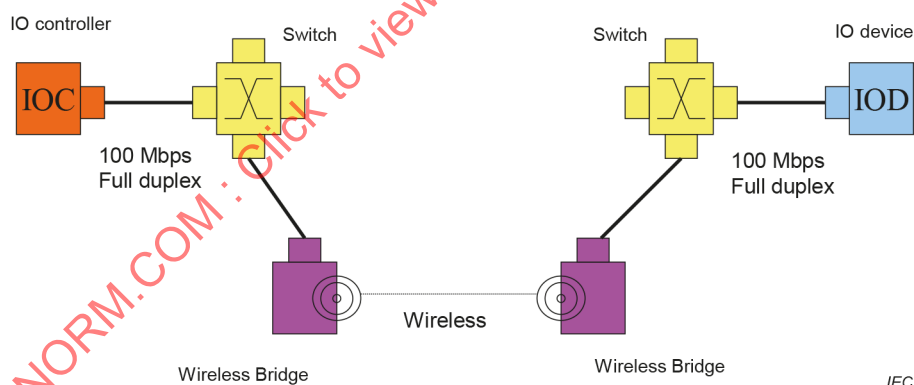


Figure A.3 – CP 3/4: Example of a wireless segment

A.2.1.4.2 Wireless Client

An example of a wireless topology is shown in Figure A.4. The IO device uses its integrated wireless client to connect via the wireless access points to the IO controller.

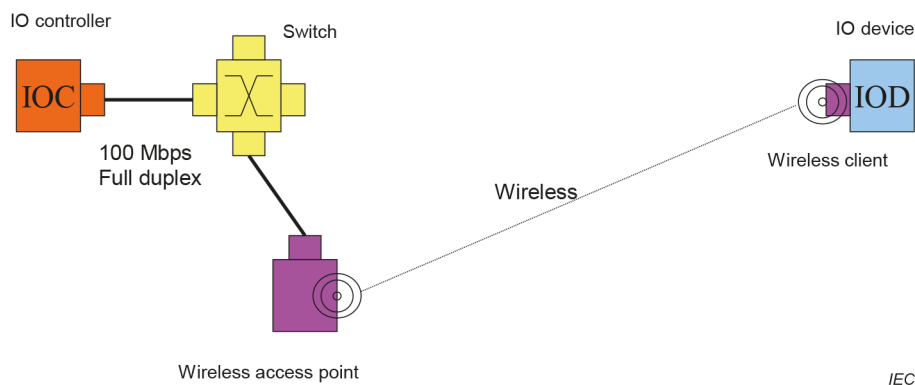


Figure A.4 – CP 3/4: Example of an integrated wireless client

A.2.2 CP 3/5

A.2.2.1 Line structure

To reduce the amount of cabling a line structure is selected. In Figure A.5, the structure is shown for 60 nodes.

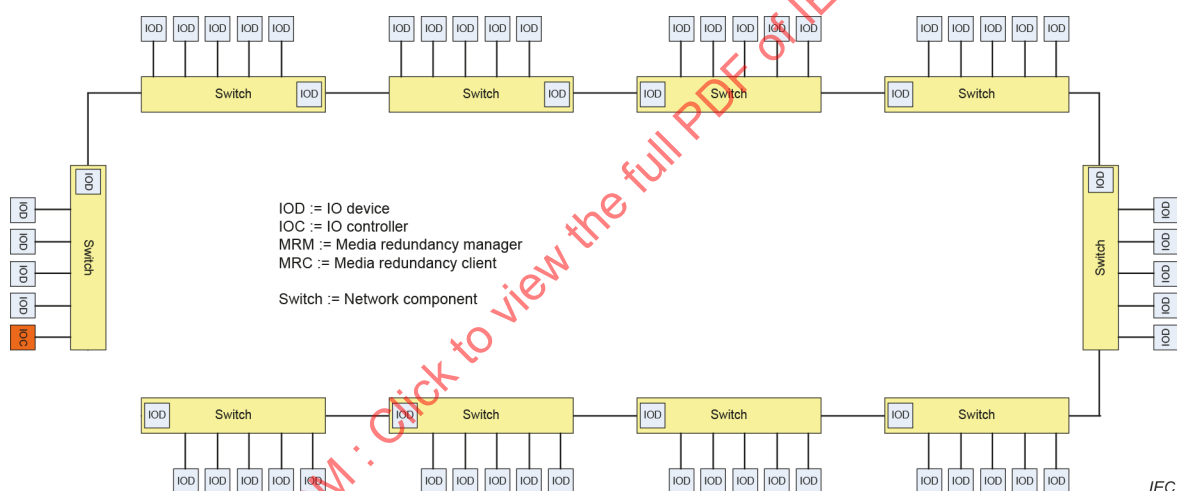


Figure A.5 – CP 3/5: Example of line structure

A.2.2.2 Ring structure

To reduce the amount of cabling, a line structure is selected. To increase the availability, a ring structure for media redundancy is shown in Figure A.6 for 60 nodes. This figure offers the ability to use bumpless media redundancy.

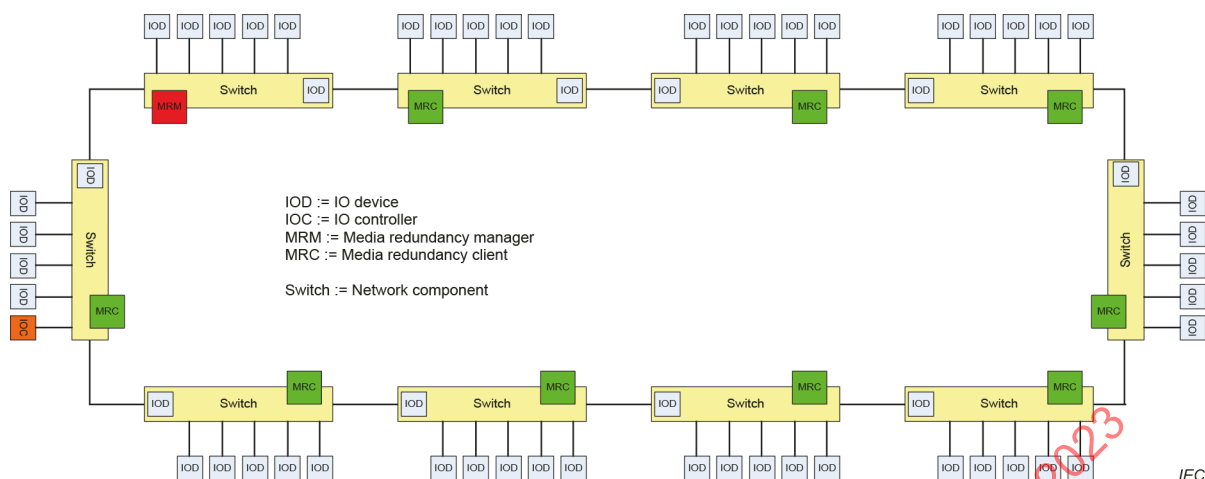


Figure A.6 – CP 3/5: Example of ring structure

A.2.2.3 Tree or star structure

See A.2.1.3.

A.2.3 CP 3/6

A.2.3.1 Line structure

To reduce the amount of cabling, a line structure is selected. In Figure A.7 the structure is shown for 60 nodes.

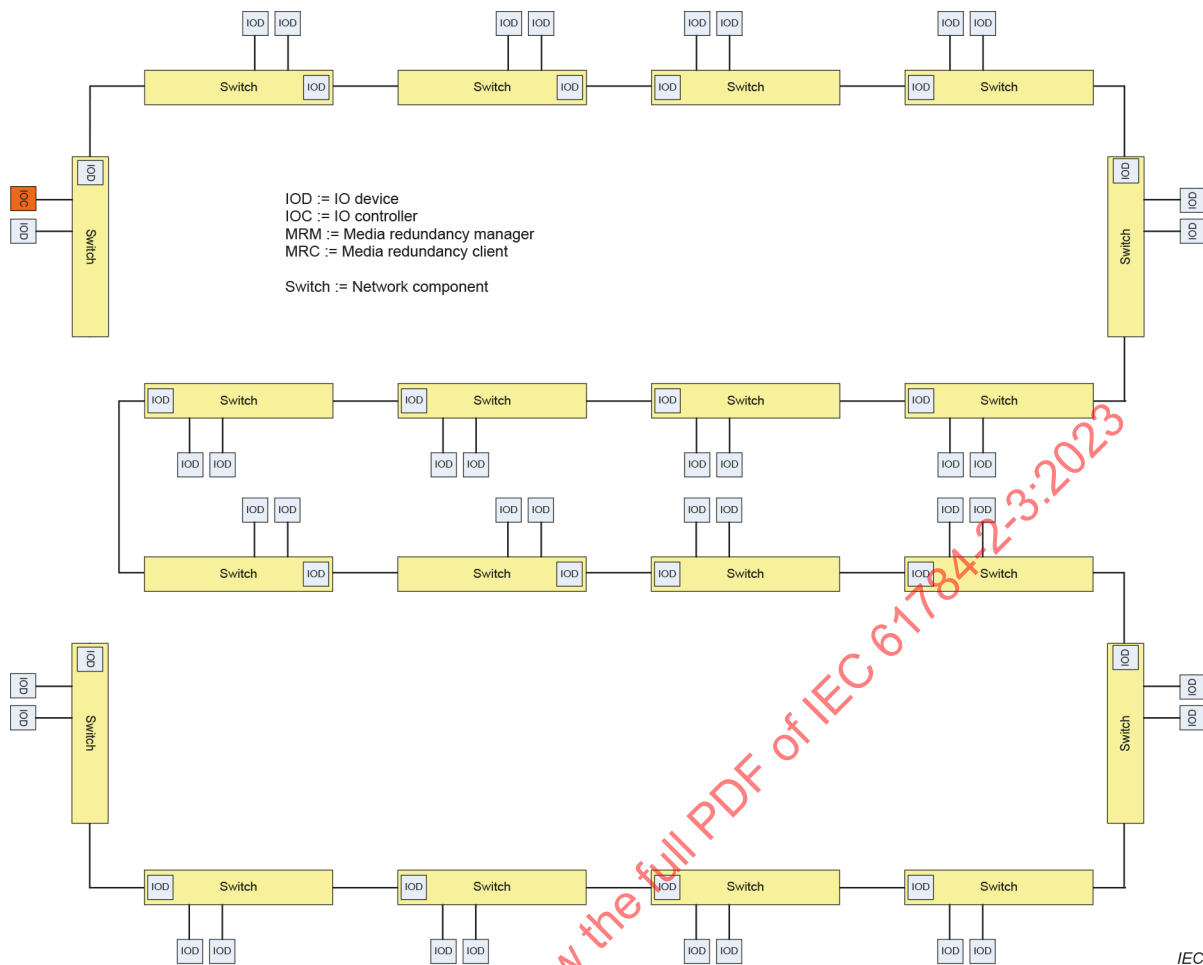


Figure A.7 – CP 3/6: Example of line structure

Figure A.8 shows a line structure with 64 nodes.

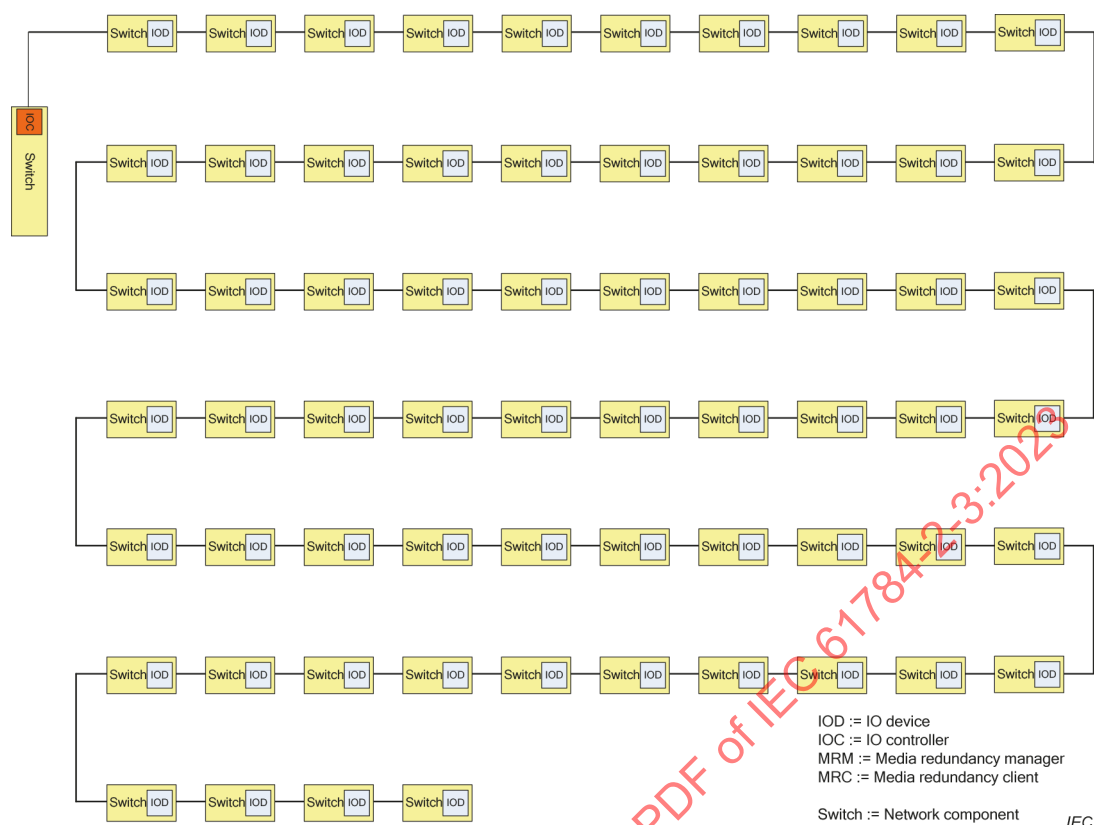


Figure A.8 – CP 3/6: Example of line structure

A.2.3.2 Ring structure

To reduce the amount of cabling, a line structure is selected. To increase the availability, a ring structure for media redundancy is shown in Figure A.9 for 60 nodes. The structure depicted in Figure A.9 shows the ability to use bumpless media redundancy.

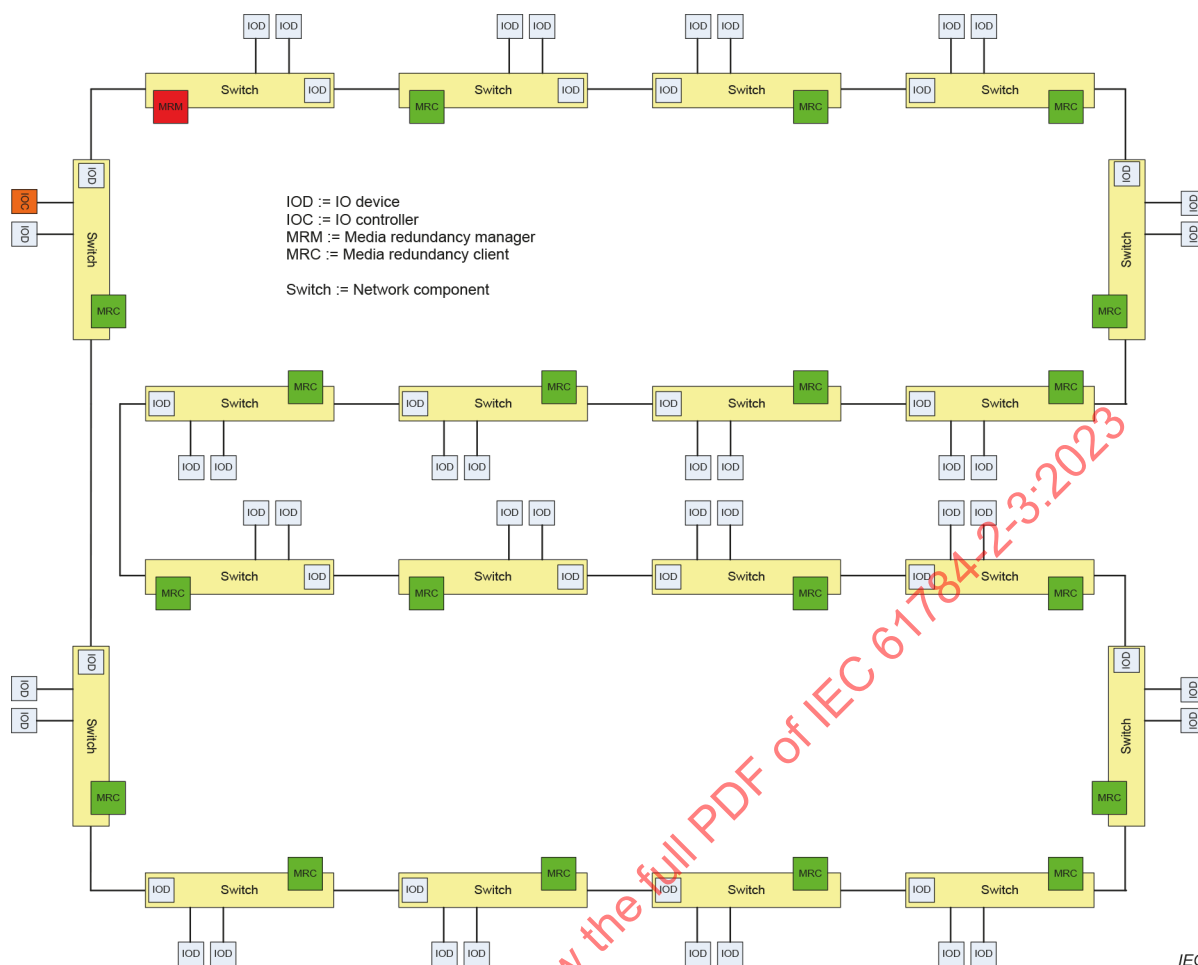
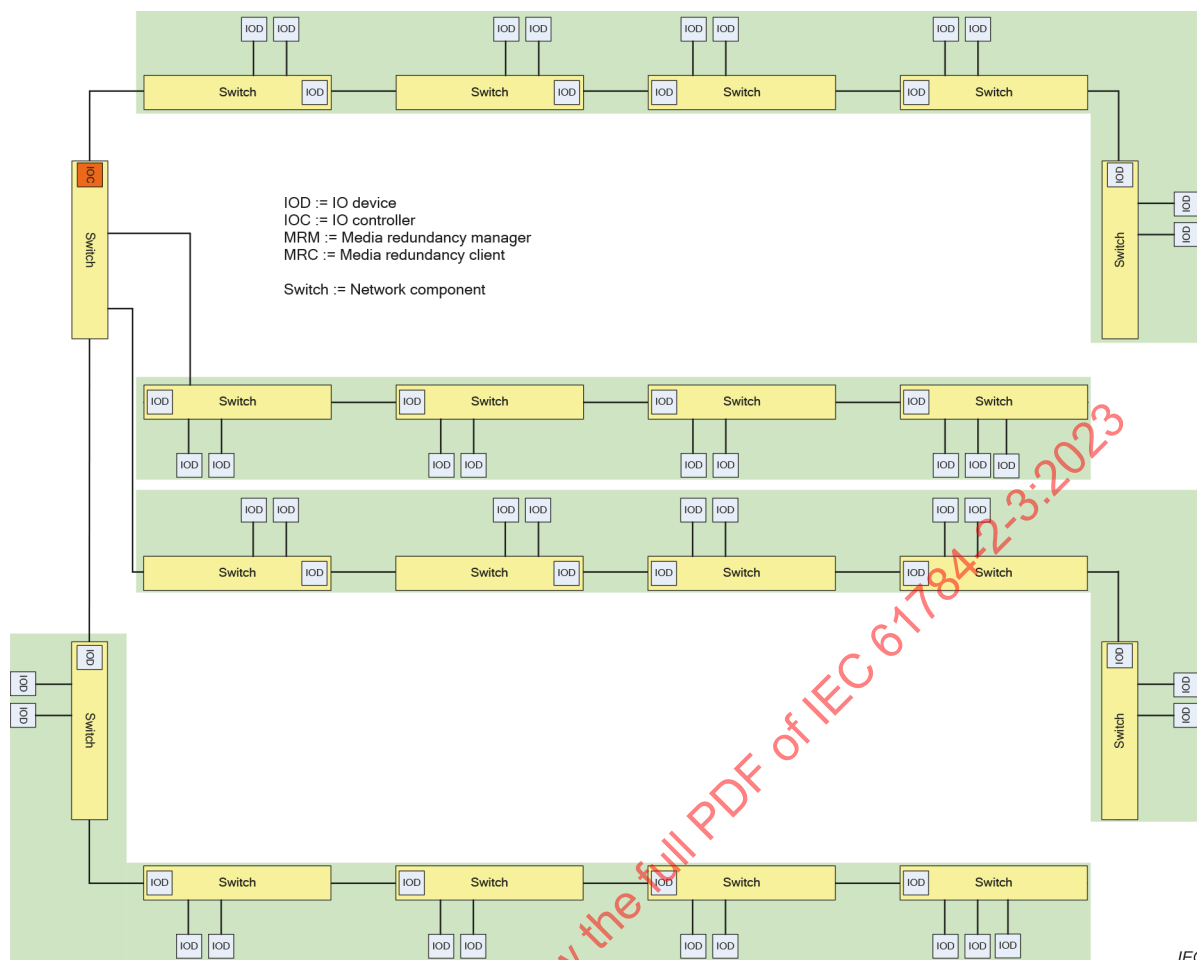


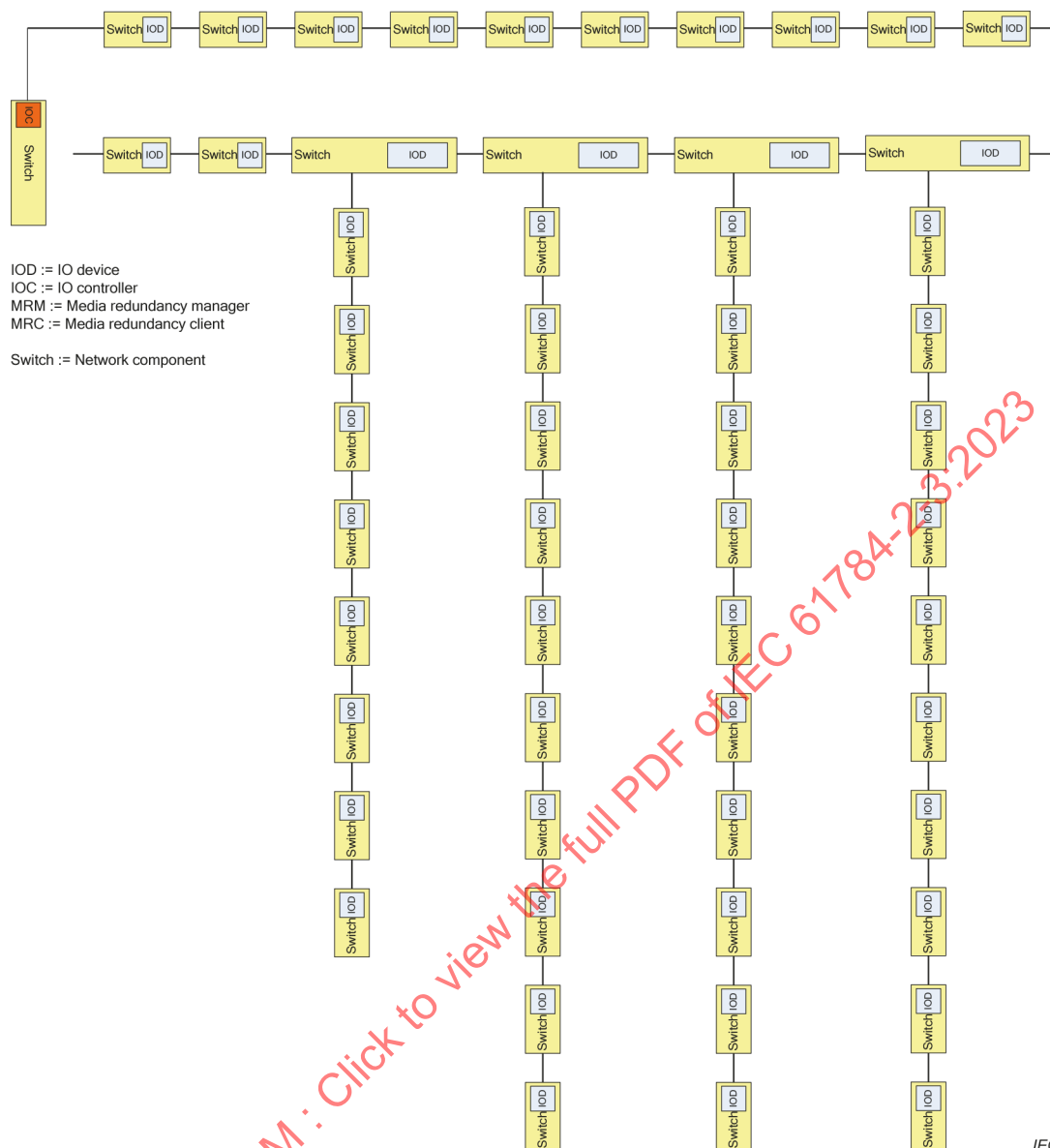
Figure A.9 – CP 3/6: Example of ring structure

A.2.3.3 Tree or star structure

Tree or star structure offers the possibility to switch-off bigger parts of a machine. They need more cabling. Figure A.10 shows this structure with integrated network components for 60 nodes. This structure offers the possibility to use higher bandwidth to communicate between IO controller and IO device. Each branch (shown as GREEN areas in Figure A.10) can use the full bandwidth of the connected port of the IO controller. It can also be disabled without bothering the other branches.

Figure A.11 shows a comb structure with 64 nodes and Figure A.12 shows a comb structure with more than 64 nodes.

**Figure A.10 – CP 3/6: Example of tree structure**



IEC

Figure A.11 – CP 3/6: Example of comb structure

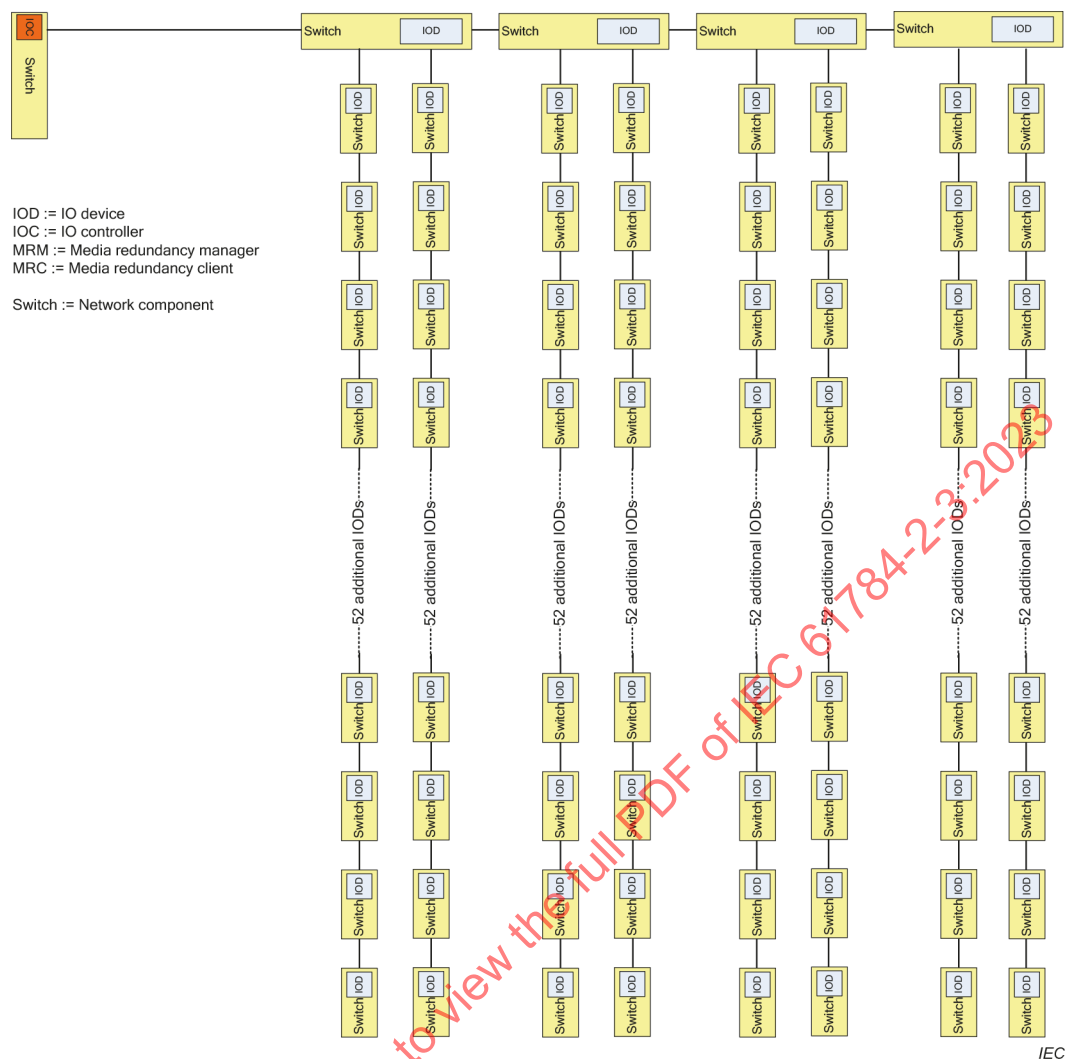


Figure A.12 – CP 3/6: Example of comb structure (optional)

A.2.4 CP 3/7

The topologies in CP 3/4, CP 3/5, and CP 3/6 also apply for CP 3/7.

A.3 Principles used for calculation

A.3.1 General

For Ethernet, a bridge is the backbone of the communication infrastructure. Its abilities and the stack traversal time are the key figures for the calculation of delivery time.

A.3.2 Stack traversal time

The stack traversal time (STT) can be reduced by means of hardware to a memory access.

A.3.3 Bridge structure

A.3.3.1 General

The abilities of a bridge, especially the bridging delay (bd) and the amount of frame buffer memory, will be considered further.

A.3.3.2 Bridging delay

The bridging delay is specified as the amount of time to transmit a frame from one port to another according to Figure A.13.

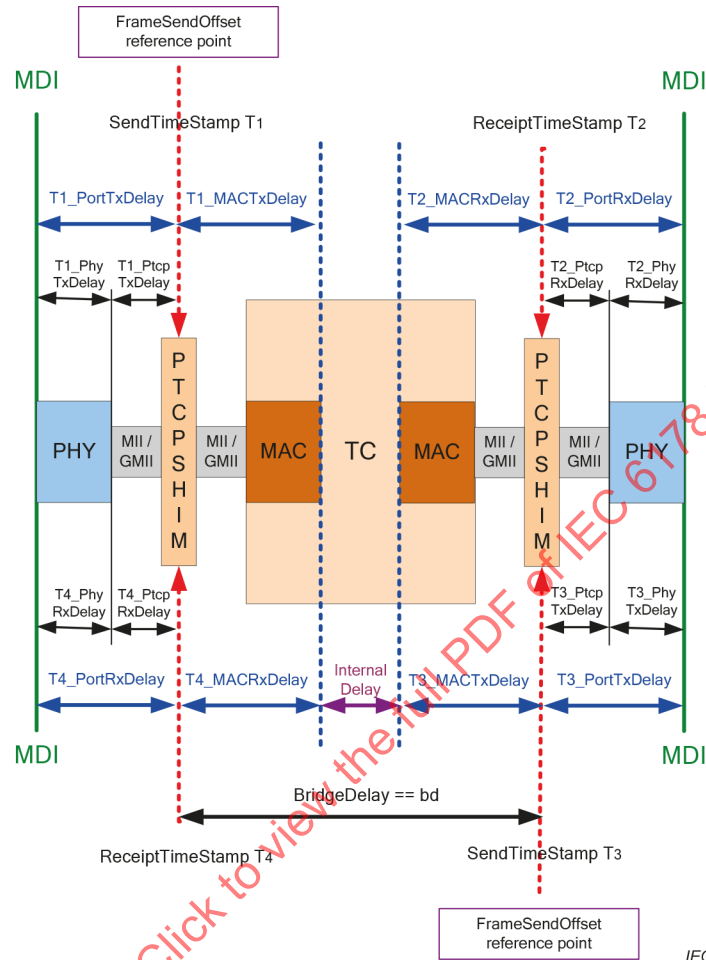


Figure A.13 – Definition of bridge delay

There are at least two different ways to switch a frame. Store and forward (S&F) offers a limited speed, because the whole frame is received over one port, before it can be transmitted over another. Cut through (CT) offers the best available speed, because only a small portion of the frame is received, before it is transmitted over another.

S&F

For 100 Mbit/s, a maximum frame takes 125 μ s to transmit. This means, the propagation delay of a line is depending to the count of bridges multiplied with the frame size.

CT

After receiving up to 64 octets (implementation specific value), the transmission over another port is started. This means, the propagation delay of a line is depending to the count of bridges, but not multiplied with the frame size.

Internal delay

The calculation of the destination port within the filtering data base and the forwarding of the data stream take time.

A.3.3.3 PHY delay

The PHY receive and transmit delay is specified as the amount of time to transmit data according to Figure A.13.

NOTE These delays seem to be marginal. But the value is multiplied by the 'number of switches' between RTE end stations.

A.3.3.4 Egress frame queues

The switching fabric is designed to handle data streams. These streams are steered by the filtering data base. In a theoretical approach, there are always enough resources to buffer frames in case of traffic jam. In real networks, the traffic depends on the structure and the connected end nodes. Examples for IO device or IO controller are shown in IEC 61158-6-10.

All calculation is done in assumption:

- that the buffer capability of the used switches is always sufficient, and
- the priority queue control is available.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-2-3:2023

Bibliography

IEC/IEEE 60802:—², *Time-Sensitive Networking Profile for Industrial Automation*

IEC 61158-1, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*

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

IEC 61158-3-3, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-3: Data-link layer service definition – Type 3 elements*

IEC 61158-4-3, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-3: Data-link layer protocol specification – Type 3 elements*

IEC 61158-5-3, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-3: Application layer service definition – Type 3 elements*

IEC 61158-6-3, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-3: Application layer protocol specification – Type 3 elements*

IEC 61784-1 (all parts), *Industrial networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*

IEC 61784-1-0, *Industrial networks – Profiles – Part 1-0: Fieldbus profiles – General concepts and terminology*

IEC 61784-2 (all parts), *Industrial networks – Profiles – Part 2: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3*

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

ISO/IEC 7498-1:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model*

ISO/IEC 9646 (all parts), *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework*

ISO/IEC TR 10000-1:1998, *Information technology – Framework and taxonomy of International Standardized Profiles – Part 1: General principles and documentation framework*

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

² Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/IEEE CD 60802:2022.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-2-3:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	155
INTRODUCTION.....	157
1 Domaine d'application	158
2 Références normatives	158
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes, symboles et conventions	160
3.1 Termes et définitions	160
3.2 Abréviations et acronymes	161
3.3 Symboles	163
3.4 Conventions.....	164
4 CPF 3 (PROFIBUS & PROFINET) – Profils de communication RTE	164
4.1 Généralités	164
4.2 Commun	168
4.2.1 Numéros administratifs	168
4.2.2 Classes de nœud.....	169
4.2.3 Classes d'application	173
4.2.4 Classes de communication	180
4.2.5 Vide.....	185
4.2.6 Paramètres de protocole et de temporisation.....	186
4.2.7 Classes de redondance de support.....	199
4.2.8 Classes de support.....	201
4.2.9 Enregistrements	201
4.2.10 Liste des fonctionnalités de communication	211
4.3 Comportements de la classe de conformité	212
4.3.1 Généralités	212
4.3.2 Contrôleur d'entrée-sortie, appareil d'entrée-sortie, superviseur d'entrée-sortie et entité de gestion réseau	213
4.3.3 Composant station d'extrémité.....	214
4.3.4 Composant pont	223
4.3.5 Composants de réseau	230
4.3.6 Interconnexion.....	231
4.4 Profil 3/4	232
4.4.1 Couche physique	232
4.4.2 Couche liaison de données.....	232
4.4.3 Couche application	233
4.4.4 Sélection des indicateurs de performance.....	242
4.5 Profil 3/5	250
4.5.1 Couche physique	250
4.5.2 Couche liaison de données.....	250
4.5.3 Couche application	250
4.5.4 Sélection des indicateurs de performance.....	259
4.6 Profil 3/6	261
4.6.1 Couche physique	261
4.6.2 Couche liaison de données.....	261
4.6.3 Couche application	261
4.6.4 Sélection des indicateurs de performance.....	269
4.7 Profil 3/7	274
4.7.1 Couche physique	274

4.7.2	Couche liaison de données	274
4.7.3	Couche application	274
4.7.4	Sélection des indicateurs de performance.....	282
4.8	Informations supplémentaires	287
Annexe A (informative) CPF 3 (PROFINET) – Calcul de l'indicateur de performance		288
A.1	Scénario d'application.....	288
A.2	Exemples structuraux utilisés pour le calcul	288
A.2.1	CP 3/4	288
A.2.2	CP 3/5	290
A.2.3	CP 3/6	291
A.2.4	CP 3/7	297
A.3	Principes de calcul.....	297
A.3.1	Généralités	297
A.3.2	Temps transversal de la pile	297
A.3.3	Structure de pont.....	297
Bibliographie.....		300
Figure 1 – Modèle de classe de conformité		164
Figure 2 – Systèmes de station d'extrémité et de pont		165
Figure 3 – Pont comme composant de réseau.....		165
Figure 4 – Station d'extrémité avec liaison sans fil.....		166
Figure 5 – Composant de réseau avec liaison sans fil.....		166
Figure 6 – Modèle hiérarchique des classes de conformité		167
Figure 7 – Modèle hiérarchique des classes de conformité – avec composant pont intégré		167
Figure 8 – Modèle hiérarchique des classes de conformité – Composant de réseau		168
Figure 9 – Exemple de topologie de réseau utilisant des composants CP 3/4, CP 3/5 et CP 3/6		231
Figure 10 – Exemple de topologie de réseau utilisant les composants CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 et CP 3/7.....		232
Figure 11 – Exemple de topologie de réseau avec segment sans fil.....		235
Figure 12 – Base de calcul du temps de remise et du débit RTE		245
Figure A.1 – CP 3/4: Exemple de structure linéaire		288
Figure A.2 – CP 3/4: Exemple de structure en anneau		289
Figure A.3 – CP 3/4: Exemple de segment sans fil.....		289
Figure A.4 – CP 3/4: Exemple de client sans fil intégré		290
Figure A.5 – CP 3/5: Exemple de structure linéaire		290
Figure A.6 – CP 3/5: Exemple de structure en anneau		291
Figure A.7 – CP 3/6: Exemple de structure linéaire		292
Figure A.8 – CP 3/6: Exemple de structure linéaire		293
Figure A.9 – CP 3/6: Exemple de structure en anneau		294
Figure A.10 – CP 3/6: Exemple de structure en arborescence.....		295
Figure A.11 – CP 3/6: Exemple de structure en peigne		296
Figure A.12 – CP 3/6: Exemple de structure en peigne (facultatif).....		297
Figure A.13 – Définition du délai de pontage.....		298

Tableau 1 – Symboles applicables à la CPF 3	163
Tableau 2 – Attribution des numéros administratifs	168
Tableau 3 – Classes de nœuds et classes de trafic assignées	169
Tableau 4 – Données de diagnostic maximales pour un sous-module	170
Tableau 5 – Délai de stockage maximal	171
Tableau 6 – Taille de stockage minimale du système de consignment	171
Tableau 7 – Stockage du système de consignment	171
Tableau 8 – Temporisations du système de consignment	172
Tableau 9 – Délai de stockage maximal	173
Tableau 10 – Exigences relatives à la NME	173
Tableau 11 – Classes d'application applicables dans les classes de conformité pour l'appareil d'entrée-sortie et le contrôleur d'entrée-sortie	174
Tableau 12 – Classes d'application applicables dans les classes de conformité pour les composants de réseau	174
Tableau 13 – Classe d'application "Application isochrone" – Sélection des services AL	175
Tableau 14 – Classe d'application "Application isochrone" – Composant sélection de protocole AL	175
Tableau 15 – Classe d'application "Haute disponibilité" – Sélection des services AL	175
Tableau 16 – Classe d'application "Haute disponibilité" – Composant sélection de protocole AL	176
Tableau 17 – Classe d'application de base pour l'"Automatisation des processus"	176
Tableau 18 – Sélection des services AL pour la classe d'application "Automatisation des processus"	177
Tableau 19 – Composant sélection du protocole AL pour la classe d'application "Automatisation des processus"	177
Tableau 20 – Classe d'application "Haute performance" – Fonctions prises en charge	177
Tableau 21 – Classe d'application "Haute performance" – Valeurs de paramètre	178
Tableau 22 – Classe d'application "Contrôleur à Contrôleur" – Fonctions prises en charge	178
Tableau 23 – Fonctions de la classe d'application "Sécurité fonctionnelle" prises en charge par un appareil d'entrée-sortie	179
Tableau 24 – Fonctions de la classe d'application "Sécurité fonctionnelle" prises en charge par un contrôleur d'entrée-sortie	179
Tableau 25 – Sélection des services AL pour la classe d'application "Économie d'énergie"	180
Tableau 26 – Fonctions de la classe d'application "Économie d'énergie" prises en charge par un appareil d'entrée-sortie	180
Tableau 27 – Fonctions de la classe d'application "Économie d'énergie" prises en charge par un contrôleur d'entrée-sortie	180
Tableau 28 – Classes de communication applicables dans les classes de conformité	181
Tableau 29 – Paramètres de performance de communication	181
Tableau 30 – Écart FrameSendOffset pour RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP	182
Tableau 31 – Écart FrameSendOffset pour RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP	182
Tableau 32 – Facteurs pour l'écart FrameSendOffset – SendListControl	183
Tableau 33 – Facteurs pour l'écart FrameSendOffset – PHY	183
Tableau 34 – Écart FrameSendOffset	183
Tableau 35 – Valeur minimale de FrameSendOffset	184

Tableau 36 – Écart FrameSendOffset	184
Tableau 37 – Paramètres pour ponts RT_CLASS_3	184
Tableau 38 – Boucle de commande PTCP	185
Tableau 39 – Boucle de commande IEEE Std 802.1AS-2020	185
Tableau 40 – Taille maximale de trame	185
Tableau 41 – Paramètres de la couche IP du contrôleur d'entrée-sortie	186
Tableau 42 – Paramètres de la couche IP de l'appareil d'entrée-sortie	186
Tableau 43 – Valeurs de temporisation pour la résolution de nom	186
Tableau 44 – Valeurs pour l'écart de requête Hello	186
Tableau 45 – Ressources du répondeur DCP Identify	187
Tableau 46 – Contrôle d'accès DCP	187
Tableau 47 – Prise en charge de l'élagage pour DCP_Identify	187
Tableau 48 – Valeurs maximales de temps pour MRP pour 10 Mbit/s et pour ≥ 100 Mbit/s	188
Tableau 49 – Taille de paquet maximale pour MRP	188
Tableau 50 – Valeurs maximales de temps pour PTCP	188
Tableau 51 – Précision des temporisateurs utilisés pour le protocole PTCP	188
Tableau 52 – Valeurs maximales de temps	189
Tableau 53 – Valeurs d'écart maximal pour le temps global	189
Tableau 54 – Valeurs d'écart maximal pour l'horloge de travail	189
Tableau 55 – Valeurs maximales de temps pour LLDP	190
Tableau 56 – Ressources RPC exigées	191
Tableau 57 – Ressources RPCActivityUUID exigées	191
Tableau 58 – Nombre d'ImplicitAR	191
Tableau 59 – Écart de temporisation RTA	191
Tableau 60 – Ressources de réception exigées	192
Tableau 61 – Nombre d'entrées LogBookData	192
Tableau 62 – Configuration par défaut recommandée	192
Tableau 63 – CIMSMPAdjust	192
Tableau 64 – Nom de communauté, valeurs par défaut	193
Tableau 65 – Valeurs de temporisation SNMP	193
Tableau 66 – Valeurs de temps de mise à jour des objets MIB	193
Tableau 67 – Client DHCP	193
Tableau 68 – Durées de haute disponibilité	194
Tableau 69 – Paramètre d'adresse	194
Tableau 70 – Paramètres AR	195
Tableau 71 – Paramètres PDEV	196
Tableau 72 – Temps de réaction pour un appareil d'entrée-sortie	197
Tableau 73 – Écart de Data Hold Time	198
Tableau 74 – Délai PHY attendu	199
Tableau 75 – Délai de pontage attendu	199
Tableau 76 – Classe de redondance de support applicable dans les classes de conformité	200
Tableau 77 – Redondance de support – Règles de retransmission supplémentaires	200

Tableau 78 – Mode de démarrage de redondance de support	201
Tableau 79 – "Lecture d'enregistrement" à version contrôlée	201
Tableau 80 – Indice (spécifique à l'utilisateur)	202
Tableau 81 – Indice (spécifique au sous-ensemble)	202
Tableau 82 – Indice (spécifique à l'ensemble)	205
Tableau 83 – Indice (spécifique à l'AR)	206
Tableau 84 – Indice (spécifique à l'API)	207
Tableau 85 – Indice (spécifique à l'appareil)	208
Tableau 86 – PDPortDataAdjust (sous-blocs)	210
Tableau 87 – PDPortDataCheck (sous-blocs)	211
Tableau 88 – Liste des fonctionnalités de communication	211
Tableau 89 – Contrôleur d'entrée-sortie, appareil d'entrée-sortie, superviseur d'entrée- sortie, et entité de gestion réseau	212
Tableau 90 – Composant de réseau	213
Tableau 91 – Comportements de la classe de conformité	213
Tableau 92 – Classes de nœud	214
Tableau 93 – Trafic local dépendant de la vitesse de liaison par interface Ethernet	214
Tableau 94 – Sélection des fonctionnalités SNMP	215
Tableau 95 – IETF RFC 1213 – Objets MIB (MIB-2)	216
Tableau 96 – Objets LLDP-MIB – Page 1	216
Tableau 97 – Objets LLDP-MIB – Page 2	217
Tableau 98 – Objets LLDP-MIB – Page 3	217
Tableau 99 – Objets LLDP-EXT-PNO-MIB – Page 1	218
Tableau 100 – Objets LLDP-EXT-PNO-MIB – Page 2	218
Tableau 101 – Objets LLDP-EXT-DOT3-MIB – Page 1	218
Tableau 102 – Objets LLDP-EXT-DOT3-MIB – Page 2	218
Tableau 103 – Objets IEEE 802.1Q-BRIDGE-MIB	219
Tableau 104 – Sélection des fonctionnalités NETCONF	219
Tableau 105 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.3-2018	220
Tableau 106 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.1Q-2018	220
Tableau 107 – Classes de nœud pour les ponts	223
Tableau 108 – Vitesse de liaison simultanée prise en charge pour les ponts	223
Tableau 109 – Composants pont IEEE Std 802.1Q-2018 pour la classe de conformité D	224
Tableau 110 – Sélection des fonctionnalités issues de l'IEC 61784-5-3	224
Tableau 111 – Sélection des fonctionnalités issues de l'IEC 62439-2	224
Tableau 112 – Capacité de mise en mémoire tampon par accès	225
Tableau 113 – Cas particulier: capacité de mise en mémoire tampon pour huit accès et plus	226
Tableau 114 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.1AB-2016	226
Tableau 115 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.1AS-2020	227
Tableau 116 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.1CB-2017	228
Tableau 117 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.1Q-2018	229
Tableau 118 – Sélection des fonctionnalités pour la transmission à la volée	230

Tableau 119 – Sélection des fonctionnalités pour un support sans fil	230
Tableau 120 – Classes de nœud pour les composants de réseau	230
Tableau 121 – Contraintes de la classe de conformité – Support filaire.....	230
Tableau 122 – Contraintes de la classe de conformité – Support sans fil	231
Tableau 123 – CP 3/4: sélection des services AL – appareil d’entrée-sortie	233
Tableau 124 – CP 3/4: sélection des services AL supplémentaires – contrôleur d’entrée-sortie	236
Tableau 125 – CP 3/4: sélection des services AL supplémentaires – superviseur d’entrée-sortie	236
Tableau 126 – CP 3/4: sélection du protocole AL – appareil d’entrée-sortie	237
Tableau 127 – CP 3/4: sélection du protocole AL – contrôleur d’entrée-sortie	240
Tableau 128 – CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 et CP 3/7: vue d’ensemble des indicateurs de performance	243
Tableau 129 – CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 et CP 3/7: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance.....	243
Tableau 130 – Paramètres du gestionnaire de redondance du support (MRM)	247
Tableau 131 – Paramètres du client de redondance de support (MRC)	247
Tableau 132 – Paramètres du gestionnaire d’interconnexion pour la redondance de support (MIM)	247
Tableau 133 – Paramètres du client d’interconnexion pour la redondance de support (MIC)	247
Tableau 134 – CP 3/4: ensemble cohérent d’indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval=128 ms	248
Tableau 135 – CP 3/4: calcul des valeurs réputées de l’ensemble cohérent d’indicateurs de performance	249
Tableau 136 – CP 3/5: sélection des services AL – appareil d’entrée-sortie	250
Tableau 137 – CP 3/5: sélection des services AL supplémentaires – contrôleur d’entrée-sortie	252
Tableau 138 – CP 3/5: sélection des services AL supplémentaires – superviseur d’entrée-sortie	253
Tableau 139 – CP 3/5: sélection du protocole AL – appareil d’entrée-sortie	253
Tableau 140 – CP 3/5: sélection du protocole AL – contrôleur d’entrée-sortie	256
Tableau 141 – CP 3/5: ensemble cohérent d’indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval=128 ms	259
Tableau 142 – CP 3/5: calcul des valeurs réputées de l’ensemble cohérent d’indicateurs de performance	260
Tableau 143 – CP 3/6: sélection des services AL – appareil d’entrée-sortie	261
Tableau 144 – CP 3/6: sélection des services AL supplémentaires – contrôleur d’entrée-sortie	263
Tableau 145 – CP 3/6: sélection du protocole AL – appareil d’entrée-sortie	264
Tableau 146 – CP 3/6: sélection du protocole AL – contrôleur d’entrée-sortie	267
Tableau 147 – CP 3/6: ensemble cohérent d’indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval = 1 ms et NumberOfSwitches = 20	270
Tableau 148 – CP 3/6: ensemble cohérent d’indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval = 1 ms et NumberOfSwitches = 63	271
Tableau 149 – CP 3/6: calcul des valeurs réputées de l’ensemble cohérent d’indicateurs de performance	271

Tableau 150 – CP 3/6: ensemble cohérent d'indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval = 31,25 μ s et NumberOfSwitches = 10	272
Tableau 151 – CP 3/6: calcul des valeurs réputées de l'ensemble cohérent d'indicateurs de performance	273
Tableau 152 – CP 3/7: sélection des services AL – appareil d'entrée-sortie	274
Tableau 153 – CP 3/7: sélection des services AL supplémentaires – contrôleur d'entrée-sortie	276
Tableau 154 – CP 3/7: sélection du protocole AL – appareil d'entrée-sortie	277
Tableau 155 – CP 3/7: sélection du protocole AL – contrôleur d'entrée-sortie	280
Tableau 156 – CP 3/7: ensemble cohérent d'indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval = 1 ms et NumberOfSwitches = 20	283
Tableau 157 – CP 3/7: ensemble cohérent d'indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval = 1 ms et NumberOfSwitches = 63	284
Tableau 158 – CP 3/7: calcul des valeurs réputées de l'ensemble cohérent d'indicateurs de performance	284
Tableau 159 – CP 3/7: ensemble cohérent d'indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval = 31,25 μ s et NumberOfSwitches = 10	285
Tableau 160 – CP 3/7: calcul des valeurs réputées de l'ensemble cohérent d'indicateurs de performance	286

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX INDUSTRIELS –
PROFILS –Partie 2-3: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux
en temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 3

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses Publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'attention est attirée sur le fait que l'utilisation de certains des types de protocoles associés est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle. En tout état de cause, l'engagement de renonciation partielle aux droits de propriété intellectuelle pris par les détenteurs de ces droits autorise l'utilisation d'un type de protocole de couche avec les autres protocoles de couche du même type, ou dans des combinaisons avec d'autres types autorisées explicitement par les détenteurs respectifs des droits de propriété intellectuelle pour ces types.

NOTE Les combinaisons de types de protocoles sont spécifiées dans la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2.

L'IEC 61784-2-3 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette première édition, conjointement avec les autres parties de la même série, annule et remplace la quatrième édition de l'IEC 61784-2 parue en 2019. Cette première édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC 61784-2:2019:

- a) scission de l'IEC 61784-2 d'origine en plusieurs sous-parties, une sous-partie pour le matériel de nature générique et une sous-partie pour chaque famille de profils de communication spécifiée dans le document d'origine;
- b) ajout d'un nouveau profil CP 3/7;
- c) mise à jour des exigences pour toutes les classes de conformité;
- d) mise à jour des exigences de temporisation pour les appareils d'entrée-sortie;
- e) affinage des classes d'application ajoutées;

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
65C/1209/FDIS	65C/1237/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61784-2, publiées sous le titre général *Réseaux industriels – Profils – Partie 2: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

La série IEC 61784-2 fournit des profils de communication (CP) supplémentaires aux familles de profils de communication (CPF) existantes de la série IEC 61784-1 et des CPF supplémentaires à un ou plusieurs CP. Ces profils répondent aux objectifs du marché d'automatisation industrielle visant à identifier les réseaux de communication Ethernet en temps réel (RTE) coexistant avec l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – communément appelée la norme pour Ethernet. Ces réseaux de communication RTE s'appuient sur les dispositions de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 relatives aux couches inférieures de la pile de communication et assurent en outre un transfert de données en temps réel plus prévisible et fiable, et une prise en charge d'une synchronisation précise de l'équipement d'automatisation.

De manière plus spécifique, ces profils permettent d'assurer la conformité des réseaux de communication RTE à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 et d'éviter la propagation de mises en œuvre divergentes.

L'adoption de la technologie Ethernet pour la communication industrielle entre les contrôleurs, et même pour la communication avec les appareils de terrain, favorise l'utilisation des technologies Internet dans la zone de terrain. Cette disponibilité pourrait s'avérer inacceptable si elle était à l'origine de la perte de certaines fonctionnalités exigées dans la zone de terrain des réseaux d'automatisation des communications industrielles, telles que:

- le fonctionnement en temps réel;
- les actions synchronisées entre les appareils de terrain, tels que les unités d'entraînement;
- l'échange efficace et fréquent d'enregistrements de données de très faible volume.

Ces nouveaux profils RTE peuvent présenter l'avantage d'améliorer les réseaux Ethernet en matière de largeur de bande de transmission et de portée de réseau.

Une autre exigence implicite, mais néanmoins essentielle, porte sur le fait que la totalité des capacités de communication Ethernet classiques (telles qu'elles sont utilisées dans le monde professionnel) est conservée, ce qui permet de continuer à utiliser le logiciel concerné.

Le marché a besoin de plusieurs solutions réseau, présentant chacune des caractéristiques de performance et des capacités fonctionnelles différentes qui correspondent aux différentes exigences d'application. Les indicateurs de performance RTE, dont les valeurs sont fournies avec les appareils RTE en fonction des profils de communication spécifiés dans la série IEC 61784-2, permettent à l'utilisateur de mettre en correspondance les appareils du réseau avec les exigences de performance dépendantes de l'application d'un réseau RTE.

RÉSEAUX INDUSTRIELS – PROFILS –

Partie 2-3: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 3

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61784-2 définit les extensions de la famille de profils de communication 3 (CPF 3) pour l'Ethernet en temps réel (RTE). La CPF 3 spécifie un jeu de profils de communication (CP) Ethernet en temps réel (RTE) et les composants de réseau connexes basés sur la série IEC 61158 (type 10), l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 et d'autres normes.

Pour chaque profil de communication RTE, le présent document spécifie également les indicateurs de performance RTE correspondants et les dépendances entre ces indicateurs de performance RTE.

NOTE 1 Tous les CP sont fondés sur des normes ou projets de normes, ou des Normes internationales, publiés par l'IEC, ou bien sur des normes ou des Normes internationales établies par d'autres organismes de normalisation ou des processus de normalisation ouverts.

NOTE 2 Les profils de communication RTE utilisent les réseaux de communication ISO/IEC/IEEE 8802-3 et leurs composants de réseau connexes et amendent dans certains cas ces normes, pour obtenir les fonctions RTE.

NOTE 3 Certains CP de la CPF 3 sont spécifiés dans l'IEC 61784-1-3.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

NOTE Toutes les parties de la série IEC 61158, ainsi que la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2, font l'objet d'une maintenance simultanée. Les références croisées à ces documents dans le texte se rapportent par conséquent aux éditions datées dans la présente liste de références normatives.

IEC 61158 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain*

IEC 61158-5-10:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-10: Définition des services de la couche application – Éléments de type 10*

IEC 61158-6-10:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-10: Spécification de protocole de couche application – Éléments de type 10*

IEC 61784-1-3:2023, *Réseaux industriels – Profils – Partie 1-3: Profils de bus de terrain – Famille de profils de communication 3*

IEC 61784-2-0:2023, *Réseaux industriels – Profils – Partie 2-0: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – Concepts généraux et terminologie*

IEC 61784-3-3:2021, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 3-3: Bus de terrain de sécurité fonctionnelle – Spécifications supplémentaires pour CPF 3*

IEC 61784-5-3:2018, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 5-3: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 3*

IEC 62439-2:2021, *Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation – Partie 2: Protocole de redondance du support (MRP)*

ISO/IEC/IEEE 8802-3, *Télécommunications et échange entre systèmes informatiques – Exigences pour les réseaux locaux et métropolitains – Partie 3: Norme pour Ethernet*

ISO/IEC 9834-8:2014, *Technologies de l'information – Procédures opérationnelles pour les organismes d'enregistrement d'identificateur d'objet – Partie 8: Génération des identificateurs uniques universels (UUID) et utilisation de ces identificateurs dans les composants d'identificateurs d'objets*

ISO 15745-4:2003/Amd. 1:2006, *Systèmes d'automatisation industrielle et intégration – Cadres d'intégration d'application pour les systèmes ouverts – Partie 4: Description de référence pour les systèmes de contrôle fondés sur Ethernet – Amendement 1: Profils pour PROFINET*

IEEE Std 802-2014, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.1AB-2016, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Station and Media Access Control Connectivity Discovery* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.1AS-2020, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.1CB-2017, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Frame Replication and Elimination for Reliability* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.1Q-2018, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Bridges and Bridged Networks* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.3-2018, *IEEE Standard for Ethernet* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.11-2020, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.11n-2009, *IEEE Standard for Information technology – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications – Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.15.1-2005, *IEEE Standard for Information technology – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 15.1a: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications for Wireless Personal Area Networks (WPAN)* (disponible en anglais seulement)

IETF RFC 768, J. Postel, *User Datagram Protocol*, août 1980, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc768> [consulté le 2022-02-18]

IETF RFC 791, J. Postel, *Internet Protocol*, septembre 1981, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc791> [consulté le 2022-02-18]

IETF RFC 792, J. Postel, *Internet Control Message Protocol*, septembre 1981, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc792> [consulté le 2022-02-18]

IETF RFC 793, J. Postel, *Transmission Control Protocol*, septembre 1981, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc793> [consulté le 2022-02-18]

IETF RFC 826, D. Plummer, *An Ethernet Address Resolution Protocol: Or Converting Network Protocol Addresses to 48.bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet Hardware*, novembre 1982, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc826> [consulté le 2022- 02-18]

IETF RFC 1034, P.V. Mockapetris, *Domain names – concepts and facilities*, novembre 1987, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1034> [consulté le 2022-02-18]

IETF RFC 1157, J.D. Case, M. Fedor, M.L. Schoffstall, J. Davin, *Simple Network Management Protocol (SNMP)*, mai 1990, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1157> [consulté le 2022-02-18]

IETF RFC 1213, K. McCloghrie, M. Rose, *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*, mars 1991, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1213> [consulté le 2022-02-18]

IETF RFC 2131, R. Droms, *Dynamic Host Configuration Protocol*, mars 1997, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2131> [consulté le 2022-02-18]

IETF RFC 4836, E. Beili, *Definitions of Managed Objects for IEEE 802.3 Medium Attachment Units (MAUs)*, avril 2007, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc4836> [consulté le 2022-02-18]

The Open Group – Publication C706, *Technical standard DCE1.1: Remote Procedure Call*, disponible à l'adresse www.opengroup.org/onlinepubs/9629399/toc.htm [consulté le 2022- 02- 18]

Metro Ethernet Forum – MEF 10.4 (2018), *Subscriber Ethernet Service Attributes*, disponible à l'adresse <https://www.mef.net/resources/mef-10-4-subscriber-ethernet-services-attributes> [consulté le 2022-02-18]

3 Termes, définitions, abréviations, acronymes, symboles et conventions

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 61784-2-0, l'ISO/IEC/IEEE 8802-3, l'IEEE Std 802-2014, l'IEEE Std 802.1AB-2016, l'IEEE Std 802.1AS-2020 et l'IEEE Std 802.1Q-2018 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.2 Abréviations et acronymes

Pour les besoins du présent document, les abréviations et les acronymes définis dans l'IEC 61784-2-0 ainsi que les suivants s'appliquent.

API	Application Process Identifier (identificateur de processus d'application)
AR	Application Relationship (relation d'application)
ARP	Address Resolution Protocol (protocole de résolution d'adresse, voir l'IETF RFC 826)
ASE	Application Service Element (élément de service d'application)
BMCA	Best Master Clock Algorithm (algorithme de meilleure horloge principale)
CBS	Committed Burst Size (taille de rafale minimale garantie)
CIM	Communication Interface Management (gestion de l'interface de communication)
CIR	Committed Information Rate (débit d'informations minimal garanti)
CMDEV	Context Management Protocol Machine Device (appareil de machine de protocole de gestion de contexte)
CMSRL	Context Management System Redundancy Layer (device) ((appareil de la) couche de redondance du système de gestion de contexte)
Commutateur	Pont (voir l'IEEE Std 802.1Q-2018)
CP	Communication Profile (profil de communication) [conformément à l'IEC 61784-1-0]
CPF	Communication Profile Family (famille de profils de communication) [conformément à l'IEC 61784-1-0]
CR	Communication Relationship (relation de communication)
CTLDINA	Context Management Discovery, IP and Name Assignment Protocol Machine (machine de protocole pour la découverte de la gestion de contexte et l'affectation de nom et d'adresse IP)
CTLSRL	Context Management System Redundancy Layer (controller) ((contrôleur de la) couche de redondance du système de gestion de contexte)
DCP	Discovery and basic Configuration Protocol (protocole de découverte et de configuration de base) (voir l'IEC 61158-6-10)
DCPMCR	DCP Multicast Receiver Protocol Machine (machine de protocole de récepteur en multidiffusion DCP)
DFP	Dynamic Frame Packing (compactage de trame dynamique)
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol (protocole de configuration d'hôte dynamique) (voir l'IETF RFC 2131)
DNS	Domain Name Service (service de nom de domaine) (voir l'IETF RFC 1034)
FDB	Filtering Data Base (base de données de filtrage)
FrameID	Frame IDentificator (identificateur de trame) (voir l'IEC 61158-6-10)
FSO	FrameSendOffset (décalage d'envoi de trame)
FSU	Fast StartUp (démarrage rapide)
GMII	Gigabit Media Independent Interface (interface gigabitaire indépendante du support)
gPTP	generic Precision Time Protocol (protocole générique de temps de précision)
GSD	General Station Description (description générale de station)
IANA	Internet Assigned Numbers Authority (autorité chargée de la gestion de l'adressage sur Internet)
ICMP	Internet Control Message Protocol (protocole de message de contrôle Internet) (voir l'IETF RFC 792)

IETF	Internet Engineering Task Force (groupe spécial d'ingénierie d'Internet)
IOCR	IO Communication Relation (relation de communication d'entrée-sortie)
IOD	Input Output Device (appareil d'entrée-sortie)
IP	Internet Protocol (protocole Internet) (voir l'IETF RFC 791)
IPG	Inter Packet Gap (intervalle entre paquets)
IRT	Isochronous Real Time protocol (protocole en temps réel isochrone)
LLDP	Link Layer Discovery Protocol (protocole de reconnaissance de couche de liaison) (voir l'IEEE Std 802.1AB-2016)
MAC	Media Access Control (contrôle d'accès au support)
MAU	Medium Attachment Unit (unité de liaison au support)
MCR	Multicast Communication Relation (relation de communication de multidiffusion)
MDI	Media Dependent Interface (interface dépendante du support)
MIB	Management Information Base (base d'informations de gestion)
MII	Media Independent Interface (interface indépendante du support)
MRM	Media Redundancy Manager (gestionnaire de redondance du support)
MRP	Medium Redundancy Protocol (protocole de redondance du support) (voir l'IEC 62439-2)
MRPD	Media Redundancy with Planned Duplication of frames (redondance du support pour la duplication planifiée des trames)
n.a.	Non applicable
NME	Network Management Entity (entité de gestion réseau)
NoS	Number of Switches (nombre de commutateurs)
NRT	Non Real-Time (temps différé)
OID	Object IDentifier (identificateur d'objet) (voir l'IETF RFC 1157)
PDEV	Physical DEVICE (appareil physique)
PDU	Protocol Data Unit (unité de données de protocole)
PE	Path Entity (entité de chemin)
PHY	Sous-couche de l'entité de couche physique (voir l'ISO/IEC/IEEE 8802-3)
PI	Performance Indicator (indicateur de performance)
PTCP	Precision Transparent Clock Protocol (protocole d'horloge transparente de précision)
PTP	Precision Time Protocol (protocole de temps de précision)
RGMII	Reduced Gigabit Media Independent Interface (interface gigabitaire indépendante du support réduite)
RMII	Reduced Media Independent Interface (interface indépendante du support réduite)
RPC	Remote Procedure Call (appel de procédure à distance) (voir The Open Group – Publication C706)
RSO	Reporting System Observer (observateur du système de consignation)
RSTP	Rapid Spanning Tree algorithm and Protocol (algorithme et protocole d'arbre de recouvrement rapide) (voir l'IEEE Std 802.1Q-2018)
RTA	Real Time Acyclic (acyclique en temps réel) (protocole)
RTC	Real Time Cyclic (cyclique en temps réel) (protocole)
RTE	Real-Time Ethernet (Ethernet en temps réel)
SDU	Service Data Unit (unité de données de service)

SNMP	Simple Network Management Protocol (protocole de gestion de réseau simple) (voir l'IETF RFC 1157)
TAS	Time Aware Shaper (mécanisme de génération tenant compte du temps)
TCP	Transmission Control Protocol (protocole de commande de transmission) (voir l'IETF RFC 793)
TLV	Type Length Value (règle de codage) (type-longueur-valeur)
UDP	User Datagram Protocol (protocole de datagramme utilisateur) (voir l'IETF RFC 768)
UUID	Universal Unique Identifier (identifiant unique universel)
VID	VLAN Identifier (identifiant de VLAN)
VLAN	Virtual Local Area Network (réseau local virtuel)

3.3 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles définis dans l'IEC 61784-2-0 ainsi que ceux du Tableau 1 s'appliquent.

NOTE Les définitions des symboles dans le présent paragraphe 3.3 ne sont pas en italique, dans la mesure où les symboles sont déjà identifiés comme tels.

Tableau 1 – Symboles applicables à la CPF 3

Symbole	Définition	Unité
Cd	Délai du câble (voir l'attribut <i>cable_delay</i> dans l'IEC 61158-5-10)	s
Cl _t	Longueur totale du câble	m
cta _R	Temps de cycle d'application du récepteur	s
cta _S	Temps de cycle d'application de l'émetteur	s
ctc	Temps de cycle de communication	s
Données	Trame Ethernet complète	octets
data_request	Débit RTE demandé	octets/s
data_RTE	Débit RTE réel	octets/s
DT	Temps de remise	s
endStations	Nombre de stations d'extrémité	—
EthernetDataRate	Vitesse de transmission Ethernet du réseau	Mbit/s
MAC_delay	Délai sur la couche MAC	s
NonRTE	Pourcentage de largeur de bande non-RTE	%
NoS	Nombre de commutateurs	—
Od	Autres délais, par exemple, retransmission de signal dans un anneau	s
Pd	Temps de propagation	s
Phy_R_delay	Délai PHY côté récepteur	s
Phy_S_delay	Délai PHY côté émetteur	s
protocolRTE	Pourcentage de temps de protocole	s
Queue_delay	Délai de file d'attente dans un commutateur	s
RM	Durée nécessaire aux fonctions de gestion pour prendre en charge la redondance	s
RR	Attribut <i>Reduction Ratio</i> (voir l'IEC 61158-5-10)	—
SCF	Attribut <i>Send Clock Factor</i> (voir l'IEC 61158-5-10)	—
STTr	Temps transversal de la pile du récepteur, y compris PHY et MAC	s
STTs	Temps transversal de la pile de l'émetteur, y compris PHY et MAC	s

Symbole	Définition	Unité
Throughput_RTE	Débit RTE	octets/s
Time_synchron_accuracy	Exactitude de la synchronisation temporelle	s
Tt	Temps de transfert	s

3.4 Conventions

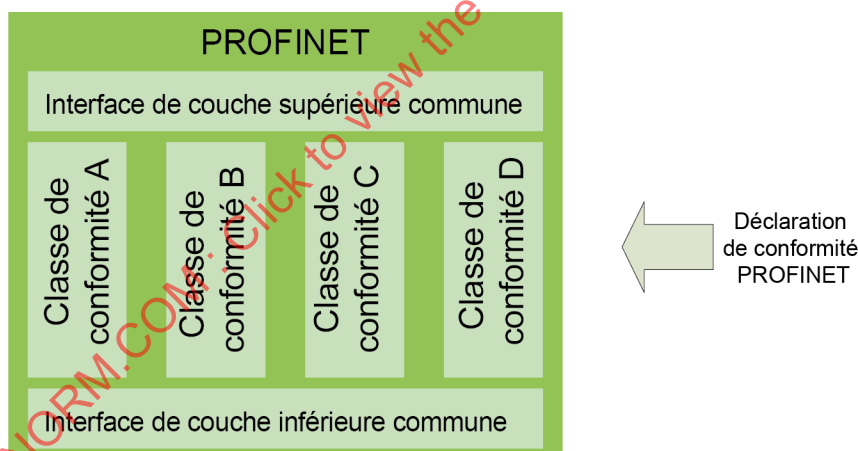
Pour les besoins du présent document, les conventions définies dans l'IEC 61784-2-0 s'appliquent.

4 CPF 3 (PROFIBUS & PROFINET¹) – Profils de communication RTE

4.1 Généralités

La famille de profils de communication 3 (CPF 3) définit les profils de communication utilisant le type 3 et le type 10 de la série IEC 61158, ce qui correspond aux parties des systèmes de communication communément appelées PROFIBUS et PROFINET. Les CP 3/1 et CP 3/2 PROFIBUS sont spécifiés dans l'IEC 61784-1-3.

Les profils PROFINET spécifiques à RTE sont spécifiés pour les quatre classes de conformité appelées A, B, C et D représentées à la Figure 1. La conformité à un profil de communication présent dans la CPF 3 est une condition préalable au respect de la classe de conformité (voir le Tableau 89 et le Tableau 90). Ces classes de conformité exigent des fonctions choisies parmi les classifications générales données en 4.2 et 4.3.



IEC

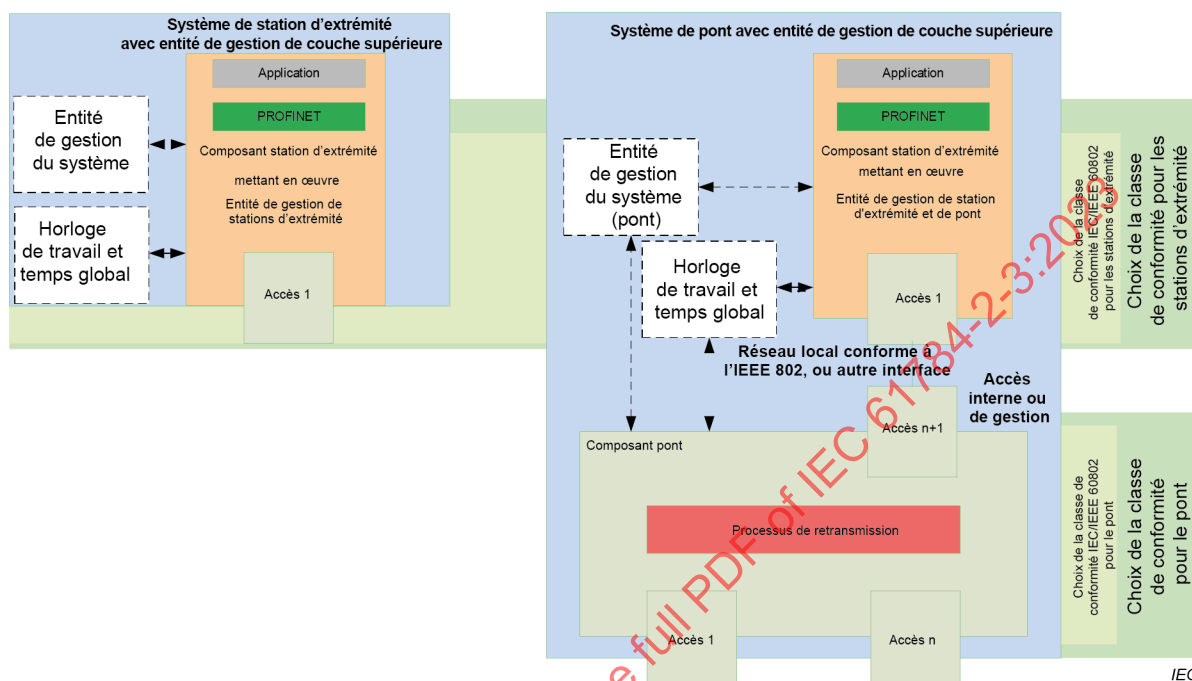
Figure 1 – Modèle de classe de conformité

La Figure 2, la Figure 3, la Figure 4 et la Figure 5 représentent les composants de l'attribution des classes de conformité:

- modèle de classe de conformité hiérarchique conformément à la Figure 6, la Figure 7 et la Figure 8;
- il est exigé que le composant station d'extrémité soit conforme à la classe de conformité choisie;

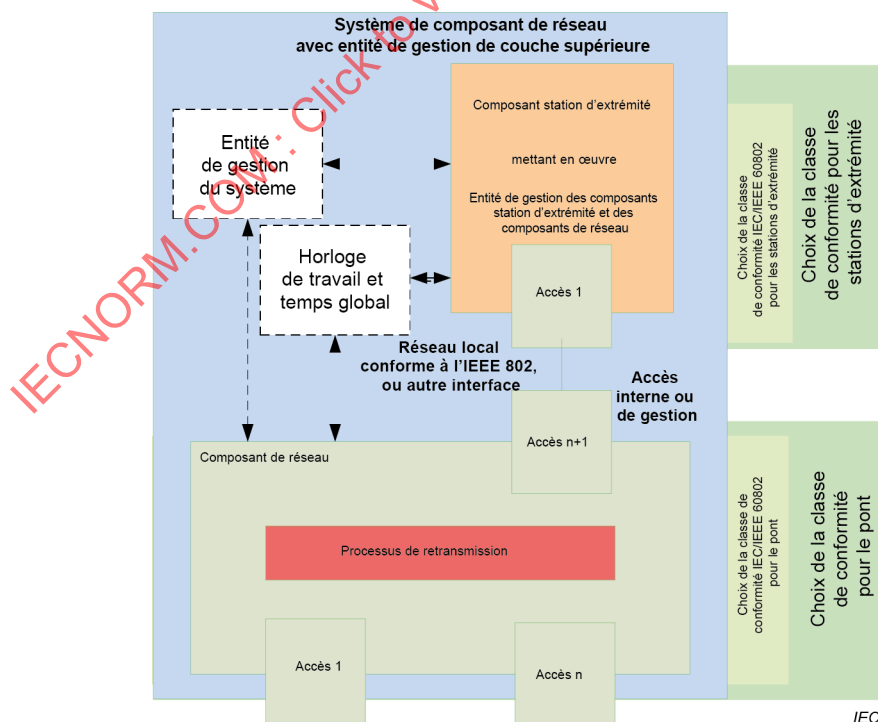
¹ PROFIBUS et PROFINET sont des appellations commerciales de l'organisation à but non lucratif PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'exige pas l'utilisation de l'appellation commerciale déposée. L'utilisation des appellations commerciales exige l'autorisation de son détenteur.

- il est exigé que le composant pont soit conforme à la classe de conformité choisie;
- il est exigé que toute la sélection des composants soit conforme à la classe de conformité choisie;
- la GSD fournit des attributs pour exprimer les classes de conformité prises en charge.



IEC

Figure 2 – Systèmes de station d'extrémité et de pont



IEC

Figure 3 – Pont comme composant de réseau

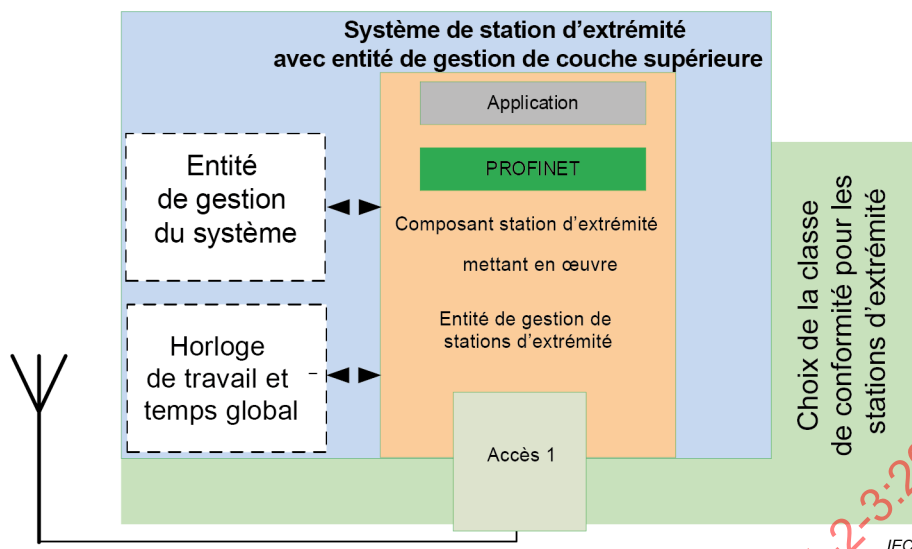
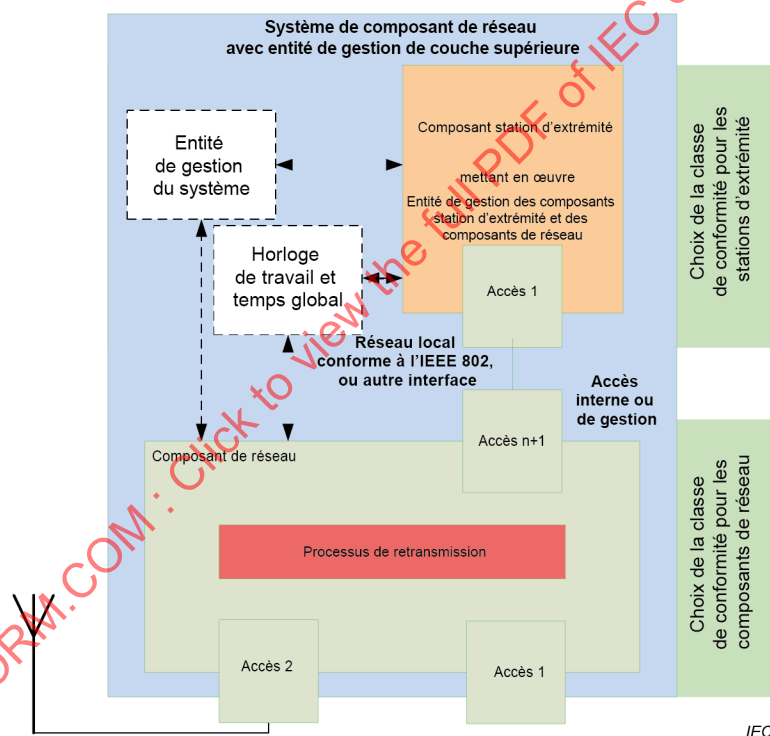


Figure 4 – Station d'extrémité avec liaison sans fil



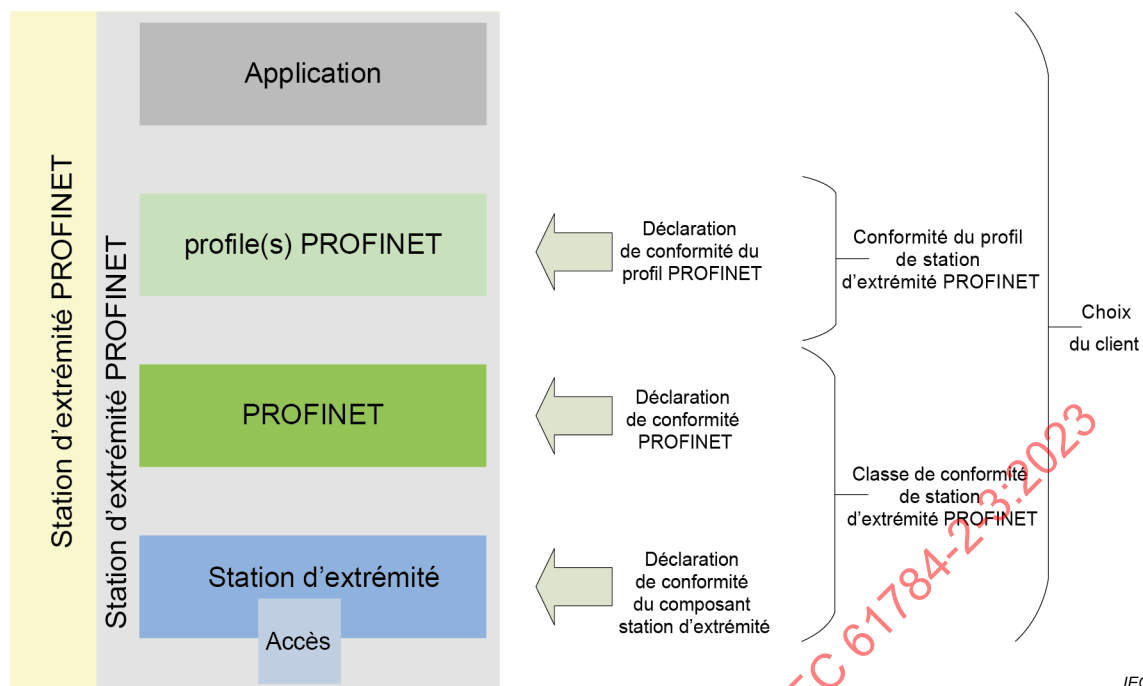


Figure 6 – Modèle hiérarchique des classes de conformité

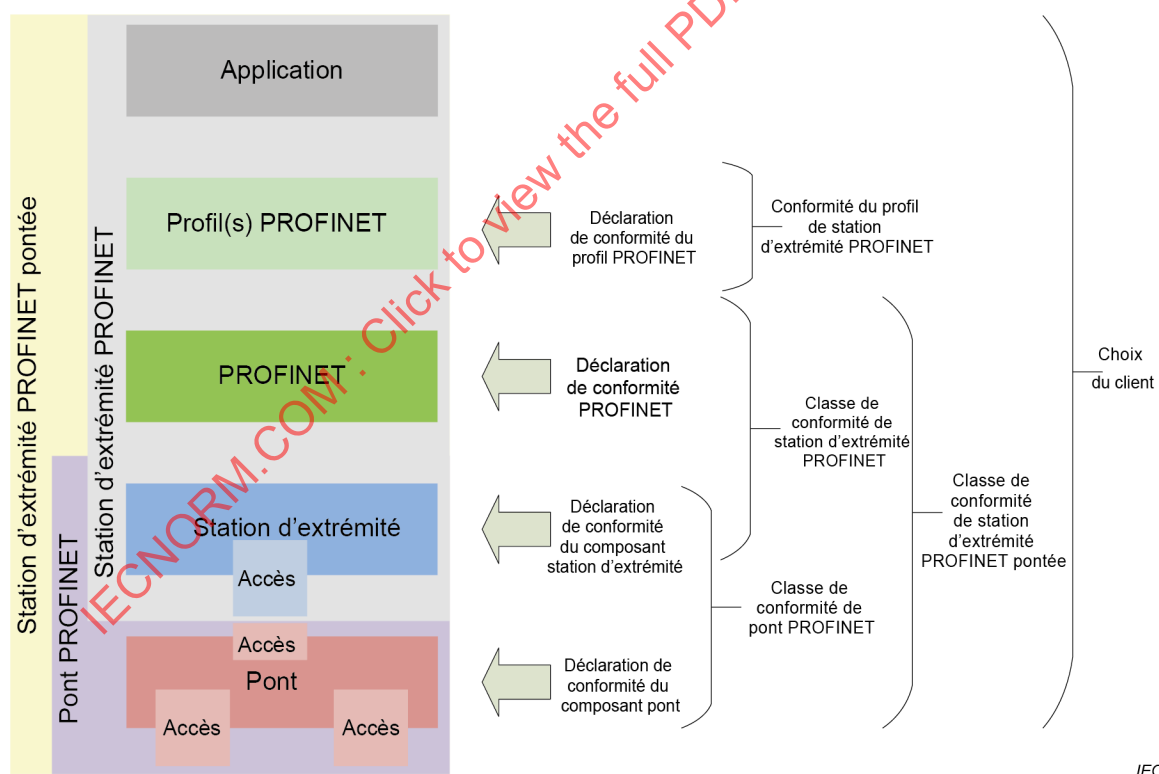


Figure 7 – Modèle hiérarchique des classes de conformité – avec composant pont intégré

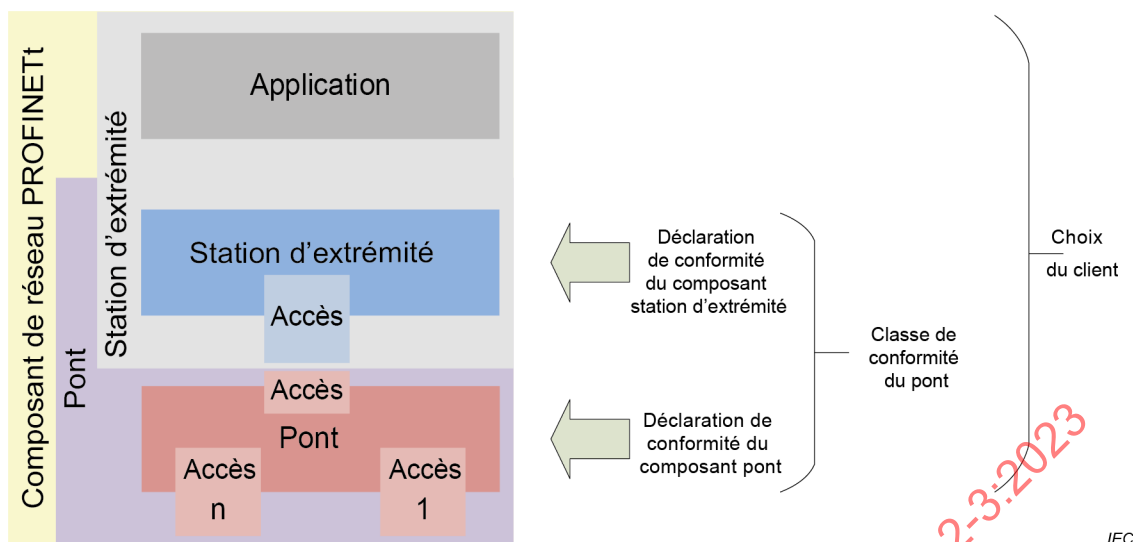


Figure 8 – Modèle hiérarchique des classes de conformité – Composant de réseau

4.2 Commun

4.2.1 Numéros administratifs

Les numéros administratifs indiqués dans l'IEC 61158-6-10 doivent être attribués par l'autorité présentée dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Attribution des numéros administratifs

Paramètre	Autorité chargée de l'attribution
API	PROFIBUS & PROFINET International (PI)
identificateur de processus d'application	Voir l'IEC 61158-5-10 et l'IEC 61158-6-10, Codage du champ API
ID fournisseur	PROFIBUS & PROFINET International (PI)
	Voir l'IEC 61158-5-10 et l'IEC 61158-6-10, Codage des champs associés à Instance, DeviceID, VendorID
numéro d'entreprise	IANA à PROFIBUS & PROFINET International (PI)
	Voir l'IEC 61158-5-10 et l'IEC 61158-6-10, Numéro d'entreprise pour PNO MIB
PNO MIB	PROFIBUS & PROFINET International (PI)
	Voir l'IEC 61158-5-10 et l'IEC 61158-6-10, Numéro d'entreprise pour PNO MIB
indice	PROFIBUS & PROFINET International (PI)
	Voir l'IEC 61158-5-10 et l'IEC 61158-6-10, Codage du champ Index
IM_Profile_ID	PROFIBUS & PROFINET International (PI)
	Voir l'IEC 61158-5-10 (voir l'ID de profil) et l'IEC 61158-6-10, Codage du champ IM_Profile_ID
ChannelErrorType	PROFIBUS & PROFINET International (PI)
	Voir l'IEC 61158-5-10 et l'IEC 61158-6-10, Code du champ ChannelErrorType

4.2.2 Classes de nœud

4.2.2.1 Généralités

Les classes de nœud sont les suivantes (voir Tableau 3):

- 1) appareil d'entrée-sortie, composant station d'extrémité avec ou sans composant pont intégré;
 - a) appareil d'entrée-sortie exigeant les classes de trafic de l'IEC 61158-6-10, HIGH/ISO et autres classes de trafic;
 - b) appareil d'entrée-sortie exigeant les classes de trafic de l'IEC 61158-6-10, LOW/CYC et autres classes de trafic;
 - c) appareil d'entrée-sortie exigeant les classes de trafic de l'IEC 61158-6-10, RT/A et autres classes de trafic;
 - d) appareil d'entrée-sortie exigeant les classes de trafic de l'IEC 61158-6-10, classes de trafic NW, EV, CO, BEH ou BEL;
- 2) contrôleur d'entrée-sortie, composant station d'extrémité avec ou sans composant pont intégré;
 - a) contrôleur d'entrée-sortie exigeant les classes de trafic de l'IEC 61158-6-10, HIGH/ISO et autres classes de trafic;
 - b) contrôleur d'entrée-sortie exigeant les classes de trafic de l'IEC 61158-6-10, LOW/CYC et autres classes de trafic;
 - c) contrôleur d'entrée-sortie exigeant les classes de trafic de l'IEC 61158-6-10, RT/A et autres classes de trafic;
 - d) Contrôleur d'entrée-sortie exigeant les classes de trafic de l'IEC 61158-6-10, classes de trafic NW, EV, CO, BEH ou BEL;
- 3) superviseur d'entrée-sortie, composant station d'extrémité avec ou sans composant pont intégré;
- 4) entité de gestion de réseau, composant station d'extrémité avec ou sans composant pont intégré.

NOTE Un nœud peut comporter plusieurs classes de nœud mises en œuvre simultanément, par exemple, contrôleur d'entrée-sortie et appareil d'entrée-sortie, contrôleur d'entrée-sortie et entité de gestion de réseau.

Tableau 3 – Classes de nœuds et classes de trafic assignées

HIGH/ ISO	LOW/ CYC	RT/A	NW	EV	CO	BEH	BEL	Classe de nœud Appareil d'entrée-sortie ou contrôleur d'entrée- sortie
X	—	—	—	—	—	—	—	a)
NON	X	—	—	—	—	—	—	b)
NON	NON	X	—	—	—	—	—	c)
NON	NON	NON	—	—	—	—	—	d)

4.2.2.2 Appareil d'E/S

4.2.2.2.1 Communication

Un appareil d'entrée-sortie doit prendre en charge au moins une AR avec deux CR d'E-S, un CR d'alarme et un CR de données d'enregistrement avec les fonctions suivantes:

- CR d'E-S:
Longueur maximale de données C_SDU de 1 440 octets
Longueur minimale de données C_SDU de 40 octets
Longueur utilisable de données C_SDU en fonction de la GSD

NOTE 1 C_SDU est déduit de l'IEC 61158-6-10.

- CR d'alarme:
Longueur maximale de données RTA-SDU de 1 432 octets
Longueur minimale de données RTA-SDU de 200 octets

NOTE 2 RTA-SDU est déduit de l'IEC 61158-6-10.

- CR de données d'enregistrement:
Longueur de données jusqu'à 2^{32} moins 65 octets, longueur minimale de données de 4 132 octets (longueur de *PROFINETIOServiceReqPDU* ou *PROFINETIOServiceResPDU*)

NOTE 3 *PROFINETIOServiceReqPDU* et *PROFINETIOServiceResPDU* sont déduits de l'IEC 61158-6-10.

4.2.2.2.2 Configuration du réseau

Pour les appareils d'entrée-sortie prenant en charge

- la configuration par l'intermédiaire de la gestion de réseau, au moins une AR DeviceAccess doit être prise en charge en complément.

4.2.2.2.3 Application

4.2.2.2.3.1 Diagnostic

Un appareil d'entrée-sortie doit limiter le diagnostic ajouté à l'ASE de diagnostic pour un sous-module selon le Tableau 4.

Tableau 4 – Données de diagnostic maximales pour un sous-module

Paramètre	Valeur	Commentaire
Quantité maximale de données de diagnostic pour un sous-module	< 65 536 octets	L'application d'un dispositif doit limiter la quantité de données de diagnostic qu'elle ajoute à l'ASE de diagnostic selon une limite donnée. Ainsi, un système contrôleur ou opérateur peut dans tous les cas obtenir les données de diagnostic existantes auprès de l'ASE de diagnostic.

4.2.2.2.3.2 Permanence

Un appareil d'entrée-sortie doit stocker les données de paramétrage ou de communication selon le Tableau 5.

Tableau 5 – Délai de stockage maximal

Service	Délai d'expiration	Commentaire
Paramétrage de démarrage lors de l'établissement de connexions, enfichage d'un sous-module ou reconfiguration dynamique	Recommandé: < 30 s Obligatoire: < 300 s	Début de la temporisation lorsque l'appareil d'entrée-sortie émet la Appl_Rdy.req.
Saisie des enregistrements hors du paramétrage de démarrage	Recommandé: < 30 s Obligatoire: < 300 s	Début de la temporisation lorsque le répondeur émet la RM_Write.rsp.
SNMP défini sur les OID inscriptibles	Recommandé: < 30 s Obligatoire: < 300 s	Début de la temporisation lorsque le répondeur émet la SNMP_Set.cnf.
Définition du temps de stockage ^a	Obligatoire: < 30 s	Temps maximal entre le DCP_Set.rsp et la réalisation d'un stockage permanent.
^a Voir l'IEC 61158-6-10; valable également pour le contrôleur d'entrée-sortie.		

4.2.2.2.3.3 Système de consignation

Un appareil d'entrée-sortie doit stocker localement les événements d'observation d'un système de consignation selon le Tableau 6 et le Tableau 7. La capacité de stockage nécessaire dépend de la fréquence de génération d'événements RSO.

Le Tableau 8 présente les durées de commutation prévues des échelles de temps.

Tableau 6 – Taille de stockage minimale du système de consignation

Taille de stockage minimale	Commentaires
4 096 octets	Taille de stockage minimale du système de consignation

Tableau 7 – Stockage du système de consignation

Fréquence	Nombre d'événements RSO stockables	Commentaires
1 s: 100 s avec une rafale de 500 événements RSO au cours de l'impulsion	550	Pour une durée de 101 s, et dans des conditions normales de fonctionnement, il est prévu au maximum 500 événements RSO.
1 s: 100 s avec une rafale de 100 événements RSO au cours de l'impulsion	110	Pour une durée de 101 s, et dans des conditions normales de fonctionnement, il est prévu au maximum 100 événements RSO.
1 s: 100 s avec une rafale de 50 événements RSO au cours de l'impulsion	55	Pour une durée de 101 s, et dans des conditions normales de fonctionnement, il est prévu au maximum 50 événements RSO.

Tableau 8 – Temporisations du système de consignation

Source temporelle	Temps	Commentaires
Commutation de "0" à "1"	Lors de la détection de "Non-correspondance du temps" ("Time mismatch")	La connexion à la source de temps commune est perdue
Commutation de "1" à "2"	Recommandé: < 60 s Obligatoire: < 300 s	L'écart prévu entre l'échelle de temps générale et l'échelle de temps générale prévue au niveau de l'horloge subordonnée de synchronisation n'est plus indiqué. Ainsi, l'horloge subordonnée de synchronisation doit commuter sur l'échelle de temps arbitraire.

4.2.2.3 Contrôleur d'E/S

4.2.2.3.1 Communication

Un contrôleur d'entrée-sortie doit prendre en charge au moins une AR pour chaque appareil d'entrée-sortie associé, comprenant deux CR d'E-S, un CR d'alarme et un CR de données d'enregistrement avec les fonctions suivantes:

- CR d'E-S:
longueur de données C_SDU jusqu'à 1 440 octets, cohérence min. de 240 octets, prise en charge de tous les types de données définis;
- CR d'alarme:
longueur de données jusqu'à 1 432 octets, longueur minimale de données de 200 octets, capacité de mise en file d'attente d'au moins une alarme à priorité élevée et une alarme à priorité basse pour chaque appareil d'entrée-sortie associé;
- CR de données d'enregistrement:
longueur de données jusqu'à 2^{32} moins 65 octets, longueur minimale de données de 16 588 octets (longueur recommandée de 66 412 octets de *PROFINETIOServiceReqPDU* ou *PROFINETIOServiceResPDU*), capacité de stockage de paramètre de démarrage d'au moins 16 384 octets pour chaque appareil d'entrée-sortie associé, pas d'accès parallèle à un objet de données d'enregistrement;
 - WriteMultiple:
doit être prise en charge pour le paramétrage de démarrage lors des réponses Connect (Connexion) et Plug (Enfichage), ainsi que lors d'une reconfiguration dynamique;
- Multi-API:
au moins deux API prises en charge (API = 0 et API = x);
- Réponse de connexion:
au moins un ARVendorBlockRes de 512 octets de longueur pour chaque ARVendorBlockReq utilisé pour la demande de connexion.

NOTE ARVendorBlockReq et ARVendorBlockRes sont déduits de l'IEC 61158-6-10.

4.2.2.3.2 Configuration du réseau

Pour le contrôleur d'entrée-sortie prenant en charge:

- la configuration par l'intermédiaire de la gestion de réseau, au moins une AR DeviceAccess doit être prise en charge en complément.

4.2.2.3.3 Permanence

Un contrôleur d'entrée-sortie doit stocker les données de paramétrage ou de communication selon le Tableau 9.

Tableau 9 – Délai de stockage maximal

Service	Délai d'expiration	Commentaires
Requête Record Write ou Record Read	Recommandé: < 30 s Obligatoire: < 300 s	Début de la temporisation lorsque le répondeur émet la RM_Write.rsp.
SNMP défini sur les OID inscriptibles	Recommandé: < 30 s Obligatoire: < 300 s	Début de la temporisation lorsque le répondeur émet la SNMP_Set.cnf.
Set_Storage_Time	Obligatoire: < 30 s	Temps maximal entre le DCP_Set.rsp et la réalisation d'un stockage permanent.

4.2.2.4 Superviseur d'entrée-sortie

Voir 4.2.2.3.

4.2.2.5 Entité de gestion réseau

Une entité de gestion réseau (NME) doit prendre en charge les fonctionnalités conformément au Tableau 10.

Tableau 10 – Exigences relatives à la NME

Fonctionnalité	Quantité	Commentaires
Taille du domaine NME	Au moins 64 nœuds (ponts et stations d'extrémité)	Une NME doit être capable de configurer et de maintenir un domaine TSN avec ses appareils.
Classes de flux	Au moins deux flux (un pour l'entrée et un pour la sortie) pour chaque nœud pris en charge.	Une NME doit être capable de prendre en charge le flux HIGH/ISO, LOW/CYC et RT/A.

4.2.3 Classes d'application

4.2.3.1 Définition

Les appareils prenant en charge une classe d'application spécifique doivent prendre en charge des fonctions supplémentaires au-delà de celles exigées pour la classe de conformité. Ces fonctions sont détaillées ci-dessous pour la classe d'application spécifique.

Les classes d'application définies sont les suivantes:

- **Application isochrone** (par exemple, commande de mouvement)

NOTE La synchronisation d'horloge isochrone est une fonction de classe de communication et pas de classe d'application.

- **Haute disponibilité**
- **Automatisation des processus**
- **Haute performance**
- **Contrôleur à contrôleur**
- **Sécurité fonctionnelle**
- **Économie d'énergie**

La prise en charge des classes d'application est présentée dans le Tableau 11 et le Tableau 12:

Tableau 11 – Classes d'application applicables dans les classes de conformité pour l'appareil d'entrée-sortie et le contrôleur d'entrée-sortie

Classes d'application	Classes de conformité			
	A	B	C	D
Application isochrone	—	—	Facultatif	Facultatif
Haute disponibilité	Facultatif ^a	Facultatif	Facultatif	Facultatif
Automatisation des processus	Facultatif ^a	Facultatif	Facultatif	Facultatif
Haute performance	—	—	Facultatif	
Contrôleur à contrôleur	—	Facultatif	Facultatif	Facultatif
Sécurité fonctionnelle	Facultatif ^a	Facultatif	Facultatif	Facultatif
Économie d'énergie	Facultatif ^a	Facultatif	Facultatif	Facultatif
^a Non recommandé.				

Tableau 12 – Classes d'application applicables dans les classes de conformité pour les composants de réseau

Classes d'application	Classes de conformité			
	A	B	C	D
Application isochrone	—		—	—
Haute disponibilité	—	—	—	—
Automatisation des processus	—	—	—	—
Haute performance	—	—	—	—
Contrôleur à contrôleur	—	—	—	—
Sécurité fonctionnelle	—	—	—	—
Économie d'énergie	—	—	—	—

4.2.3.2 Classe d'application "Application isochrone"

Les appareils (c'est-à-dire appareil d'entrée-sortie et contrôleur d'entrée-sortie) prenant en charge la classe d'application "Application isochrone" doivent prendre en charge les services suivants en complément de ceux sélectionnés par la classe de conformité appropriée.

Les services de couche application pour un appareil sont définis dans l'IEC 61158-5-10. Le Tableau 13 récapitule les sélections de service de couche application de l'IEC 61158-5-10 à prendre en charge en complément pour cette classe d'application.

Tableau 13 – Classe d'application "Application isochrone" – Sélection des services AL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
7.3.2.4	Classe Isochronous Mode Application (Application en mode isochrone)	OUI	—

Les protocoles de couche application pour un appareil sont définis dans l'IEC 61158-6-10. Le Tableau 14 récapitule les sélections de protocole de couche application de l'IEC 61158-6-10 à prendre en charge en complément pour cette classe d'application.

Tableau 14 – Classe d'application "Application isochrone" – Composant sélection de protocole AL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
—	—	—	—

4.2.3.3 Classe d'application "Haute disponibilité"

Les appareils (c'est-à-dire appareil d'entrée-sortie et contrôleur d'entrée-sortie) prenant en charge la classe d'application "Haute disponibilité" doivent prendre en charge les services suivants en complément de ceux sélectionnés par la classe de conformité appropriée.

Les services de couche application pour un appareil sont définis dans l'IEC 61158-5-10. Le Tableau 15 récapitule les sélections de service de couche application de l'IEC 61158-5-10 à prendre en charge en complément pour cette classe d'application.

Tableau 15 – Classe d'application "Haute disponibilité" – Sélection des services AL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
7.3	Les ASE	—	—
7.3.1	Élément de service application d'une relation d'applications (ASE d'AR)	OUI	Au moins un ARset (obligatoire); ARType IOCAR_SR et service Prm Begin doivent être pris en charge; Le basculement d'AR (sauvegarde, primaire) doit être pris en charge;
7.3.1.7	Classe Record Data	OUI	Le conteneur d'objets combinés doit être pris en charge par l'appareil d'entrée-sortie et le contrôleur d'entrée-sortie

Les protocoles de couche application pour un appareil sont définis dans l'IEC 61158-6-10. Le Tableau 16 récapitule les sélections de protocole de couche application de l'IEC 61158-6-10 à prendre en charge en complément pour cette classe d'application.

**Tableau 16 – Classe d'application "Haute disponibilité" –
Composant sélection de protocole AL**

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
4.5.2	GlobalTime	Si nécessaire	obligatoire pour un appareil d'entrée-sortie ou un contrôleur d'entrée-sortie comportant deux accès ou plus, et facultatif pour les appareils comportant un accès
4.6.1	Redondance de support et prévention de boucles	OUI, si au moins deux accès sont disponibles	Client MRP (obligatoire); règles de retransmission supplémentaires (obligatoire); Gestionnaire MRP avec ou sans fonctionnalité automatique (facultatif)
4.6.2	Redondance de support sans coupure	Si nécessaire	
5.2.4.8	Codage du champ ARProperties	OUI	La balise ARProperties.CombinedObjectContainer doit être prise en charge
5.2.21	Section de codage concernant la communication entre appareils de commande	Si nécessaire	Pour une instance d'appareil d'entrée-sortie intégré, utilisée pour la communication de contrôleur à contrôleur
5.6.3.9	Appareil des primitives de début et de fin de gestion de contexte	OUI	Pour un appareil d'entrée-sortie
5.6.3.12.6	Règles supplémentaires pour la reconfiguration dynamique	OUI	Pour un appareil d'entrée-sortie
5.6.3.13	Context Management System Redundancy Layer Device (Appareil de la couche de redondance du système de gestion de contexte)	OUI	Pour un appareil d'entrée-sortie
5.6.4.11	Appareil de commande des Primitives de Début et de Fin de Gestion de Contexte	OUI	Pour un contrôleur d'entrée-sortie
5.6.4.13	Context Management System Redundancy Layer Device (Appareil de la couche de redondance du système de gestion de contexte)	OUI	Pour un contrôleur d'entrée-sortie

4.2.3.4 Classe d'application "Automatisation des processus"

Les appareils (c'est-à-dire appareil d'entrée-sortie et contrôleur d'entrée-sortie) prenant en charge la classe d'application "Automatisation des processus" doivent prendre en charge les services suivants en complément de ceux sélectionnés par la classe de conformité appropriée.

Tableau 17 – Classe d'application de base pour l'"Automatisation des processus"

Classe d'application de base	Commentaires
Haute disponibilité	L'automatisation des processus est fondée sur les définitions de la classe d'application "Haute disponibilité"

Les services de couche application pour un appareil sont définis dans l'IEC 61158-5-10. Le Tableau 17 et le Tableau 18 récapitulent les sélections de services de couche application de l'IEC 61158-5-10 à prendre en charge en complément pour cette classe d'application.

**Tableau 18 – Sélection des services AL pour la classe d'application
"Automatisation des processus"**

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
7.3.4.1.3	Sévérité	OUI	Modèle de diagnostic couvrant les cinq sévérités différentes (obligatoire)
Annexe A	Instances d'appareil	OUI	"Modèle d'instance et adresses d'appareil" avec au moins deux instances d'un appareil d'entrée-sortie (obligatoire)

Les protocoles de couche application pour un appareil sont définis dans l'IEC 61158-6-10. Le Tableau 17 et le Tableau 19 récapitulent les sélections de protocoles de couche application de l'IEC 61158-6-10 à prendre en charge en complément pour cette classe d'application.

**Tableau 19 – Composant sélection du protocole AL pour la classe d'application
"Automatisation des processus"**

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
4.3.1.4.19	Codage du champ DeviceRoleDetails	OUI	"plusieurs interfaces d'appareils d'entrée-sortie" (obligatoire)
5.2.8	Section de codage relative à Alarm et Diagnosis PDU's	OUI	Codage de diagnostic couvrant le codage des cinq sévérités différentes (obligatoire)
5.6.3.2.2	Diagramme d'états d'Accès aux Appareils CMDEV	OUI	Doit être pris en charge pour les systèmes techniques supplémentaires

4.2.3.5 Classe d'application "Haute performance"

Les appareils (c'est-à-dire appareil d'entrée-sortie et contrôleur d'entrée-sortie) prenant en charge la classe d'application "haute performance" doivent prendre en charge les valeurs suivantes présentées dans le Tableau 20 et le Tableau 21.

Tableau 20 – Classe d'application "Haute performance" – Fonctions prises en charge

Paramètre	Valeur	Signification
SendClockFactor	Inférieur à 8	Cycles de communication inférieurs à 250 µs
FastForwarding	Pris en charge	—
Fragmentation	Pris en charge	—
Raccourcissement de préambule	Pris en charge	—
Compactage de trame dynamique	Pris en charge	—

Tableau 21 – Classe d'application "Haute performance" – Valeurs de paramètre

Paramètre	Valeur	Signification
REDBeginSafetyMargin	$\leq 1 \mu s$	—
MinSupportedFSO	$\leq 3\,500 \text{ ns}$	Valeur utilisant un préambule normal
MinRTC3Gap	$\leq 1\,600 \text{ ns}$	—
REDEndSafetyMargin	0 ns	—
MaxFrameStartTime	$\leq 3\,500 \text{ ns}$	Valeur utilisant un préambule normal
MinNRTGap	$\leq 1\,600 \text{ ns}$	—
BridgeDelay	$\leq 2 \mu s$	Valeur utilisant FastForwarding et un préambule normal
MaxPortTxDelay	Recommandé: $\leq 90 \text{ ns}$	La valeur maximale de l'IEEE Std 802.3-2018 s'applique.
MaxPortRxDelay	Recommandé: $\leq 210 \text{ ns}$	La valeur maximale de l'IEEE Std 802.3-2018 s'applique.
MaxDFP_Feed	Recommandé: $\leq 500 \text{ ns}$ $\leq 1\,500 \text{ ns}$	—
Gigue homologue à homologue	$\leq 250 \text{ ns}$	—

4.2.3.6 Classe d'application "Contrôleur à Contrôleur"

Les appareils prenant en charge la classe d'application "Contrôleur à Contrôleur" doivent prendre en charge les valeurs suivantes indiquées dans le Tableau 22.

Tableau 22 – Classe d'application "Contrôleur à Contrôleur" – Fonctions prises en charge

Paramètre	Valeur	Signification
Contrôleur d'E/S	OUI	—
Appareil d'E/S	OUI	—
Enregistrements contrôleur à contrôleur	OUI	Plage d'indice de 0xF860 à 0xF86F La récupération du GSD stocké doit être prise en charge
Prise en charge d'appareils d'entrée-sortie partagée	OUI	—
Prise en charge d'entrées partagée	OUI	—
Nombre d'AR	4	L'appareil d'entrée-sortie intégré du contrôleur d'entrée-sortie: doit prendre en charge au moins quatre AR en simultané

4.2.3.7 Classe d'application "Sécurité fonctionnelle"

Les appareils (c'est-à-dire appareil d'entrée-sortie et contrôleur d'entrée-sortie) prenant en charge la classe d'application "Sécurité fonctionnelle" doivent prendre en charge les services suivants en complément de ceux sélectionnés par la classe de conformité appropriée.

Le Tableau 23 s'applique pour un appareil d'entrée-sortie et le Tableau 24 s'applique pour un contrôleur d'entrée-sortie.

Tableau 23 – Fonctions de la classe d'application "Sécurité fonctionnelle" prises en charge par un appareil d'entrée-sortie

Paramètre	Valeur	Signification
Prise en charge de la lecture des enregistrements I&M0	OUI	Le connecteur de micrologiciel de l'appareil prend en charge cette fonctionnalité pour les sous-modules prenant en charge la "sécurité fonctionnelle". La fonctionnalité du sous-module est spécifiée dans l'IEC 61784-3-3.
Prise en charge de la lecture des enregistrements I&M4	OUI	Le connecteur de micrologiciel de l'appareil prend en charge cette fonctionnalité pour les sous-modules prenant en charge la "sécurité fonctionnelle". La fonctionnalité du sous-module est spécifiée dans l'IEC 61784-3-3.
Prise en charge de l'écriture des enregistrements I&M4	NON	Le connecteur de micrologiciel de l'appareil prend en charge cette fonctionnalité pour les sous-modules prenant en charge la "sécurité fonctionnelle". La fonctionnalité du sous-module est spécifiée dans l'IEC 61784-3-3.
Service DCP "Factory Reset" ou "Reset to Factory"	Limite	Le connecteur de micrologiciel de l'appareil prend en charge cette fonctionnalité pour les sous-modules prenant en charge la "sécurité fonctionnelle". Ces services ne doivent pas influencer l'application "Sécurité fonctionnelle", par exemple, JParameter. Plus particulièrement, le contenu de l'enregistrement I&M4, hérité de l'application "Sécurité fonctionnelle", ne doit pas être réinitialisé.
Prise en charge de la plage ChannelErrorType pour la "Sécurité fonctionnelle"	OUI	Le connecteur de micrologiciel de l'appareil prend en charge cette fonctionnalité pour les sous-modules prenant en charge la "sécurité fonctionnelle". La fonctionnalité du sous-module est spécifiée dans l'IEC 61784-3-3.
Alarme Upload&Retrieval prise en charge	FACULTATIF	Le connecteur de micrologiciel de l'appareil prend en charge cette fonctionnalité pour les sous-modules prenant en charge la "sécurité fonctionnelle". La fonctionnalité du sous-module est spécifiée dans l'IEC 61784-3-3.

Tableau 24 – Fonctions de la classe d'application "Sécurité fonctionnelle" prises en charge par un contrôleur d'entrée-sortie

Paramètre	Valeur	Signification
Alarme Upload&Retrieval prise en charge	OUI	Pour chaque sous-module prenant en charge la "Sécurité fonctionnelle"

4.2.3.8 Classe d'application "Économie d'énergie"

Les appareils (c'est-à-dire appareil d'entrée-sortie et contrôleur d'entrée-sortie) prenant en charge la classe d'application "Économie d'énergie" doivent prendre en charge les services suivants en complément de ceux sélectionnés par la classe de conformité appropriée.

Le Tableau 25 et le Tableau 26 s'appliquent pour un appareil d'entrée-sortie et le Tableau 27 s'applique pour un contrôleur d'entrée-sortie.

Le Tableau 25 récapitule les sélections de services de couche application de l'IEC 61158-5-10 à prendre en charge en complément par un appareil d'entrée-sortie pour cette classe d'application.

Tableau 25 – Sélection des services AL pour la classe d'application "Économie d'énergie"

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
7.3.5	ASE PE	OUI	—

Tableau 26 – Fonctions de la classe d'application "Économie d'énergie" prises en charge par un appareil d'entrée-sortie

Paramètre	Valeur	Signification
Prise en charge de la lecture des enregistrements PE_EntityFilterData	OUI	Pour chaque sous-module prenant en charge l'"Économie d'énergie"
Prise en charge de la lecture des enregistrements PE_EntityStatusData	OUI	Pour chaque sous-module prenant en charge l'"Économie d'énergie"
Alarme d'état prise en charge	OUI	Pour chaque sous-module prenant en charge l'"Économie d'énergie"

Tableau 27 – Fonctions de la classe d'application "Économie d'énergie" prises en charge par un contrôleur d'entrée-sortie

Paramètre	Valeur	Signification
Alarme d'état prise en charge	OUI	Pour chaque sous-module prenant en charge l'"Économie d'énergie"

4.2.4 Classes de communication

4.2.4.1 Généralités

Toutes les classes de communication permettent de combiner les communications IEEE 802 et IETF aux ajouts spécifiques à RTE. Les classes de communication sont les suivantes:

- RT Class 1 (contenu spécifié dans l'attribut RT_CLASS_1, voir l'IEC 61158-6-10, champ IOCRProperties.RTClass);
- RT Class 3 (contenu spécifié dans l'attribut RT_CLASS_3, voir l'IEC 61158-6-10, champ IOCRProperties.RTClass); et
- RT Class UDP (contenu spécifié dans l'attribut RT_CLASS_UDP, voir l'IEC 61158-6-10, champ IOCRProperties.RTClass); et
- RT Class STREAM (contenu spécifié dans l'attribut RT_CLASS_UDP, voir l'IEC 61158-6-10, champ IOCRProperties.RTClass).

RT Class UDP est une classe de communication facultative. Elle peut être utilisée sans et conjointement avec RT Class 1, RT Class 3 et RT Class STREAM. La prise en charge des classes de communication est présentée dans le Tableau 28.

Tableau 28 – Classes de communication applicables dans les classes de conformité

Classes de communication	Classes de conformité			
	A	B	C	D
RT_CLASS_1 ^a	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire ^c	—
RT_CLASS_3 ^b	—	—	Obligatoire	—
RT_CLASS_UDP	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif
RT_CLASS_STREAM	—	—	—	Obligatoire
^a Temps réel (RT) sans affectation de largeur de bande, classe de trafic VERTE (GREEN). ^b Temps réel isochrone (IRT) avec affectation de largeur de bande, classe de trafic ROUGE (RED). ^c Le caractère obligatoire ou facultatif de la prise en charge de RT_CLASS_1, et - le caractère obligatoire ou facultatif de la prise en charge de ReductionRatio ≠ 1 dépendent de l'attribut GSD "IsochroneModeRequired".				

4.2.4.2 Paramètres de performance de communication

Les valeurs sont spécifiées dans le Tableau 29.

NOTE L'intervalle intertrame (12 octets à l'émetteur et 8 octets au récepteur) de l'IEEE Std 802.3-2018 s'applique.

Tableau 29 – Paramètres de performance de communication

Paramètre	Valeur	Signification
REDBeginSafetyMargin	Valeur minimale: 0 ns Valeur maximale: 1 640 ns	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_3.
MinSupportedFSO	Valeur minimale: 1 280 ns (utilisation d'un préambule court), 1 760 ns (utilisation d'un préambule long) Valeur maximale: 5 000 ns	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_3.
MinRTC3Gap	Valeur minimale: 1 120 ns Valeur maximale: 2 000 ns	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_3.
REDEndSafetyMargin	0 ns	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_3.
MaxFrameStartTime	Valeur maximale: 5 000 ns	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_1 / RT_CLASS_2 / RT_CLASS_UDP.
MinNRTGap	Valeur minimale: 12 octets Valeur maximale: 18 octets	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_1 / RT_CLASS_2 / RT_CLASS_3 / RT_CLASS_UDP / RT_CLASS_STREAM.
MinTASGap	Valeur minimale: 12 octets Valeur maximale: 18 octets	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_1 / RT_CLASS_2 / RT_CLASS_UDP / RT_CLASS_STREAM.
TASWindowBeginSafetyMargin	Valeur minimale: 0 ns Valeur maximale: IPG + Preamble + StartDelimiter	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_STREAM.
TASWindowEndSafetyMargin	Valeur minimale: 0 ns Valeur maximale: IPG + Preamble + StartDelimiter	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_STREAM.
TASWindowMinSupportedFSO	Valeur minimale: 0 ns Valeur maximale: IPG + Preamble + StartDelimiter	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_STREAM.
TASMaxFrameStartTime	Valeur minimale: 0 ns Valeur maximale: 6 octets	Ce paramètre de performance est une propriété de RT_CLASS_1 / RT_CLASS_2 / RT_CLASS_UDP / RT_CLASS_STREAM.

4.2.4.3 Émetteur RT_CLASS_x

4.2.4.3.1 Généralités

Voir 4.2.2.1, classe de nœud 1) c).

Les valeurs d'un émetteur RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP sont présentées dans le Tableau 30. L'écart mesurable sur la MDI dépend de la gigue ajoutée de la transition de MAC, MII à MDI.

Tableau 30 – Écart FrameSendOffset pour RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP

Paramètre	Valeur	Signification
Écart Framesendoffset	Minimale (inférieure à 10 % de l'intervalle de mise à jour utilisé ^a ; 10 ms)	Ce paramètre de performance est une propriété de l'émetteur RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP.
^a L'intervalle de mise à jour (UI, Update Interval) est calculé par $UI = SCF \times RR \times 31,25 \mu s$ avec les données issues de l'IOCR utilisée		

4.2.4.3.2 Essai de certification

Les valeurs d'un émetteur RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP, lors de l'application des cas d'essai "charge réseau normale", pendant les essais de certification, sont indiquées dans le Tableau 31. L'écart mesurable sur la MDI dépend de la gigue ajoutée de la transition de MAC, MII à MDI.

Tableau 31 – Écart FrameSendOffset pour RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP

Paramètre	Valeur	Signification
Écart Framesendoffset	inférieur à 100 % de l'intervalle de mise à jour utilisé, pour ≤ 16 ms inférieur à 50 % de l'intervalle de mise à jour utilisé ^a , pour > 16 ms	Ce paramètre de performance est une propriété de l'émetteur RT_CLASS_1 / RT_CLASS_UDP.
^a L'intervalle de mise à jour (UI) est calculé par $UI = SCF \times RR \times 31,25 \mu s$ avec les données issues de l'IOCR utilisée.		

4.2.4.4 Émetteur RT_CLASS_STREAM

Voir 4.2.2.1, classe de nœud 1) a) ou 1) b).

Le point de référence du décalage d'envoi de trame pour RT_CLASS_STREAM est défini à la MDI. Ainsi, les valeurs d'écart dépendent des PHY utilisées et du type de MAU négocié.

Les valeurs minimales possibles pour un émetteur RT_CLASS_STREAM sont présentées dans le Tableau 32. Les valeurs possibles sont la somme des valeurs du Tableau 32 et du Tableau 33. Le Tableau 34 donne la valeur pour la certification.

Tableau 32 – Facteurs pour l'écart FrameSendOffset – SendListControl

Paramètre	Valeur	Signification
Écart Framesendoffset ^a	≤ 10 ns	Ce paramètre de performance est une propriété de SendListControl.
IPG ^b	12 octets	Ce paramètre de performance est une propriété de SendListControl.
Taille de rafale ^c	255 trames	Ce paramètre de performance est une propriété de SendListControl.
^a Pour la première trame créée par SendListControl. Voir l'IEC 61158-6-10. ^b Pour la deuxième trame et toute trame suivante créée par SendListControl. Voir l'IEC 61158-6-10. ^c Taille de rafale créée par SendListControl. Voir l'IEC 61158-6-10.		

Tableau 33 – Facteurs pour l'écart FrameSendOffset – PHY

Facteur	MII	Valeur	Signification
PHY	–	Voir Tableau 74	Valeur fournie par le fabricant PHY
10BaseT1L	MII	0 ns – 400 ns	Valeur fournie par le fabricant PHY pour ce type de MAU
100BaseTX	MII	0 ns – 40 ns	Valeur fournie par le fabricant PHY pour ce type de MAU
	RMII	0 ns – 20 ns	
1000BaseTX	GMII	0 ns – 8 ns	Valeur fournie par le fabricant PHY pour ce type de MAU
	RGMII	0 ns – 8 ns	Valeur fournie par le fabricant PHY pour ce type de MAU
2,5GBaseTX	–	0 ns – 8 ns	Valeur fournie par le fabricant PHY pour ce type de MAU
5GBaseTX	–	0 ns – 8 ns	Valeur fournie par le fabricant PHY pour ce type de MAU
10GBaseTX	–	0 ns – 8 ns	Valeur fournie par le fabricant PHY pour ce type de MAU

Tableau 34 – Écart FrameSendOffset

Paramètre	Valeur	Signification
Écart Framesendoffset ^a	Obligatoire Minimale (≤ 6 octets ^b ; 1 µs)	Ce paramètre de performance est une propriété de l'émetteur RT_CLASS_STREAM.
^a Pour la première trame créée par SendListControl. Il convient que les trames suivantes utilisent l'IPG. Voir l'IEC 61158-6-10. ^b Exemple: Le temps pour 6 octets est de 48 ns pour 1 Gbit/s ou 480 ns pour 100 Mbit/s.		

4.2.4.5 Émetteur RT_CLASS_3

Voir 4.2.2.1, classe de nœud 1) a).

Les valeurs d'un émetteur RT_CLASS_3 sont présentées dans le Tableau 35 et le Tableau 36. L'écart mesurable sur la MDI dépend de la gigue ajoutée de la transition de MAC, MII à MDI.

Tableau 35 – Valeur minimale de FrameSendOffset

Paramètre	Valeur	Signification
Valeur minimale de Framesendoffset ^a	SendClockFactor ≥ 8: Obligatoire ≤ 5 000 ns	Ce paramètre de performance est une propriété de l'émetteur, du récepteur et de l'expéditeur RT_CLASS_3.
	SendClockFactor < 8: Obligatoire ≤ 2 000 ns	
^a La valeur réelle, lorsqu'elle est inférieure, est spécifiée dans l'attribut GSD "MinFSO".		

Tableau 36 – Écart FrameSendOffset

Paramètre	Valeur	Signification
Écart Framesendoffset ^a	Nœud avec pont RT_CLASS_3 Obligatoire ≤ 10 ns	Ce paramètre de performance est une propriété de l'émetteur RT_CLASS_3.
	Nœud d'extrémité ^a Recommandé ≤ 10 ns	
^a La valeur de l'écart doit être aussi faible que nécessaire pour éviter toute perturbation dans un domaine RT_CLASS_3.		

4.2.4.6 Ponts RT_CLASS_3

Les valeurs des ponts RT_CLASS_3 sont présentées dans le Tableau 37.

Tableau 37 – Paramètres pour ponts RT_CLASS_3

Paramètre	Valeur	Signification
MaxRetentionTime	20 µs (obligatoire) 4 ms (facultatif)	Ce paramètre de performance est une propriété du pont RT_CLASS_3.
Écart Framesendoffset	Obligatoire ≤ 10 ns	Ce paramètre de performance est une propriété du pont RT_CLASS_3.
RFSafetyMargin	0 ns ≤ Obligatoire ≤ 100 ns	Ce paramètre de performance est une propriété du pont RT_CLASS_3 si FrameDataProperties.ForwardingMode:= "Mode relatif" est pris en charge
NumberOfRTC3Forwarder	Obligatoire ≥ 128	Ce paramètre de performance est une propriété du pont RT_CLASS_3. Il définit le diamètre de réseau maximal qui peut être atteint pour un domaine RT_CLASS_3. InputCR et OutputCR sont tous deux comptabilisés. Exemple: Le diamètre de réseau maximal avec NumberOfRTC3Forwarder:= 128 est de – 64 nœuds (sans MRPD), et – 32 nœuds (avec MRPD).
MaxRTC3BridgeDelay	Recommandé: ≤ 2 µs Obligatoire: ≤ 10 µs	Ce paramètre de performance est une propriété du pont RT_CLASS_3. Il définit le délai de pont maximal pour les paquets RT_CLASS_3.

4.2.4.7 Synchronisation

4.2.4.7.1 PTCP

Les paramètres de performance d'une boucle de commande PTCP sont présentés dans le Tableau 38.

Tableau 38 – Boucle de commande PTCP

Paramètre	Valeur	Signification
Vitesse de modification de fréquence admise	Obligatoirement $\leq 5 \frac{\mu\text{Hz}}{\text{s}}$	Ce paramètre de performance est une propriété d'un appareil subordonné de synchronisation.

4.2.4.7.2 IEEE Std 802.1AS-2020

Les paramètres de performance d'une boucle de commande IEEE Std 802.1AS-2020 sont présentés dans le Tableau 39.

Tableau 39 – Boucle de commande IEEE Std 802.1AS-2020

Paramètre	Valeur	Signification
Vitesse de modification de fréquence admise	Obligatoirement $\leq 5 \frac{\mu\text{Hz}}{\text{s}}$	Ce paramètre de performance est une propriété d'un appareil subordonné de synchronisation.

4.2.4.8 Fragmentation

Le Tableau 40 indique la taille maximale de trame admise, transmise par un nœud au cours de la période VERTE ou JAUNE. Cette définition ne s'applique pas aux nœuds avec FragmentationType == Dynamique.

Tableau 40 – Taille maximale de trame

SendClockFactor	Condition	Taille maximale de trame
1 – 2	FragmentationType ^a == Statique	128 octets
3 – 7	FragmentationType ^a == Statique	256 octets
8 – 128	FragmentationType ^a == Statique && FrameDetails.FragmentationMode == Fragmentation enabled (activé)	
	! FragmentationType ^a FrameDetails.FragmentationMode == Fragmentation disabled (désactivée)	Trame IEEE Std 802.3-2018 maximale

^a Voir la spécification de la GSD pour la définition de cet attribut.

4.2.5 Vide

Paragraphe laissé intentionnellement vide.

4.2.6 Paramètres de protocole et de temporisation

4.2.6.1 Protocole Internet et service de nom dynamique

Les valeurs recommandées pour la couche IP définie dans l'IETF RFC 791 sont présentées dans le Tableau 41 et le Tableau 42. Un contrôleur d'entrée-sortie peut éventuellement utiliser des entrées ARP statiques qui n'ont pas de temporisation.

Tableau 41 – Paramètres de la couche IP du contrôleur d'entrée-sortie

Paramètre	Valeur	Commentaires
ARP_Cache_Size	32 (minimale)	Nombre d'appareils d'entrée-sortie pris en charge
ARP_Cache_Timeout	60 s	—

Tableau 42 – Paramètres de la couche IP de l'appareil d'entrée-sortie

Paramètre	Valeur	Commentaires
ARP_Cache_Size	32 (minimale)	—
ARP_Cache_Timeout	60 s	—

Les valeurs de temps admises pour la résolution de nom définie dans l'IEC 61158-6-10, 4.12, sont présentées dans le Tableau 43 et le Tableau 44.

Tableau 43 – Valeurs de temporisation pour la résolution de nom

Paramètre	Valeur	Commentaires
ARP-ResponseTimeout	2 s	Voir l'IETF RFC 826
DCP-IdentifyTimeout	≥ 400 ms	Voir l'IEC 61158-6-10, 4.3.1.3.5.3, ResponseDelayTimeout
DCP-Set/GetTimeout	1 s	Voir l'IEC 61158-6-10, 4.3.2.2.1.5, UC Client Timeout
DCP MaxRetryLimit Set/Get	2	Voir l'IEC 61158-6-10, 4.3.2.2.1.5, Max Retry Limit
DNS-RequestTimeout	16 s	Voir l'IETF RFC 1034

Tableau 44 – Valeurs pour l'écart de requête Hello

Paramètre	Valeur	Commentaires
Écart DCP-Hello Req	Maximal (10 ms; moins de 10 % du FSHelloInterval utilisé)	Ce paramètre de performance est une propriété de l'émetteur DCP Hello.

4.2.6.2 Protocole de découverte et de configuration

Les valeurs admises pour le DCP définies dans l'IEC 61158-6-10 sont présentées dans le Tableau 45, le Tableau 46 et le Tableau 47.

Tableau 45 – Ressources du répondeur DCP Identify

Paramètre	Valeur	Commentaires
Instances DCPMCR pour DelayResponseFactor = 1	Obligatoire: 1 Recommandé: 2 1 – n	Nombre de services DCP_Identify en cours d'exécution simultanée pour les indications avec DelayResponseFactor = 1 Il convient que le nombre d'instances pris en charge couvre les registres d'adresses d'entrée-sortie (IOAR, Input-Output Address Register) pris en charge simultanément afin d'éviter un retard pendant le démarrage.
Instances DCPMCR pour DelayResponseFactor > 1	Obligatoire: 1 Recommandé: 2 1 – n	Nombre de services DCP_Identify en cours d'exécution simultanée pour les indications avec DelayResponseFactor > 1 Il convient que le nombre d'instances pris en charge couvre le nombre attendu d'outils de balayage de réseau pris en charge simultanément.

Tableau 46 – Contrôle d'accès DCP

Service	Soutien	Commentaires
ARProperties.RejectDCPsetRequests:= Rejected	Facultatif	DCPset.req est rejeté si ce fanion est défini pour au moins une AR établie. Ce fanion est utilisé pour le contrôleur d'entrée-sortie, l'appareil d'entrée-sortie et la NME.

Tableau 47 – Prise en charge de l'élagage pour DCP_Identify

Paramètre	Soutien	Commentaires
DCP_Identify avec MAC de destination défini pour l'élagage	Obligatoire	Permettre l'élagage de multidiffusion dans les ponts pour la protection des ressources au niveau de l'accès de sortie d'un pont raccordé à une station d'extrémité. Composant station d'extrémité: Obligatoire si MAUTypeExtension:=APL est pris en charge Recommandé pour tous Composant pont: Obligatoire, y compris le diagramme d'états PPSM, si MAUTypeExtension:=APL est pris en charge

4.2.6.3 Protocole de redondance de support

Les valeurs admises pour le MRP définies dans l'IEC 61158-6-10 sont présentées dans le Tableau 48 et le Tableau 49.

Tableau 48 – Valeurs maximales de temps pour MRP pour 10 Mbit/s et pour ≥ 100 Mbit/s

Paramètre	Vitesse de transmission	Valeur	Commentaires
MaxBridgeDelay ^{a b}	10 Mbit/s	≤ 8 ms	Chaque pont prenant en charge MRP doit transmettre MRP-PDU au cours de cette période.
	≥ 100 Mbit/s	≤ 4 ms	
^a Pour la transmission des trames d'essai MRP.			
^b Un BridgeDelay inférieur permet de disposer d'un plus grand nombre de commutateurs (NoS) dans une topologie en anneau, avec un temps de commutation donné. Avec la valeur maximale, le nombre de commutateurs (NoS) dans une topologie en anneau est réduit à NoS < 15.			

Tableau 49 – Taille de paquet maximale pour MRP

Paramètre	Valeur	Commentaires
Taille de trame d'essai MRP	≤ 98 octets	Taille de paquet maximale d'une trame d'essai MRP lors d'une utilisation avec le présent document.

4.2.6.4 Protocole PTCP

Les valeurs de temps admises pour PTCP définies dans l'IEC 61158-6-10 sont présentées dans le Tableau 50 et le Tableau 51.

Tableau 50 – Valeurs maximales de temps pour PTCP

Paramètre	Valeur	Commentaires
Max Delay Request Repeat	5	—
Max Delay Response Time	< 10 ms	Recommandé
Max Delay Response Time	< 25 ms	Obligatoire
Max Bridge Delay ^a	≤ 4 ms	Recommandé
Max Bridge Delay ^a	≤ 40 ms	Obligatoire
Exactitude de mesure de Bridge Delay ^b	≤ 50 ns	Recommandé
Exactitude de mesure de Bridge Delay ^b	≤ 100 ns	Obligatoire
Exactitude d'horodatage	≤ 8 ns	Recommandé
Exactitude d'horodatage	≤ 10 ns	Obligatoire
Exactitude de mesure de Line/Cable Delay ^c	≤ 20 ns	Recommandé
Exactitude de mesure de Line/Cable Delay ^c	≤ 50 ns	Obligatoire
^a Pour la retransmission de PTCP Sync Frames. ^b Le mesurage de Bridge Delay peut comporter une gigue, mais il convient qu'il ne présente pas de décalage ("moyenne nulle"). ^c Le mesurage de Line/Cable Delay peut comporter une gigue, mais il convient qu'il ne présente pas de décalage ("moyenne nulle")		

Tableau 51 – Précision des temporisateurs utilisés pour le protocole PTCP

Paramètre	Valeur	Commentaires
Écart "DelayT"	[-0 ms; +100 ms]	—
Écart "LineT"	[-0 ms; +100 ms]	—

4.2.6.5 Synchronisation temporelle

Les valeurs de temps admises pour la synchronisation temporelle utilisant l'IEEE Std 802.1AS-2020 sont présentées dans le Tableau 52, le Tableau 53 et le Tableau 54.

Tableau 52 – Valeurs maximales de temps

Paramètre	Valeur	Commentaires
Max Peer Delay Response Time	< 10 ms	Recommandé
Max Peer Delay Response Time	< 25 ms	Obligatoire
Max Forwarding Delay ^a	≤ 4 ms	Recommandé
Max Forwarding Delay ^a	≤ 40 ms	Obligatoire
Exactitude de mesure de Forwarding Delay ^b	≤ 20 ns	Recommandé
Exactitude de mesure de Forwarding Delay ^b	≤ 50 ns	Obligatoire
Exactitude d'horodatage	≤ 8 ns	Recommandé
Exactitude d'horodatage	≤ 10 ns	Obligatoire
Exactitude de mesure de Peer Delay ^c	≤ 20 ns	Recommandé
Exactitude de mesure de Peer Delay ^c	≤ 50 ns	Obligatoire
^a Pour la retransmission de Sync Frames. ^b Le mesurage de Forwarding Delay peut comporter une gigue, mais il convient qu'il ne présente pas de décalage ("moyenne nulle"). ^c Le mesurage de Peer Delay peut comporter une gigue, mais il convient qu'il ne présente pas de décalage ("moyenne nulle").		

Tableau 53 – Valeurs d'écart maximal pour le temps global

Paramètre	Valeur
Écart ^a entre SyncMaster (Grandmaster) et un SyncSlave arbitraire	< 100 µs
Écart ^a entre deux SyncSlaves arbitraires	< 200 µs
^a Le principe de mesure de PTCP s'applique	

Tableau 54 – Valeurs d'écart maximal pour l'horloge de travail

Paramètre	Valeur
Écart ^a entre SyncMaster (Grandmaster) et un SyncSlave arbitraire	< 1 µs
Écart ^a entre deux SyncSlaves arbitraires	< 2 µs
^a Le principe de mesure de PTCP s'applique	

4.2.6.6 Protocole LLDP

4.2.6.6.1 Généralités

L'IEC 61158-6-10 utilise l'IEEE Std 802.1AB-2016 conformément à l'IEEE Std 802.1AB-2016, 11.3.1 en mode version 1 avec la MIB version 1. La prise en charge supplémentaire du mode version 2 et des MIB version 2 est facultative.

La variable txNow:= TRUE définie dans l'IEEE Std 802.1AB-2016, 9.2.5.20, est utilisée simultanément avec toute modification des champs de la LLDP-PDU. Dans ce cas, un nœud transmet des LLDP PDU "lors d'une modification de données".

L'IEEE Std 802.1AB-2016 utilise le ChassisID/PortID comme "TAG" de voisinage afin de prendre en charge la virtualisation. PROFINET IO définit le SourceMAC comme "TAG" supplémentaire afin de vérifier que l'"Attribution d'un nom" entraîne immédiatement la mise à jour d'une entrée pour un élément voisin. Ainsi, tout faux diagnostic de "Plusieurs éléments voisins" doit être évité.

Permettre un filtrage de sortie (Egress Filtering) du protocole LLDP à un accès donné peut également entraîner la désactivation de réception des trames LLDP à ce même accès.

4.2.6.6.2 Paramètre

Les valeurs de temps admises pour LLDP définies dans l'IEC 61158-6-10 et l'IEEE Std 802.1AB-2016 sont présentées dans le Tableau 55.

Tableau 55 – Valeurs maximales de temps pour LLDP

Paramètre	Valeur	Commentaires
msgTxHold	4	Multiplicateur pour msgTxInterval afin de calculer txTTL.
msgTxInterval	5 s [-0 s;+1 s]	Temps entre deux trames LLDP consécutives sans modification de contenu en fonctionnement stable.
txTTL	21 s [-0 s;+1 s]	Durée de stockage d'une information provenant d'un élément voisin.
txNow	TRUE (vrai)	Transmission immédiate d'une trame LLDP, à la détection d'une modification du contenu des données LLDP locales ou du voisinage.
Voisinage	1	Nombre minimal de voisins à stocker jusqu'à ce que tooManyNeighbors soit défini sur true. Valeurs recommandées jusqu'à 4.

4.2.6.7 Appel de procédure à distance

4.2.6.7.1 Généralités

Les UUID sont créés conformément à l'ISO/IEC 9834-8.

4.2.6.7.2 Client RPC

Un client RPC doit utiliser uniquement un RPCActivityUUID pour une relation d'application. Cette configuration peut être générée avant la connexion et supprimée après la libération.

Un appareil d'entrée-sortie qui transmet une demande Application Ready fonctionne comme un client RPC, par conséquent les règles de ce client s'appliquent.

Tout outil (par exemple, Outil de diagnostic ou Scanner de topologie) utilisant l'option Implicit Read fonctionne comme un client RPC, par conséquent les règles de ce client s'appliquent.

4.2.6.7.3 Serveur RPC

Un serveur RPC doit fournir des ressources RPC pour chaque relation d'application selon le Tableau 56 et le Tableau 57. Cet accès d'un type d'AR ne doit pas influencer les ressources des autres types d'AR.

Le Tableau 58 présente le nombre d'ImplicitAR que doit comporter un appareil d'entrée-sortie.

Un contrôleur d'entrée-sortie qui reçoit une indication Application Ready fonctionne comme un serveur RPC, par conséquent les règles de ce serveur s'appliquent.

Tableau 56 – Ressources RPC exigées

Paramètre	Commentaires
IOCARSingle	Pour chaque AR prise en charge simultanément, au moins une ressource.
IOSAR	Pour chaque AR prise en charge simultanément, au moins une ressource.
IOCARSR	Pour chaque AR prise en charge simultanément, au moins deux ou quatre ressources, avec une ressource pour chaque AR de l'ARset.
DeviceAccess	Pour chaque AR prise en charge simultanément, au moins une ressource.
ImplicitAR	Pour chaque accès pris en charge simultanément, au moins une ressource.

Tableau 57 – Ressources RPCActivityUUID exigées

Paramètre	Commentaires
Nombre de ressources RPCActivityUUID prises en charge simultanément	Doit couvrir le nombre d'AR prises en charge, y compris l'AR Implicit Read. Il est nécessaire que la valeur tienne compte du nombre prévu de clients utilisant simultanément Implicit Read, ainsi que du comportement d'arrêt/redémarrage.

Tableau 58 – Nombre d'ImplicitAR

Nombre d'ImplicitAR	Exigé?	Commentaires
1	Obligatoire	ImplicitAR prises en charge simultanément
4	Recommandé	
Autres	Facultatif	

4.2.6.8 Interface de services à distance

Paragraphe laissé intentionnellement vide.

4.2.6.9 Acyclique en temps réel**4.2.6.9.1 Temporisation RTA**

La temporisation RTA doit être calculée conformément à l'IEC 61158-6-10 et sa plage est présentée dans le Tableau 59.

Tableau 59 – Écart de temporisation RTA

Paramètre	Valeur	Signification
Écart de temporisation RTA	[-0 ms; +100 ms]	—

4.2.6.9.2 Ressources de réception RTA

Les ressources de réception RTA doivent être calculées conformément à l'IEC 61158-6-10 et sa plage est présentée dans le Tableau 60.

Tableau 60 – Ressources de réception exigées

Paramètre	Commentaires
Nombre de ressources de réception RTA prises en charge	Doit couvrir le nombre de CR RTA pris en charge, y compris une ressource de réception supplémentaire pour traiter les problèmes d'exécution.

4.2.6.10 LogBookData

Le nombre minimal d'entrées pour LogBookData est présenté dans le Tableau 61.

Tableau 61 – Nombre d'entrées LogBookData

Nœud	Valeur	Signification
Appareil d'entrée-sortie	16	Au moins 16 entrées doivent être prises en charge

4.2.6.11 Protocole SNMP

Le Tableau 62, le Tableau 63, le Tableau 64, le Tableau 65 et le Tableau 66 présentent les définitions SNMP qui doivent être prises en charge avec le présent document.

Les appareils prenant en charge CIMSNNPAdjust conformément au Tableau 63 doivent prendre en charge la configuration par défaut conformément au Tableau 62.

Tableau 62 – Configuration par défaut recommandée

SNMPv1 / SNMPv2	Accès	Commentaires
Désactiver SNMP	Pas d'accès distant aux MIB	Désactivé Le serveur SNMP n'est pas accessible sur l'interface Ethernet

Tableau 63 – CIMSNNPAdjust

Service	Accès	Commentaires
CIMSNNPAdjust	—	IOxAR: Le serveur SNMP reste désactivé uniquement pendant l'établissement de l'AR si la commande SNMPControl.SNMPDisable == Disabled est reçue. Une station ne contient qu'une seule instance SNMP. Ainsi, tous les IOxAR indépendants de l'interface écrivent sur le même objet géré. Interface CIM (Accès à l'appareil): Le serveur SNMP reste désactivé si la commande SNMPControl.SNMPDisable == Disabled est reçue. L'accès en écriture en utilisant une IOxAR est rejeté en indiquant que cet objet géré n'est pas détenu par l'IOxAR.

Tableau 64 – Nom de communauté, valeurs par défaut

Nom de communauté	Accès	Commentaires
public	Lecture seule	Permet uniquement la lecture
private	Lecture/écriture	Permet l'écriture si elle est prise en charge par l'objet adressé

Tableau 65 – Valeurs de temporisation SNMP

Service	Délai d'expiration	Commentaires
SNMP Set	Recommandé: < 3 s Obligatoire: < 10 s	Délai de réponse maximal prévu
SNMP Get	Recommandé: < 3 s Obligatoire: < 10 s	Délai de réponse maximal prévu
SNMP GetNext	Recommandé: < 3 s Obligatoire: < 10 s	Délai de réponse maximal prévu

Tableau 66 – Valeurs de temps de mise à jour des objets MIB

Service	Délai d'expiration	Commentaires
Temps de mise à jour de la base d'informations de gestion (MIB)	Recommandé: < 500 ms Obligatoire: < 3 s	Délai maximal attendu sur une mise à jour d'entrée MIB, après une modification de la valeur

4.2.6.12 Protocole DHCP

Le Tableau 67 présente les options DHCP qui doivent être prises en charge avec le présent document, dans le cas de la prise en charge de la fonction DHCP facultative.

Tableau 67 – Client DHCP

Option	Signification	Commentaires
DHCPOption 1	Masque de sous-réseau	Obligatoire
DHCPOption 3	Passerelle suivante	Obligatoire
SuboptionDHCP 255: DHCPParameterData = 2	Utiliser DHCP avec l'ensemble donné de DHCPOptions	Obligatoire
Autres	—	Facultatif

4.2.6.13 Haute disponibilité

4.2.6.13.1 Généralités

Le Tableau 68 présente les durées utilisées par la redondance système (System Redundancy) et la reconfiguration dynamique (Dynamic Reconfiguration).

Tableau 68 – Durées de haute disponibilité

Paramètre	Valeur	Commentaires
Maximum Takeover Time MTOT_short	Plage: 100 ms – 300 ms Exactitude: [-0 s;+1 s]	Mise en œuvre dans la CTLSRL, en tant que chien de garde, pour contrôler la CMSRL d'un appareil. Complémentaire de MSOT_primary.
Maximum Takeover Time MTOT_long	Plage: 300 s Exactitude: [-0 s;+1 s]	Mise en œuvre dans la CTLSRL, en tant que chien de garde, pour contrôler la CMSRL d'un appareil. Complémentaire de MSOT_backup.
Maximum Switchover Time MSOT_primary	Plage: 1 ms – 60 s Exactitude: [-100 %;+0 s]	Mise en œuvre dans la CMSRL, en tant que chien de garde, pour contrôler la CTLSRL d'un contrôleur. Complémentaire de MTOT_short.
Maximum Switchover Time MSOT_backup	Plage: 1 ms – 60 s Exactitude: [-100 %;+0 s]	Mise en œuvre dans la CMSRL, en tant que chien de garde, pour contrôler la CTLSRL d'un contrôleur. Complémentaire de MTOT_long.
Redundancy Data Hold Time RDHT	Plage (facultative): 3 ms – 199 ms Plage (obligatoire): 200 ms – 65 535 ms Exactitude (Valeur ≤ 100 ms): [-0 ms;+10 ms] Exactitude (Valeur ≤ 1 s): [-0 ms;+100 ms] Exactitude (Valeur > 1 s): [-0 ms;+300 ms]	Mise en œuvre dans la CMSRL, en tant que chien de garde, pour contrôler la CTLSRL d'un contrôleur et le contrôleur à proprement parler.

4.2.6.13.2 Reconfiguration dynamique – paramètres modifiables

4.2.6.13.2.1 Généralités

La reconfiguration dynamique prend en charge la modification sans à-coup des paramètres. Certains paramètres sont modifiables sans à-coup, d'autres ne le sont pas.

Le Tableau 69, le Tableau 70, le Tableau 71 et 4.2.6.13.2.5 spécifient le comportement prévu d'un appareil d'entrée-sortie prenant en charge la reconfiguration dynamique.

4.2.6.13.2.2 Paramètres d'adresse

Le Tableau 69 indique les paramètres d'adresse non modifiables sans à-coup. Les adresses MAC ne sont pas configurées et ne sont donc pas modifiées.

Tableau 69 – Paramètre d'adresse

Paramètre	Modifiable sans à-coup Oui/non
IP	Non
NameOfStation	Non
RPC Parameters	Non

4.2.6.13.2.3 Paramètres de relation d'application (AR)

Le Tableau 70 présente la liste de tous les paramètres d'AR modifiables qu'un appareil d'entrée-sortie doit prendre en charge.

L'ajout ou la suppression de sous-modules modifie tous les champs (par exemple, ModuleIdentNumber, SubmoduleIdentNumber ...) qui contiennent des informations concernant les sous-modules utilisés.

Tableau 70 – Paramètres AR

Service, BlockType acc. Protocol	Paramètre	Modifiable sans à-coup Oui/non
Connect.req, ARBlockReq	ARType	Non
	ARUUID	Oui
	SessionKey	Oui
	CMInitiatorMACAdd	Non
	CMInitiatorObjUUID	Non
	ARProperties	—
	CombinedObjectContainer	Oui
	Autres	Non
	CMInitiatorActivityTimeoutFactor	Non
	CMInitiatorUDPRTPort	Oui
	StationNameLength	Non
	CMInitiatorStationName	Non
Connect.req, IOCRBlockReq	Number of IOCRBlocks	Oui
	IOCRType	Non
	IOCRReference	Oui
	LT	Non
	IOCRProperties (RTClass)	Non
	DataLength	Oui
	FrameID	Oui
	SendClockFactor	Non
	ReductionRatio	Oui
	Phase	Oui
	Sequence	Oui
	FrameSendOffset	Non
	DataHoldFactor	Oui
	IOCRTagHeader	Non
	IOCRMulticastMACAdd	Oui
	API	Oui
	SlotNumber	Oui
	SubslotNumber	Oui
	IODataObjectFrameOffset	Oui
Connect.req, ExpectedSubmodBlockReq	API	Oui
	SlotNumber	Oui
	ModuleIdentNumber	Oui

Service, BlockType acc. Protocol	Paramètre	Modifiable sans à-coup Oui/non
	ModuleProperties	Oui
	SubslotNumber	Oui
	SubmoduleIdentNumber	Oui
	SubmoduleProperties	Oui
Connect.req, AlarmCRBlock	AlarmCRTType	Non
	LT	Non
	AlarmCRProperties	Non
	RTATimeoutFactor	Oui
	RTARetries	Oui
	LocalAlarmReference	Oui
	MaxAlarmDataLength	Non
	AlarmCRTagHeaderHigh	Non
	AlarmCRTagHeaderLow	Non
Connect.req, SRInfoBlock	RedundancyDataHoldFactor (RDHF)	Oui
	SRProperties	Non

4.2.6.13.2.4 Paramètres PDEV

Le Tableau 71 présente la liste de tous les paramètres PDEV modifiables qu'un appareil d'entrée-sortie doit prendre en charge.

Tableau 71 – Paramètres PDEV

Enregistrement de données PDEV	Bloc de paramètres	Modification admise Oui/non
PDPortDataCheck	CheckPeers	Oui
	CheckLineDelay	Oui
	CheckMAUType	Oui
	CheckLinkState	Oui
	CheckSyncDifference	Oui
	CheckMAUTypeDifference	Oui
PDPortDataAdjust	AdjustDomainBoundary (Sync)	Non
	AdjustMulticastBoundary	Non
	AdjustMAUType	Oui ^a
	AdjustLinkState	Oui ^a
	AdjustPeerToPeerBoundary	Oui
	AdjustDCPBoundary	Oui
	AdjustPreambleLength	Non
PDPortFODDataAdjust	—	Oui
PDPortFODDataCheck	—	Oui
PDInterfaceFSUDDataAdjust	—	Non
PDInterfaceAdjust	—	Non

Enregistrement de données PDEV	Bloc de paramètres	Modification admise Oui/non
PDInterfaceMrpDataAdjust, PDInterfaceMrpDataCheck, PDPortMrpDataAdjust, PDPortMrpIcDataAdjust, PDPortMrpIcDataCheck	—	Non
PDIRData, PDSyncData, PDIRSubframeData	—	Non
PDNCDataCheck	—	Non
^a La désactivation d'accès ou la modification de MAUType provoque une interruption de liaison sur cet accès		

4.2.6.13.2.5 Paramètres de sous-modules

La capacité de modification avec ou sans à-coup des paramètres d'un sous-module spécifiques au profil ou au fournisseur relève de la responsabilité du fournisseur de l'appareil d'entrée-sortie.

4.2.6.14 Appareil d'E/S

4.2.6.14.1 Généralités

Le Tableau 72 contient les limitations pour les paramètres de temporisation AL d'un appareil d'entrée-sortie.

Tableau 72 – Temps de réaction pour un appareil d'entrée-sortie

Paramètre	Signification	Valeur
MinDeviceInterval ^a	Ce paramètre de performance est une Propriété de l'appareil d'entrée-sortie et fait partie intégrante de la description de l'appareil.	≤ 128 ms pour le CP 3/4, le CP 3/5 et le CP 3/7 ≤ 1 ms pour le CP 3/6
MinDeviceIntervalUDP	Ce paramètre de performance est une propriété de l'appareil d'entrée-sortie.	≤ 4 000 ms pour RT_CLASS_UDP
Remote_Application_Timeout ^b	Le paramètre Remote_Application_Timeout représente le délai d'un appel RPC.	≤ 300 s
Remote_Application_Ready_Timeout ^c	Le paramètre Remote_Application_Ready_Timeout représente le délai entre IODControlRes (ControlCommand.PrmEnd) et IOXControlReq (ControlCommand.Application-Ready).	≤ 300 s
AR_Resource_Release_Timeout	Le paramètre AR_Resource_Release_Timeout représente le délai entre IODReleaseRes et IODConnectReq.	≤ 100 ms recommandé ≤ 1 s obligatoire
Set_Usage_Time ^c	Durée maximale entre DCP_Set.rsp et l'utilisation des valeurs définies dans tous les protocoles impliqués. Pour la suite IP, voir IP_Startup_Time.	≤ 400 ms obligatoire
IP_Startup_Time ^c	Durée entre DCP_Set.rsp et l'accessibilité de la couche IP avec ARP ^d ou PROFINETIOServiceReqPDU.	≤ 30 s recommandée ≤ 300 s obligatoire
Reset_to_Factory_Time ^c	Durée entre DCP_Set.rsp et la suppression du nom de station et du paramètre IP.	≤ 30 s recommandée ≤ 300 s obligatoire
Autonegotiation timeout ^e	Durée entre l'établissement/détection de la connexion et l'activation des paramètres de communication pour la liaison.	≤ 3 s recommandée ≤ 30 s obligatoire

a	Voir l'ISO 15745-4/Amd1
b	Voir The Open Group – Publication C706
c	Voir l'IEC 61158-6-10. S'il est pris en charge, la valeur est également valide pour le contrôleur d'entrée-sortie.
d	Voir l'IETF RFC 826
e	Voir l'IEEE Std 802.3-2018.

Un appareil d'entrée-sortie doit prendre en charge au moins une combinaison *ReductionRatio* *SendClockFactor*, qui satisfait à la Formule (1).

$$\text{MinDeviceInterval} = \text{RR} \times \text{SCF} \times 31,25 \mu\text{s}$$

$$\text{RR} = \frac{\text{MinDeviceInterval}}{\text{SCF} \times 31,25 \mu\text{s}} \quad (1)$$

où

MinDeviceInterval est l'intervalle de communication obtenu;
SCF est l'attribut *SendClockFactor* (voir l'IEC 61158-5-10, *SendClockFactor*);
RR est l'attribut *ReductionRatio* (voir l'IEC 61158-5-10, *ReductionRatio*);
 31,25 μs est le débit d'horloge de base.

Chaque mise en œuvre d'un appareil d'entrée-sortie doit assurer que *MinDeviceInterval* et *Remote_Application_Timeout* atteignent la plus petite valeur possible.

Le *SCF* pris en charge conjointement avec le *MinDeviceInterval* limite le *RR* pris en charge d'un appareil.

Le GSD d'un appareil définit les attributs *ReductionRatio* et *SendClockFactor* pris en charge.

4.2.6.14.2 Temps de conservation des données (Data Hold Time)

Le *Data Hold Time* doit être calculé conformément à l'IEC 61158-6-10 et sa plage est présentée dans le Tableau 73.

Tableau 73 – Écart de Data Hold Time

Paramètre	Valeur	Signification
Écart de Data Hold Time	(Data Hold Time) minimal; (2 × Data Hold Time; 10 ms) maximal	La mise en œuvre doit tenter de rester le plus près possible de la valeur Data Hold Time minimale calculée. Elle ne doit pas dépasser la valeur maximale.

4.2.6.15 Ponts et stations d'extrémité

4.2.6.15.1 Délai PHY

Le Tableau 74 représente les valeurs attendues mesurées de SHIM à MDI.

Tableau 74 – Délai PHY attendu

Vitesse de liaison	Délai de réception ^a	Délai d'émission ^a	Gigue
10 Mbit/s – 1 Tbit/s	Obligatoire: < 1 µs Recommandée: < 500 ns	Obligatoire: < 1 µs Recommandée: < 500 ns	< 4 ns
10 Mbit/s Cas particulier: 10BaseT1L	Obligatoire: < 2 µs Recommandée: < 500 ns	Obligatoire: < 2 µs Recommandée: < 500 ns	< 4 ns
^a Si l'IEEE Std 802.3-2018 définit des valeurs inférieures, alors ces définitions s'appliquent. Les valeurs inférieures signifient des latences moindres.			

4.2.6.15.2 Délai de pontage

Le Tableau 75 représente les valeurs attendues dans des commutateurs multi-accès, mesurées de SHIM à SHIM pour Cut Through et Store&Forward.

Pour Store&Forward et Cut Through, ces valeurs doivent être obtenues pour des trames de 64 octets. Pour Store&Forward, les trames plus longues ne peuvent étendre ces valeurs que par le temps nécessaire pour les octets supplémentaires.

Pour Cut-Through, les trames plus longues peuvent étendre ces valeurs à un point spécifique à la mise en œuvre, à partir duquel le délai est indépendant de la longueur de trame.

Tableau 75 – Délai de pontage attendu

Vitesse de liaison	Exigence	Valeur	Commentaires
10 Mbit/s	Recommandé	< 54 µs	Mesure du délai de pontage entre SHIM et SHIM
	Obligatoire	< 60 µs	
100 Mbit/s	Recommandé	< 6 µs	
	Obligatoire	< 10 µs	
1 Gbit/s	Recommandé	< 2 µs	
	Obligatoire	< 4 µs	
2,5 Gbit/s	Recommandé	< 2 µs	
	Obligatoire	< 3 µs	
5 Gbit/s	Recommandé	< 2 µs	
	Obligatoire	< 3 µs	
10 Gbit/s	Recommandé	< 2 µs	
	Obligatoire	< 2 µs	
25 Gbit/s – 1 Tbit/s	Recommandé	< 2 µs	
	Obligatoire	< 3 µs	

4.2.7 Classes de redondance de support

Les classes de redondance de support sont les suivantes:

- **RED_CLASS_1:**
prévention de boucle et redondance en anneau pour les communications IEEE 802 et IETF combinées aux ajouts RT_CLASS_1 et RT_CLASS_UDP spécifiques à RTE.
Le comportement de classe permet de distinguer le gestionnaire (Anneau MRP et/ou Interconnexion MRP) et le client (Anneau MRP et/ou Interconnexion MRP) (voir l'IEC 61158-5-10, ASE de redondance de support);

- RED_CLASS_3:
prévention de boucle et redondance en anneau pour les communications IEEE 802 et IETF (déduites de RED_CLASS_1) combinées à une redondance en anneau de support sans à-coup pour RT_CLASS_3;
- RED_CLASS_STREAM:
prévention de boucle et redondance en anneau pour les communications IEEE 802 et IETF (déduites de RED_CLASS_1) combinées à une redondance de support sans à-coup pour RT CLASS STREAM.

NOTE 1 RED_CLASS_1 est appelé protocole de redondance de support (MRP) et utilisé conjointement avec RT_CLASS_1 et RT_CLASS_3. RED_CLASS_3 est appelé redondance du support pour la duplication planifiée (MRPD) et utilisé conjointement avec RT_CLASS_3.

NOTE 2 RED_CLASS_3 propose une redondance en anneau et nécessite un protocole pour la prévention de boucle. RED_CLASS_1 propose la prévention de boucle. C'est la raison pour laquelle RED_CLASS_3 hérite de RED_CLASS_1.

NOTE 3 RED_CLASS_STREAM propose une redondance de support et nécessite un protocole pour la prévention de boucle. RED_CLASS_1 propose la prévention de boucle. C'est la raison pour laquelle RED_CLASS_STREAM hérite de RED_CLASS_1.

La prise en charge de plusieurs anneaux, avec au moins 4 accès, est facultative; la prise en charge des extensions de codage et de diagnostic est recommandée.

La prise en charge de la redondance de support exige l'utilisation d'appareils comportant au moins 2 accès, dont l'utilisation est présentée dans le Tableau 76 et le Tableau 77.

Au moins un nœud dans un anneau doit prendre en charge le rôle de gestionnaire (Gestionnaire ou Gestionnaire (Auto)) si l'une des classes de redondance de support est utilisée.

Tableau 76 – Classe de redondance de support applicable dans les classes de conformité

Classes de redondance de support par rapport aux rôles	Classes de conformité					
	A	B	C		D	
	RED_CLAS S_1	RED_CLAS S_1	RED_CLAS S_1	RED_CLAS S_3	RED_CLAS S_1	RED_CLASS_STR EAM
MRC Client MRP	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif
MRM / MRA Gestionnaire MRP ou Gestionnaire Auto	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif
MIC Client d'interconne xion MRP	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif
MIM Gestionnaire d'interconne xion MRP	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif

Tableau 77 – Redondance de support – Règles de retransmission supplémentaires

Règles de retransmission supplémentaires	Classes de conformité							
	A		B		C		D	
	MRC Client MRP	MRM Gestionnaire MRP	MRC Client MRP	MRM Gestionnaire MRP	MRC Client MRP	MRM Gestionnaire MRP	MRC Client MRP	MRM Gestionnaire MRP
Pris en charge	Facultatif							

Le Tableau 78 présente les modes de démarrage MRP pour RED_CLASS_1 après PowerOn par rapport aux rôles pris en charge.

Tableau 78 – Mode de démarrage de redondance de support

MRC Client MRP	MRM Gestionnaire MRP	MRA Gestionnaire (Auto) MRP	Mode de démarrage possible	Mode de démarrage préférentiel
OUI	NON	NON	OFF (hors tension) ou Client	Client
OUI	OUI	NON	OFF ou Client ou Gestionnaire	Selon le produit, soit Client soit Gestionnaire
OUI	OUI	OUI	OFF ou Client ou Gestionnaire ou Gestionnaire (Auto)	Gestionnaire (Auto)

4.2.8 Classes de support

Les classes de support sont les suivantes:

- Filare
- Fibre optique
- Sans fil

NOTE Si une interface utilise la classe de support "sans fil", les définitions applicables à la classe de support "filaire" ne s'appliquent pas.

4.2.9 Enregistrements

4.2.9.1 Généralités

Le Tableau 79 indique un service de lecture d'enregistrement à version contrôlée.

Tableau 79 – "Lecture d'enregistrement" à version contrôlée

Service	Prise en charge	Signification
IODReadReqHeader avec BlockVersionLow:= 1	Obligatoire pour la classe de conformité D Facultatif pour les classes de conformité A/B/C	"Lecture d'enregistrement" à version contrôlée

4.2.9.2 Indice

Différents enregistrements sont associés aux classes de conformité A, B, C et D comme indiqué dans le Tableau 80, le Tableau 81, le Tableau 82, le Tableau 83, le Tableau 84, et le Tableau 85.

Tableau 80 – Indice (spécifique à l'utilisateur)

Valeur hexadécimale	Signification de l'indice	Classe de conformité							
		A		B		C		D	
		L	E	L	E	L	E	L	E
0 – 0x7FFF	RecordData spécifique à l'utilisateur	F / D		F / D		F / D		F / D	
L Lecture E Écriture F Facultatif D Défini par la GSD									

Une application d'appareil ne nécessite pas de générer des informations de diagnostic, de maintenance ou d'état outre les informations obligatoires définies. Cependant, les enregistrements de données 0x800A, 0x800B, 0x800C, 0x8010, 0x8011, 0x8012 et 0x8013 agissent comme un filtre pour l'ASE de diagnostic. Si l'ASE de diagnostic ne contient aucune information sur le ou les types demandés, l'enregistrement de données doit être retourné vide. Il n'est pas admis de spécifier que l'enregistrement n'existe pas.

Tableau 81 – Indice (spécifique au sous-ensemble)

Valeur hexadécimale	Signification de l'indice	Classe de conformité								Sous-modules applicables
		A		B		C		D		
		L	E	L	E	L	E	L	E	
0x8000	ExpectedIdentificationData pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x8001	RealIdentificationData pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x8002 – 0x8009	Réservé	—								—
0x800A	Diagnostic dans le codage de canal pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x800B	Diagnostic dans tous les codages pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x800C	Diagnostic, Maintenance, Qualifié et Etat pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x800D – 0x800F	Réservé	—								—
0x8010	Maintenance exigée dans le codage de canal pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x8011	Maintenance demandée dans le codage de canal pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x8012	Maintenance exigée dans tous les codages pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x8013	Maintenance demandée dans tous les codages pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x8014 – 0x801D	Réservé	—								—
0x801E	SubstituteValue pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Tous
0x801F	Réservé	—								—
0x8020	PDIRSubframeData pour un sous-ensemble	—		—		D		—		Interface

Valeur hexadécimale	Signification de l'indice	Classe de conformité								Sous-modules applicables
		A		B		C		D		
		L	E	L	E	L	E	L	E	
0x8021 – 0x8026	Réservé	—								—
0x8027	PDPortDataRealExtended pour un sous-ensemble	D	—	D	—	D	—	O	—	Accès
0x8028	RecordInputDataObjectElement pour un sous-ensemble ^a	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x8029	RecordOutputDataObjectElement pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0x802A	PDPortDataReal pour un sous-ensemble	F2	—	F2	—	F2	—	F2	—	Accès
0x802B	PDPortDataCheck pour un sous-ensemble Voir le Tableau 87	O		O		O		O		Accès
0x802C	PDIRData pour un sous-ensemble	—		—		O		—		Interface
0x802D	PDSyncData pour un sous-ensemble avec valeur 0 attribuée à SyncID	—		D		O		D		Interface
0x802E	Réservé (classique)	—								—
0x802F	PDPortDataAdjust pour un sous-ensemble Voir le Tableau 86	O		O		O		O		Accès
0x8030	IsochronousModeData pour un sous-ensemble	—		—		D		D		Tous
0x8031	PDTimeData pour un sous-ensemble	—		D		D		D		Interface
0x8032 – 0x804F	Réservé (classique)	—		—		—		—		—
0x8050	PDInterfaceMrpDataReal pour un sous-ensemble	D	—	D	—	D	—	D	—	Interface
0x8051	PDInterfaceMrpDataCheck pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Interface
0x8052	PDInterfaceMrpDataAdjust pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Interface
0x8053	PDPortMrpDataAdjust pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Accès
0x8054	PDPortMrpDataReal pour un sous-ensemble	D	—	D	—	D	—	D	—	Accès
0x8055	PDPortMrplcDataAdjust pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Accès
0x8056	PDPortMrplcDataCheck pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Accès
0x8057	PDPortMrplcDataReal pour un sous-ensemble	D	—	D	—	D	—	D	—	Accès
0x8058 – 0x805F	Réservé	—								—
0x8060	PDPortFODataReal pour un sous-ensemble	D	—	D	—	D	—	D	—	Accès
0x8061	PDPortFODataCheck pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Accès
0x8062	PDPortFODataAdjust pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Accès
0x8063	PDPortSFPDataCheck pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Accès
0x8064 – 0x806F	Réservé	—								—
0x8070	PDNCDataCheck pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Interface

Valeur hexadécimale	Signification de l'indice	Classe de conformité								Sous-modules applicables
		A		B		C		D		
		L	E	L	E	L	E	L	E	
0x8071	PDInterfaceAdjust pour un sous-ensemble	O		O		O		O		Interface
0x8072	PDPortStatistic pour un sous-ensemble	F	—	O	—	O	—	O	—	Interface, Accès
0x8073 – 0x807F	Réservé	—								—
0x8080	PDInterfaceDataReal pour un sous-ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—	Interface
0x8081 – 0x808F	Réservé	—								—
0x8090	PDInterfaceFSUDataAdjust	D		D		D		D		Interface
0x8091 – 0x909F	Réservé	—								—
0x80A0	Profils couvrant l'économie d'énergie – Record_0	D		D		D		D		Tous
0x80A1 – 0x80AE	Réservé aux profils couvrant l'économie d'énergie	—								—
0x80AF	PE_StatusData pour un sous-ensemble	D	—	D	—	D	—	D	—	Tous
0x80B0	CombinedObjectContainer	—	D	—	D	—	D	—	D	Tous
0x80B1 – 0x80BF	Réservé	—								—
0x80C0 – 0x80CE	Réservé aux profils couvrant le système de consignation	—								—
0x80CF	RS_AdjustObserver	D		D		D		D		Tous
0x80D0 – 0x80DF	Réservé aux profils couvrant le contrôle d'état	—								—
0x80E0 – 0x80EF	Réservé aux profils couvrant la sécurité fonctionnelle	D		D		D		D		Sécurité fonctionnelle
0x80F0	CIMNetConfDataReal	—		—		—		O		Interface
0x80F1	CIMStreamPathData	—		—		—		O		Interface
0x80F2	CIMSyncTreeData	—		—		—		O		Interface
0x80F3	CIMUploadNetworkAttributes	—		—		—		O		Interface
0x80F4	CIMExpectedNetworkAttributes	—		—		—		O		Interface
0x80F5	CIMNetConfDataAdjust	—		—		—		O		Interface
0x80F6 – 0x80FF	Réservé aux systèmes tenant compte du temps	—								—
0x8100 – 0x81FF	Réservé	—								—
0x8200	CIMSNMPAdjust pour un sous-ensemble	D		D		D		D		Interface
0x8201 – 0x82FF	Réservé	—								—
0x8300 – 0xAFEF	Réservé	—								—
0xAFF0	I&M0 ^b	O	—	O	—	O	—	O	—	Tous
0xAFF1	I&M1 ^{c d}	F	D	F	D	F	D	F	D	Tous
0xAFF2	I&M2 ^{c d}	F	D	F	D	F	D	F	D	Tous
0xAFF3	I&M3 ^{c d}	F	D	F	D	F	D	F	D	Tous
0xAFF4	I&M4 ^{c e}	F	D	F	D	F	D	F	D	Tous

Valeur hexadécimale	Signification de l'indice	Classe de conformité								Sous-modules applicables
		A		B		C		D		
		L	E	L	E	L	E	L	E	
0xAFF5	I&M5 ^f	F	—	F	—	F	—	F	—	Tous
0xAFF6 – 0xAFFF	I&M6 – I&M15	F		F		F		F		Tous
0xB000 – 0xBFFF	Réservé aux profils	F		F		F		F		Tous
L Lecture										
E Écriture										
O Obligatoire										
F Facultatif										
D Défini par la GSD										
F2 Facultatif, mais prise en charge recommandée pour des raisons de compatibilité										
^a Facultatif pour les sous-modules d'entrée sans données.										
^b Il convient que chaque sous-module contenant un micrologiciel prenne en charge cet enregistrement afin de fournir les informations de version définies.										
^c Si défini comme inscriptible par la GSD, alors également lisible.										
^d Obligatoire, lisible et inscriptible, pour au moins un sous-module, par exemple le sous-module d'interface.										
^e Traitement défini par la sécurité fonctionnelle, si utilisé pour les sous-modules de sécurité fonctionnelle.										
^f Utilisé comme extension I&M0.										

Tableau 82 – Indice (spécifique à l'ensemble)

Valeur hexadécimale	Signification de l'indice	Classe de conformité							
		A		B		C		D	
		L	E	L	E	L	E	L	E
0xC000	ExpectedIdentificationData pour un ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—
0xC001	RealIdentificationData pour un ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—
0xC002 – 0xC009	Réservé	—							
0xC00A	Diagnostic dans le codage de canal pour un ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—
0xC00B	Diagnostic dans tous les codages pour un ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—
0xC00C	Diagnostic, Maintenance, Qualifié et Etat pour un ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—
0xC00D – 0xC00F	Réservé	—							
0xC010	Maintenance exigée dans le codage de canal pour un ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—
0xC011	Maintenance demandée dans le codage de canal pour un ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—
0xC012	Maintenance exigée dans tous les codages pour un ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—
0xC013	Maintenance demandée dans tous les codages pour un ensemble	O	—	O	—	O	—	O	—
0xC014 – 0xCFFF	Réservé	—							
0xD000 – 0xDFFF	Réservé aux profils	F	—	F	—	F	—	F	—

L	Lecture
E	Écriture
O	Obligatoire
F	Facultatif
D	Défini par la GSD

Tableau 83 – Indice (spécifique à l'AR)

Valeur hexadécimale	Signification de l'indice	Classe de conformité							
		A		B		C		D	
		L	E	L	E	L	E	L	E
0xE000	ExpectedIdentificationData pour une AR	O	—	O	—	O	—	O	—
0xE001	RealIdentificationData pour une AR	O	—	O	—	O	—	O	—
0xE002	ModuleDiffBlock pour une AR	O	—	O	—	O	—	O	—
0xE003 – 0xE009	Réservé	—							
0xE00A	Diagnostic dans le codage de canal pour une AR	O	—	O	—	O	—	O	—
0xE00B	Diagnostic dans tous les codages pour une AR	O	—	O	—	O	—	O	—
0xE00C	Diagnostic, Maintenance, Qualifié et Etat pour une AR	O	—	O	—	O	—	O	—
0xE00D – 0xE00F	Réservé	—							
0xE010	Maintenance exigée dans le codage de canal pour une AR	O	—	O	—	O	—	O	—
0xE011	Maintenance demandée dans le codage de canal pour une AR	O	—	O	—	O	—	O	—
0xE012	Maintenance exigée dans tous les codages pour une AR	O	—	O	—	O	—	O	—
0xE013	Maintenance demandée dans tous les codages pour une AR	O	—	O	—	O	—	O	—
0xE014 – 0xE02F	Réservé	—							
0xE030	PE_EntityFilterData pour une AR	D	—	D	—	D	—	D	—
0xE031	PE_EntityStatusData pour une AR	D	—	D	—	D	—	D	—
0xE032 – 0xE03F	Réservé	—							
0xE040	MultipleWrite ^b	—	O	—	O	—	O	—	O
0xE041 – 0xE04F	Réservé	—							
0xE050	Classique Données ARFSUDDataAdjust ^a pour une AR	G ^a							
0xE051 – 0xE05F	Réservé à FastStartUp	—							
0xE060	RS_GetEvent	D	—	D	—	D	—	D	—
0xE061	RS_AckEvent	—	D	—	D	—	D	—	D
0xE062 – 0xEBFF	Réservé	—							
0xEC00 – 0xEFFF	Réservé aux profils	F	—	F	—	F	—	F	—

Tableau 85 – Indice (spécifique à l'appareil)

Valeur hexadécimale	Signification de l'indice	Classe de conformité							
		A		B		C		D	
		L	E	L	E	L	E	L	E
0xF800 – 0xF80B	Réservé	—							
0xF80C	Diagnostic, Maintenance, Qualifié et Etat pour un appareil	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF80D – 0xF81F	Réservé	—							
0xF820	ARData	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF821	APIData	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF822 – 0xF82F	Réservé	—							
0xF830	LogBookData	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF831	PDevData	—	—	F	—	F	—	F	—
0xF832 – 0xF83F	Réservé	—							
0xF840	I&M0FilterData ^a	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF841	PDRealData	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF842	PDExpectedData	O	—	O	—	O	—	O	—
0xF843 – 0xF84F	Réservé	—							
0xF850 – 0xF85F	Réservé	—							
0xF860	Communication contrôleur à contrôleur Téléchargement de GSD avec UploadBLOBQuery et UploadBLOB	D	—	D	—	D	—	D	—
0xF861	Communication contrôleur à contrôleur Info diagnostic imbriquée	D	—	D	—	D	—	D	—
0xF862 – 0xF86E	Réservé à Communication contrôleur à contrôleur 2...14	—							
0xF86F	Réservé à Communication contrôleur à contrôleur 15	D	—	D	—	D	—	D	—
0xF870	PE_EntityFilterData	D	—	D	—	D	—	D	—
0xF871	PE_EntityStatusData	D	—	D	—	D	—	D	—
0xF872 – 0xF87F	Réservé	—							
0xF880	AssetManagementData – Informations de gestion des actifs	D	—	D	—	D	—	D	—
0xF881 ^b	AssetManagementData – Informations de gestion des actifs	F	—	F	—	F	—	F	—
0xF882 ^b	AssetManagementData – Informations de gestion des actifs	F	—	F	—	F	—	F	—
0xF883 ^b	AssetManagementData – Informations de gestion des actifs	F	—	F	—	F	—	F	—
0xF884 ^b	AssetManagementData – Informations de gestion des actifs	F	—	F	—	F	—	F	—
0xF885 ^b	AssetManagementData – Informations de gestion des actifs	F	—	F	—	F	—	F	—
0xF886 ^b	AssetManagementData – Informations de gestion des actifs	F	—	F	—	F	—	F	—
0xF887 ^b	AssetManagementData – Informations de gestion des actifs	F	—	F	—	F	—	F	—
0xF888 ^b	AssetManagementData – Informations de gestion des actifs	F	—	F	—	F	—	F	—
0xF889 ^b	AssetManagementData – Informations de gestion des actifs	F	—	F	—	F	—	F	—
0xF88A – 0xF8EF	Réservé	—							
0xF8F0	Ajout de flux en utilisant UNIAddStreamReq et UNIAddStreamRsp	—	—	—	—	—	—	O	—
0xF8F1	RsiInstances	F	—	F	—	F	—	O	—
0xF8F2	Suppression de flux en utilisant UNIRemoveStreamReq et UNIRemoveStreamRsp	—	—	—	—	—	—	O	—

Valeur hexadécimale	Signification de l'indice	Classe de conformité							
		A		B		C		D	
		L	E	L	E	L	E	L	E
0xF8F3	Renouvellement de flux en utilisant UNIRenewStreamReq et UNIRenewStreamRsp	—		—		—		O	—
0xF8F4 – 0xF8FF	Réservé	—							
0xF900	Réservé à la sécurité CIMSecurityServiceBlock	D		D		D		D	
0xF901	CIMDCPSservice	D		D		D		D	
0xF902	CIMNetConfService	D		D		D		D	
0xF903 – 0xF91F	Réservé	—							
0xF920	CIMElectricPowerReal	D	—	D	—	D	—	D	—
0xF921 – 0xFBFE	Réservé	—							
0xFBFF	Indice de déclencheur pour la surveillance de connexion RPC	O		O		O		O	
0xFC00 – 0xFFFF	Réservé aux profils	F	—	F	—	F	—	F	—
L Lecture E Écriture O Obligatoire F Facultatif D Défini par la GSD									
^a Chaque entrée définit un propriétaire des données I&M de réponse. Les sous-modules non indiqués dans cette liste répondent aux valeurs de leur sous-module représentatif. ^b Chacun de ces enregistrements peut être disponible, mais doit être pris en charge uniquement lorsque 0xF880 est également disponible.									

4.2.9.3 Sous-blocs d'enregistrement

4.2.9.3.1 Généralités

Les définitions suivantes s'appliquent si le protocole est défini pour le type de MAU mis en œuvre sur l'accès concerné.

4.2.9.3.2 PDPortDataAdjust

Différents sous-blocs de l'enregistrement PDPortDataAdjust sont associés aux classes de conformité A, B et C présentées dans le Tableau 86.

Tableau 86 – PDPortDataAdjust (sous-blocs)

Valeur hexadécimale	Signification du sous-bloc	Classe de conformité							
		A		B		C		D	
		L	E	L	E	L	E	L	E
—	AdjustDomainBoundary	—		O ^a		O		O	
—	AdjustMulticastBoundary	—				O ^b			
—	AdjustMAUType			D		O ^g		O ^{g h}	
—	AdjustLinkState			D				O	
—	AdjustPeerToPeerBoundary	O ^c		O ^d				O ^e	
—	AdjustDCPBoundary					O			
—	AdjustPreambleLength	—				O ^f		—	
L Lecture E Écriture O Obligatoire F Facultatif D Défini par la GSD ^a Obligatoire si PTCP est pris en charge; spécifié de manière facultative par la GSD dans tout autre cas. ^b Obligatoire si la relation de communication de multidiffusion est prise en charge; spécifié de manière facultative par la GSD dans tout autre cas. ^c Seule la limite LLDP est obligatoire. ^d LLDP, et s'ils sont pris en charge, PTCP et IEEE Std 802.1AS-2020; ces limites sont obligatoires. ^e LLDP, PTCP, et s'il est pris en charge, IEEE Std 802.1AS-2020; ces limites sont obligatoires. ^f Obligatoire si la classe d'application Haute performance s'applique; spécifié de manière facultative par la GSD dans tout autre cas. ^g Obligatoire si le démarrage rapide est pris en charge; spécifié de manière facultative par la GSD dans tout autre cas. ^h Tout MAUType non IEEE Std 802.3-2018 doit être encodé en utilisant le format MAUTypeExtension									

4.2.9.3.3 PDPortDataCheck

Différents sous-blocs de l'enregistrement PDPortDataCheck sont associés aux classes de conformité A, B et C présentées dans le Tableau 87.

Tableau 87 – PDPortDataCheck (sous-blocs)

Valeur hexadécimale	Signification de l'indice	Classe de conformité							
		A		B		C		D	
		L	E	L	E	L	E	L	E
—	CheckPeers	O							
—	CheckLineDelay	—		O ^a		O			
—	CheckMAUType			D		O		O ^b	
—	CheckLinkState			D		O			
—	CheckSyncDifference	—		O ^a		O			
—	CheckMAUTypeDifference	O							
—	CheckMAUTypeExtension			D		D		O ^b	
L Lecture E Écriture O Obligatoire F Facultatif D Défini par la GSD									
^a Obligatoire si PTCP est pris en charge. ^b Tout MAUType non IEEE Std 802.3-2018 doit être encodé en utilisant le format MAUTypeExtension (par exemple POF).									

4.2.10 Liste des fonctionnalités de communication

Le Tableau 88 présente une liste des fonctionnalités de PROFINET.

Tableau 88 – Liste des fonctionnalités de communication

Entité	Classes de conformité			
	A	B	C	D
Fournisseur de relation de communication à multidestination (MCR – multicast communication relation)	Facultatif			
Appareil partagé	Facultatif			
Entrée partagée	Facultatif			
Démarrage rapide	Facultatif			
Accès à l'appareil	Facultatif			
Relation d'application du superviseur	Contrôleur d'entrée-sortie: — Appareil d'entrée-sortie: Recommandé			
Relation d'application implicite	Contrôleur d'entrée-sortie: Facultatif Appareil d'entrée-sortie: Obligatoire			
AutoNameOfStationAssignment Voir CTLDINA dans l'IEC 61158-6-10	Contrôleur d'entrée-sortie: Recommandé Appareil d'entrée-sortie: —			

4.3 Comportements de la classe de conformité

4.3.1 Généralités

Le contenu des classes de conformité est partiellement dérivé du projet IEC/IEEE 60802. Le CP 3/4, le CP 3/5, le CP 3/6 et le CP 3/7 spécifient les différentes classes de nœud dans les paragraphes de la CPF 3. Un profil de communication est associé à une classe de conformité. Les classes d'application sont sélectionnées dans la classe de conformité. La redondance de support est sélectionnée dans une classe de conformité.

Un appareil est construit sur la base d'une sélection de composants: application, profil PROFINET, bus PROFINET, station d'extrémité, pont et support, comme représenté à la Figure 6, la Figure 7 et la Figure 8.

Dans le présent document, les profils de communication suivants sont spécifiés pour la CPF 3:

- CP 3/4, voir le Tableau 89 et le Tableau 90 pour la classe de conformité A;
- CP 3/5, voir le Tableau 89 et le Tableau 90 pour la classe de conformité B;
- CP 3/6, voir le Tableau 89 et le Tableau 90 pour la classe de conformité C;
- CP 3/7, voir le Tableau 89 et le Tableau 90 pour la classe de conformité D.

Si un dispositif prend en charge la classe de conformité D en plus des classes de conformité A, B ou C, toutes les définitions de la classe de conformité D sont alors valides pour le fonctionnement des classes de conformité A, B et C.

Tableau 89 – Contrôleur d'entrée-sortie, appareil d'entrée-sortie, superviseur d'entrée-sortie, et entité de gestion réseau

—	CP 3/4	CP 3/5	CP 3/6	CP 3/7
Application	—	—	—	—
Profil PROFINET	—	—	—	—
Contrôleur d'entrée-sortie ^b Appareil d'entrée-sortie ^b Superviseur d'entrée-sortie ^b Entité de gestion réseau ^b	Voir 4.3.2	Voir 4.3.2	Voir 4.3.2	Voir 4.3.2
Station d'extrémité	Voir 4.3.3 ^{c d}	Voir 4.3.3	Voir 4.3.3	Voir 4.3.3
Pont ^a	Voir 4.3.4 ^c	Voir 4.3.4	Voir 4.3.4	Voir 4.3.4
^a Mis en œuvre dans le cas d'une station d'extrémité pontée. ^b Au moins une de ces fonctionnalités doit être mise en œuvre; plusieurs fonctionnalités peuvent être mises en œuvre. ^c Un accès peut prendre en charge une liaison sans fil. ^d Si SNMP est pris en charge (facultatif), les définitions de 4.3.3.2.2 s'appliquent.				

Tableau 90 – Composant de réseau

—	CP 3/4	CP 3/5	CP 3/6	CP 3/7
Application	—	—	—	—
Profil PROFINET	—	—	—	—
Contrôleur d'entrée-sortie	—	—	—	—
Appareil d'entrée-sortie				
Superviseur d'entrée-sortie				
Entité de gestion réseau				
Station d'extrémité	Voir 4.3.3	—	—	—
Pont ^a	Voir 4.3.4 et 4.3.5	—	—	—
^a Les supports filaires et les supports sans fil sont possibles.				

4.3.2 Contrôleur d'entrée-sortie, appareil d'entrée-sortie, superviseur d'entrée-sortie et entité de gestion réseau

Le Tableau 91 et le Tableau 92 présentent les exigences concernant les composants comportant une fonctionnalité de contrôleur, d'appareil ou de superviseur d'entrée-sortie.

Les classes de conformité sont disposées de sorte qu'une classe de conformité inférieure représente un sous-ensemble d'une classe de conformité supérieure, sauf pour la classe de conformité D. Ainsi, les appareils de classe supérieure sont interopérables avec les appareils de classe inférieure en utilisant les capacités de la classe inférieure uniquement.

Un sous-module particulier d'un appareil d'entrée-sortie peut forcer le contrôleur d'entrée-sortie à utiliser le fonctionnement en mode isochrone (indiqué avec l'attribut GSD IsochroneModeRequired) et par conséquent forcer le contrôleur d'entrée-sortie à utiliser la classe de conformité C ou D. Ce type d'appareil d'entrée-sortie équipé de ce sous-module n'est pas capable de fonctionner avec un contrôleur d'entrée-sortie prenant en charge uniquement les classes de conformité A et/ou B.

Tableau 91 – Comportements de la classe de conformité

Classes générales	Classes de conformité			
	A	B	C	D
CP	CP 3/4	CP 3/5	CP 3/6	CP 3/7
Classes d'application ^a (voir 4.2.3)	Voir 4.2.3			
Classes de communication ^b (voir 4.2.4)	Voir 4.2.4			
Liste des fonctionnalités de communication (voir 4.2.10)	Voir 4.2.10			
^a La sélection du fonctionnement en mode isochrone exige la prise en charge de la classe C ou de la classe D.				
^b Toutes les classes de conformité permettent de combiner une communication IETF avec les ajouts spécifiques au RTE. Les attributs RT_CLASS_x sont spécifiés dans l'IEC 61158-6-10, champ IOCRProperties.RTClass.				

Tableau 92 – Classes de nœud

Classe de nœud	Pris en charge	Vitesses de transmission	Signification
Contrôleur d'entrée-sortie	OUI	100 Mbit/s à 10 Gbit/s	—
Appareil d'entrée-sortie	OUI	10 Mbit/s à 10 Gbit/s	—
Superviseur d'entrée-sortie	OUI	100 Mbit/s à 10 Gbit/s	—
Entité de gestion réseau	OUI	100 Mbit/s à 10 Gbit/s	—

4.3.3 Composant station d'extrémité

4.3.3.1 Généralités

Il convient de limiter par milliseconde le trafic en temps différé local de chaque station d'extrémité selon le Tableau 93, afin d'éviter une surcharge du réseau.

Tableau 93 – Trafic local dépendant de la vitesse de liaison par interface Ethernet

Vitesse de liaison	Valeur principale CIR	Valeur principale CBS ^a	Valeur arithmétique	Signification
10 Mbit/s	2,5 Mbit/s	8 192 octets	312,5 octets/ms	La valeur réelle est configurée à l'aide du contrôle de porte et d'algorithmes de génération de trafic basés sur des files d'attente.
100 Mbit/s	25 Mbit/s	8 192 octets	3 125 octets/ms	
1 Gbit/s	250 Mbit/s	8 192 octets	31 250 octets/ms	
2,5 Gbit/s	non définie	non définie	non définie	Le calcul est effectué en appliquant les modèles définis dans le document MEF 10.4.
5 Gbit/s	non définie	non définie	non définie	
10 Gbit/s	non définie	non définie	non définie	

^a Mis en œuvre par quatre "buckets" CBS contenant chacun 2 048 octets.

Le nombre d'octets peut être calculé par la Formule (2).

$$\begin{aligned} \text{MaximumOctets} &= 1 \text{ ms} / \text{DurationOctet}[\text{Vitesse de liaison}] \\ 25 \% &= \text{MaximumOctets} / 4 \end{aligned} \quad (2)$$

où

MaximumOctets est le nombre maximal d'octets possible;

1 ms est l'intervalle d'observation;

DurationOctet[] est la durée d'un octet en fonction de la vitesse de transmission.

4.3.3.2 Entité de gestion du système

4.3.3.2.1 Généralités

La gestion du système est utilisée pour découvrir la topologie, obtenir un diagnostic de réseau et attribuer des noms aux appareils.

4.3.3.2.2 SNMPv1/v2 et MIB

Le Tableau 94 présente la sélection des fonctionnalités pour SNMP.

Tableau 94 – Sélection des fonctionnalités SNMP

Fonctionnalité	Prise en charge	Valeur	Signification
SNMPv1/v2	Oui	—	SNMP est utilisé pour la découverte de la topologie et l'identification des appareils Les accès prenant en charge la communication sans fil ne sont pas couverts par SNMP et les MIB.
IETF RFC 1213-MIB (MIB-2)	Oui	Voir Tableau 95	Utilisé pour le diagnostic réseau
LLDP-MIB LLDP-EXT-DOT1-MIB LLDP-EXT-DOT3-MIB LLDP-EXT-PNO-MIB	Oui	Voir le Tableau 96, le Tableau 97, le Tableau 98, le Tableau 99, le Tableau 100, le Tableau 101 et le Tableau 102	IEEE Std 802.1AB-2016, 11.3.1 en mode version 1 avec la MIB version 1. La prise en charge supplémentaire du mode version 2 et des MIB version 2 est facultative. Les OID présentés dans le Tableau 96, le Tableau 97, le Tableau 98, le Tableau 99, le Tableau 100, le Tableau 101 et le Tableau 102 doivent être pris en charge. Il convient de prendre en charge les autres OID des MIB référencés. Les extensions définies par l'IEC 61158-6-10 doivent être prises en charge.
IEEE 802.1AS-MIB	Facultatif	—	—
IEEE 802.1Q-BRIDGE-MIB	Facultatif	Voir Tableau 103	Utilisé pour le diagnostic réseau
PNO MIB	Facultatif	—	—

Tableau 95 – IETF RFC 1213 – Objets MIB (MIB-2)

Entrée arborescente OID	Identification d'objet	Signification
iso(1). org (3). dod(6). internet(1). mgmt(2). mib-2(1). system(1).	sysDescr(1), sysObjectID(2), sysUpTime(3), sysContact ^a (4), sysName ^a (5), sysLocation ^a (6), sysServices(7)	Obligatoire
iso(1). org (3). dod(6). internet(1). mgmt(2). mib-2(1). interfaces(2).	ifNumber	Obligatoire
iso(1). org (3). dod(6). internet(1). mgmt(2). mib-2(1). interfaces(2). ifTable(2). ifEntry.	ifIndex(1), ifDescr(2), ifType(3), ifMtu(4), ifSpeed(5), ifPhysAddress(6), ifAdminStatus(7), ifOperStatus(8)	Obligatoire
iso(1). org (3). dod(6). internet(1). mgmt(2). mib-2(1). interfaces(2). ifTable(2). ifEntry.	ifInOctets(10), ifInDiscards(13) ^b , ifInErrors(14) ^b , ifOutOctets(16), ifOutDiscards(19) ^b , ifOutErrors(20) ^b	Obligatoire ^c
^a Ces objets sont inscriptibles. ^b Il convient que ces objets soient pris en charge. ^c Ces objets doivent être pris en charge pour les accès physiques "Accès". Il convient par ailleurs qu'ils soient pris en charge par l'"Interface" d'accès de gestion.		

Tableau 96 – Objets LLDP-MIB – Page 1

Entrée arborescente OID	Identification d'objet	Signification
1.0.8802.1.1.2.1.1	lldpMIB.lldpObjects.lldpConfiguration	Obligatoire
1.0.8802.1.1.2.1.1.7	.lldpConfigManAddrTable	
1.0.8802.1.1.2.1.1.7.1	.lldpConfigManAddrEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.1.7.1.1	.lldpConfigManAddrPortsTxEnable	

Tableau 97 – Objets LLDP-MIB – Page 2

Entrée arborescente OID	Identification d'objet	Signification
1.0.8802.1.1.2.1.3	lldpMIB.lldpObjects.lldpLocalSystemData	Obligatoire
1.0.8802.1.1.2.1.3.1	.lldpLocChassisIdSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.3.2	.lldpLocChassisId	
1.0.8802.1.1.2.1.3.7	.lldpLocPortTable	
1.0.8802.1.1.2.1.3.7.1	.lldpLocPortTableEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.3.7.1.1	.lldpLocPortNum	
1.0.8802.1.1.2.1.3.7.1.2	.lldpLocPortIdSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.3.7.1.3	.lldpLocPortId	
1.0.8802.1.1.2.1.3.8	.lldpLocManAddrTable	
1.0.8802.1.1.2.1.3.8.1	.lldpLocManAddrTableEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.3.8.1.1	.lldpLocManAddrSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.3.8.1.2	.lldpLocManAddr	

Tableau 98 – Objets LLDP-MIB – Page 3

Entrée arborescente OID	Identification d'objet	Signification
1.0.8802.1.1.2.1.4	lldpMIB.lldpObjects.lldpRemoteSystemsData	Obligatoire
1.0.8802.1.1.2.1.4.1	.lldpRemTable	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1	.lldpRemEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.1	.lldpRemTimeMark	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.2	.lldpRemLocalPortNum	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.3	.lldpRemIndex	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.4	.lldpRemChassisIdSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.5	.lldpRemChassisId	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.6	.lldpRemPortIdSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.4.1.1.7	.lldpRemPortId	
1.0.8802.1.1.2.1.4.2	.lldpRemManAddrTable	
1.0.8802.1.1.2.1.4.2.1	.lldpRemManAddrEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.4.2.1.1	.lldpRemManAddrSubtype	
1.0.8802.1.1.2.1.4.2.1.2	.lldpRemManAddr	

Tableau 99 – Objets LLDP-EXT-PNO-MIB – Page 1

Entrée arborescente OID	Identification d'objet	Signification
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2	IldpMIB.IldpObjects.IldpExtensions.IldpXPnoMIB.IldpXPnoObjects.IldpXPnoLocalData	Obligatoire
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1	.IldpXPnoLocTable	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1.1	.IldpXPnoLocEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1.1.1	.IldpXPnoLocLPDValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1.1.2	.IldpXPnoLocPortTxDValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1.1.3	.IldpXPnoLocPortRxDValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.2.1.1.6	.IldpXPnoLocPortNoS	

Tableau 100 – Objets LLDP-EXT-PNO-MIB – Page 2

Entrée arborescente OID	Identification d'objet	Signification
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3	IldpMIB.IldpObjects.IldpExtensions.IldpXPnoMIB.IldpXPnoObjects.IldpXPnoRemoteData	Obligatoire
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1	.IldpXPnoRemTable	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1.1	.IldpXPnoRemEntry	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1.1.1	.IldpXPnoRemLPDValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1.1.2	.IldpXPnoRemPortTxDValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1.1.3	.IldpXPnoRemPortRxDValue	
1.0.8802.1.1.2.1.5.3791.1.3.1.1.6	.IldpXPnoRemPortNoS	

Tableau 101 – Objets LLDP-EXT-DOT3-MIB – Page 1

Entrée arborescente OID	Identification d'objet	Signification
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.2	IldpMIB.IldpObjects.IldpExtensions.IldpXdot3MIB.IldpXdot3Objects.IldpXdot3LocalData	Obligatoire
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.2.1.1.2	.IldpXdot3LocPortAutoNegEnabled	
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.2.1.1.4	.IldpXdot3LocPortOperMauType	

Tableau 102 – Objets LLDP-EXT-DOT3-MIB – Page 2

Entrée arborescente OID	Identification d'objet	Signification
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.3	IldpMIB.IldpObjects.IldpExtensions.IldpXdot3MIB.IldpXdot3Objects.IldpXdot3RemoteData	Obligatoire
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.3.1.1.2	.IldpXdot3RemPortAutoNegEnabled	
1.0.8802.1.1.2.1.5.4623.1.3.1.1.4	.IldpXdot3RemPortOperMauType	

Tableau 103 – Objets IEEE 802.1Q-BRIDGE-MIB

Entrée arborescente OID	Identification d'objet	Signification
iso(1). org(3). ieee(111). standards-association-numbers-series-standards(2). lan-man-stds(802). ieee802dot1(1). ieee802dot1mibs(1). ieee8021QBridgeMib(4). ieee8021QBridgeMibObjects(1). ieee8021QBridgeVlan(4). ieee8021QBridgePortVlanStatisticsTable(6)	ieee8021QBridgePortVlanStatisticsEntry ieee8021QBridgeTpVlanPortInFrames (1), ieee8021QBridgeTpVlanPortOutFrames (2), ieee8021QBridgeTpVlanPortInDiscards (3)	Facultatif ^a
^a Ces objets doivent être pris en charge pour les accès physiques "Accès". Il convient par ailleurs qu'ils soient pris en charge par l'"Interface" d'accès de gestion, avec tous les VLAN actifs.		

4.3.3.2.3 Modules NETCONF et YANG

Le Tableau 104 présente la sélection des fonctionnalités pour NETCONF.

Tableau 104 – Sélection des fonctionnalités NETCONF

Fonctionnalité	Prise en charge	Valeur	Signification
NETCONF	Facultatif	—	—
Modules YANG	Facultatif	—	—

4.3.3.3 IEC 61784-5-3

Voir 4.3.4.2.

4.3.3.4 IEEE Std 802.3-2018

Le Tableau 105 et le Tableau 106 présentent les fonctionnalités sélectionnées pour une interface Ethernet.

Tableau 105 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.3-2018

Fonctionnalité	C C A	C C B	C C C	C C D	Valeur	Signification
Type de MAU	Un ou plusieurs de				10 Mbit/s à 10 Gbit/s	Choisir parmi les types de MAU disponibles celui qui satisfait aux caractéristiques exigées. Lorsque l'autonégociation et l'autopolarité sont définies, elles doivent être prises en charge. Le bilan d'erreur de synchronisation doit être conservé. L'IEEE Std 802.1AB-2016 et l'IEEE Std 802.1AS-2020 doivent être prises en charge.
Taille maximale de trame	L	L	L	O	2 000 octets	Pour le CP 3/4, le CP 3/5 et le CP 3/6, une taille de trame maximale de 1 522 est acceptée.
Préemption	L	L	L	O	10 Mbit/s ^a à 1 Gbit/s	—
Préemption	L	L	L	L	2,5 Gbit/s à 10 Gbit/s	
Préemption MinimumInitial FragmentSize	L	L	L	O	64 octets	L'accès de transmission peut être bloqué pour (64 + 64) octets.
R Recommandé O Obligatoire						
^a 10 Mbit/s (10Base-T1L et autres prenant en charge les interfaces de couche PHY exigées) supplémentaires par rapport à l'IEEE Std 802.3-2018.						

Tableau 106 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.1Q-2018

Fonctionnalité	C C A	C C B	C C C	C C D	Valeur	Signification
Files d'attente	L	L	L	O	Huit	Station d'extrémité: Huit Pont: – huit files d'attente recommandées; – six files d'attente sont acceptables si la protection des ressources de pont pour le trafic hors flux est assurée. – CP 3/4 et CP 3/5: – au moins deux files d'attente, huit files d'attente recommandées. – CP 3/4 et CP 3/5: – au moins quatre files d'attente, huit files d'attente recommandées.

Fonctionnalité	C C A	C C B	C C C	C C D	Valeur	Signification
Identification VLAN	L	L	L	O	Au moins cinq	Station d'extrémité: – Cinq – CP 3/4: – il convient que l'émetteur prenne en charge une balise VLAN et le récepteur doit prendre en charge une balise VLAN; – si la pile UDP/IP utilisée ne fournit pas de prise en charge des balises VLAN, les trames IP peuvent être transmises sans balise VLAN. – CP 3/5 et CP 3/6: – l'expéditeur doit prendre en charge une balise VLAN et le récepteur doit prendre en charge une balise VLAN; – si la pile UDP/IP utilisée ne fournit pas de prise en charge des balises VLAN, les trames IP peuvent être transmises sans balise VLAN. Pont: Huit
VID utilisés pour les flux	L	L	L	O	Au moins quatre	—
VID utilisés pour les absences de flux	L	L	L	O	Au moins un	Station d'extrémité: Un Pont: Quatre
Taille de FDB pour les flux Paragraphe 8.8	L	L	L	O	Selon le nombre de flux pris en charge	Station d'extrémité: Selon le nombre de flux pris en charge Pont: Au moins 2 048 entrées statiques par VID de flux ou 8 192 pour tous les VID de flux
Taille de FDB pour les absences de flux Paragraphe 8.8	L	L	L	O	Selon le nombre de protocoles pris en charge	Station d'extrémité: Selon le nombre de protocoles pris en charge Pont: Au moins 2 048 entrées apprises ou statiques pour tous les VID hors flux
Commande de sélection de transmission Paragraphe 8.6.8	L	L	L	O	Priorité stricte, améliorations pour la sélection d'émission	Station d'extrémité: Priorité stricte, améliorations pour la sélection d'émission Pont: Priorité stricte
Trafic planifié Paragraphe 8.6.9 et 8.6.8.4	L	L	L	O	10 Mbit/s à 10 Gbit/s	Station d'extrémité: – tous obligatoires – Obligatoire: Pour l'IEEE Std 802.1AS-2020, maintien de ClockTarget conformément à 4.2.2.1 1) a) et b), et 2) a) et b); – recommandé: Pour l'IEEE Std 802.1AS-2020, maintien de ClockTarget conformément à 4.2.2.1 1) c), et 2) c); – facultatif: Pour l'IEEE Std 802.1AS-2020, maintien de ClockTarget conformément à 4.2.2.1 1) d), et 2) d). Pont: Seul 100 Mbit/s est obligatoire

Fonctionnalité	C C A	C C B	C C C	C C D	Valeur	Signification
Entrées de la liste de contrôle de porte Paragraphe 8.6.8.4	L	L	L	O	Au moins huit	Station d'extrémité: Huit Pont: Trois
Granularité des tops Paragraphe 8.6.8.4	L	L	L	O	≤ 10 ns	—
Nombre d'événements Hold & Release Paragraphe 12.30.1	L	L	L	O	Un et un	Station d'extrémité: Un et un, si nécessaire Pont: Un et un
Plage de temps de cycle d'administration Paragraphe 8.6.8.4	L	L	L	O	31,25 μs à 1 ms par pas de 31,25 μs 25 μs à 1 ms par pas de 25 μs	Station d'extrémité: Sélection hors de cette plage; selon les exigences d'application; 1 ms obligatoire Pont: Sélection hors de cette plage; selon les exigences d'application; 1 ms obligatoire
Points de temporisation pour le trafic planifié Paragraphe 12.29.2	L	L	L	O	≤ 10 ns	Station d'extrémité: Contrôle du décalage tenant compte du temps Pont: Liste de contrôle de porte et Cycle de déclenchement de porte
Écart minimal pour la transmission de trames consécutives	L	L	L	O	IPG	Temps de 96 bits Il convient d'effectuer l'essai de cette valeur en vérifiant selon la formule suivante: IPG de fonctionnement ≤ IPG administratif + temps de 8 bits
Écart maximal pour la transmission de trames consécutives	L	L	L	O	IPG	Temps de 2 000 bits Il convient d'effectuer l'essai de cette valeur en vérifiant selon la formule suivante: IPG de fonctionnement ≤ IPG administratif + temps de 8 bits
Préemption Paragraphe 6.7.2	L	L	L	O	10 Mbit/s à 1 Gbit/s	—
Préemption Paragraphe 6.7.2	L	L	L	L	2,5 Gbit/s à 10 Gbit/s	—
Transfert de ressources	Voir Tableau 93				—	—
R Recommandé O Obligatoire						

4.3.3.5 IEEE Std 802.1AB-2016

Voir 4.3.4.5.

4.3.3.6 IEEE Std 802.1AS-2020

Voir 4.3.4.6.

4.3.3.7 IEEE Std 802.1CB-2017

Voir 4.3.4.7.

4.3.3.8 IEEE Std 802.1Q-2018

Voir 4.3.4.8.

4.3.3.9 Transmission à la volée

Voir 4.3.4.9.

4.3.3.10 IEEE Std 802.11-2020 ou IEEE Std 802.15.1-2005

Voir 4.3.4.10.

4.3.4 Composant pont**4.3.4.1 Généralités**

Les composants pont et les stations d'extrémité pontées (voir Figure 2) selon l'IEEE Std 802.1Q-2018 et l'IEEE Std 802.3-2018 peuvent héberger les classes de nœud présentées dans le Tableau 107.

Tableau 107 – Classes de nœud pour les ponts

Classe de nœud	Prise en charge	Vitesses de transmission	Signification
Station d'extrémité	OUI	Interne	La connexion interne entre le composant station d'extrémité et le composant pont peut utiliser n'importe quelle vitesse de liaison adaptée.
Pont	OUI	10 Mbit/s à 10 Gbit/s	—

Le Tableau 108 et le Tableau 109 présentent les exigences relatives aux ponts si différentes vitesses de liaison sont utilisées avec des systèmes tenant compte du temps.

Tableau 108 – Vitesse de liaison simultanée prise en charge pour les ponts

Accès A	Accès B					
	10 Mbit/s	100 Mbit/s	1 Gbit/s	2,5 Gbit/s	5 Gbit/s	10 Gbit/s
10 Mbit/s	Obligatoire	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif
100 Mbit/s	Facultatif	Obligatoire	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif
1 Gbit/s	Facultatif	Facultatif	Obligatoire	Facultatif	Facultatif	Facultatif
2,5 Gbit/s	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Obligatoire	Facultatif	Facultatif
5 Gbit/s	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Obligatoire	Facultatif
10 Gbit/s	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Obligatoire

Tableau 109 – Composants pont IEEE Std 802.1Q-2018 pour la classe de conformité D

Vitesse de transmission	IEC 61158-x-10	IEEE Std 802.1Q-2018 IEEE Std 802.3-2018	IEEE Std 802.1Q-2018 IEEE Std 802.1AS-2020
	Transmission à la volée ^a	Préemption	Trafic planifié
10 Mbit/s	OUI ^b	OUI	OUI
100 Mbit/s	OUI ^b	OUI	OUI
1 Gbit/s	OUI ^b	OUI	Facultatif
2,5 Gbit/s	Facultatif	Facultatif	Facultatif
5 Gbit/s	Facultatif	Facultatif	Facultatif
10 Gbit/s	Facultatif	Facultatif	Facultatif
^a Transmission à la volée directe et retardée pour toutes les files d'attente et tous les accès.			
^b Doit être pris en charge par des composants pont dotés de deux accès visibles externes et il convient qu'ils soient pris en charge par tous les autres composants pont.			

4.3.4.2 IEC 61784-5-3

Le Tableau 110 présente la sélection des fonctionnalités issues de l'IEC 61784-5-3.

Tableau 110 – Sélection des fonctionnalités issues de l'IEC 61784-5-3

Fonctionnalité	Prise en charge	Valeur	Signification
Installation	Oui	—	Les règles relatives à l'installation, au câblage et aux connecteurs s'appliquent. Non applicable aux connexions sans fil.
Classes de support	Oui	Voir 4.2.8	CP 3/4: Liaison sans fil sélectionnable

4.3.4.3 IEC 62439-2

Le Tableau 111 présente la sélection des fonctionnalités issues de l'IEC 62439-2.

Tableau 111 – Sélection des fonctionnalités issues de l'IEC 62439-2

Fonctionnalité	Prise en charge	Valeur	Signification
Classes de redondance de support	Facultatif	Voir 4.2.7	Il est recommandé de mettre en œuvre au moins la prévention de boucle.

4.3.4.4 Ressources de pont

4.3.4.4.1 Généralités

Chaque composant pont doit prendre en charge la retransmission de la vitesse filaire simultanément pour tous les accès sous une charge nette de 100 %.

Cette configuration doit être applicable avec 100 % de la largeur de bande simultanément sur tous les accès des trames de taille plus petite.

Il est obligatoire que la retransmission de la protection/de la réservation des ressources s'effectue comme spécifié pour les files d'attente prises en charge.

La Formule (3) s'applique au calcul de la mémoire de pont. Elle prend pour hypothèse que tous les accès utilisent la même vitesse de liaison et qu'un pont met en œuvre une gestion globale des ressources de trame.

$$\text{MinimumFrameMemory} = (\text{NumberOfPorts} - 1) \times \text{MaxPortBlockingTime} \times \frac{1}{\text{Duration[Vitesse de transmission]}} \quad (3)$$

où

<i>MinimumFrameMemory</i>	est la quantité minimale de tampon de trame nécessaire pour éviter la perte de trames du trafic hors flux engendrée par des flux bloquant des accès de sortie;
<i>NumberOfPorts</i>	est le nombre d'accès du pont sans l'accès de gestion;
<i>MaxPortBlockingTime</i>	est le temps de blocage maximal des accès prévu en raison de flux par milliseconde;
<i>Duration[Data rate]</i>	est la longueur d'un octet pour la vitesse de transmission prévue des accès.

4.3.4.4.2 CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 et CP 3/7

Un composant pont doit prendre en charge la mise en mémoire tampon de toutes les données conformément au Tableau 112 avec une option pour le CP 3/4 et le CP 3/5 indiquée dans le Tableau 113. Cette configuration doit être applicable avec 100 % de la largeur de bande simultanément sur tous les accès des trames de taille plus petite.

Si le CP 3/4, le CP 3/5, le CP 3/6 et le CP 3/7 sont pris en charge, les valeurs les plus élevées s'appliquent.

Tableau 112 – Capacité de mise en mémoire tampon par accès

Capacité de mise en mémoire tampon par accès ("ressources de retransmission" disponibles)	Valeur [Files d'attente hors flux]			Valeur ^a [Files d'attente de flux]	Signification
10 Mbit/s	5 120 octets			5 120 octets	Utilisé pour la mise en mémoire tampon de trames au niveau de l'accès de retransmission.
100 Mbit/s	CP 3/4 et CP 3/5	Recommandé	6 400 octets	6 400 octets	Utilisé pour la mise en mémoire tampon de trames au niveau de l'accès de retransmission.
		Obligatoire	10 240 octets		
	CP 3/6	Recommandé	1 ms ^b	6 400 octets	Utilisé pour la mise en mémoire tampon de trames au niveau de l'accès de retransmission.
		Obligatoire	500 µs ^c		
	CP 3/7	6 400 octets		6 400 octets	Utilisé pour la mise en mémoire tampon de trames au niveau de l'accès de retransmission.
1 Gbit/s	25 600 octets			25 600 octets	Utilisé pour la mise en mémoire tampon de trames au niveau de l'accès de retransmission.
2,5 Gbit/s	32 000 octets			32 000 octets	Utilisé pour la mise en mémoire tampon de trames au niveau de l'accès de retransmission.

Capacité de mise en mémoire tampon par accès ("ressources de retransmission" disponibles)	Valeur [Files d'attente hors flux]	Valeur ^a [Files d'attente de flux]	Signification
5 Gbit/s	32 000 octets	32 000 octets	Utilisé pour la mise en mémoire tampon de trames au niveau de l'accès de retransmission.
10 Gbit/s	64 000 octets	64 000 octets	Utilisé pour la mise en mémoire tampon de trames au niveau de l'accès de retransmission.

^a Optimisations possibles pour les stations d'extrémité pontées.

^b Équivalent à 12 800 octets.

^c Équivalent à 6 400 octets.

Tableau 113 – Cas particulier: capacité de mise en mémoire tampon pour huit accès et plus

Capacité de mise en mémoire tampon ("ressources de retransmission" disponibles)	Valeur [Files d'attente hors flux]	Valeur [Files d'attente de flux]	Signification
100 Mbit/s	CP 3/4 et CP 3/5	81 920 octets	Utilisé pour la mise en mémoire tampon de trames pour tous les accès de retransmission.

4.3.4.5 IEEE Std 802.1AB-2016

Le Tableau 114 présente la sélection des fonctionnalités issues de l'IEEE Std 802.1AB-2016.

Tableau 114 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.1AB-2016

Fonctionnalité	C C A	C C B	C C C	C C D	Valeur	Signification
TLV	O	O	O	O	IEC 61158-6-10	les TLV spécifiés dans l'IEC 61158-6-10 doivent être pris en charge.
Action/mode "Émettre lors d'une modification de données"	O	O	O	O	Le paragraphe 9.2.5.20 a défini la variable txNow:= TRUE	Les fonctionnalités spécifiées dans l'IEC 61158-6-10 doivent être prises en charge.
MIB	L	O	O	L	IEC 61158-6-10	Les fonctionnalités spécifiées dans l'IEC 61158-6-10 doivent être prises en charge. Station d'extrémité: - CP 3/4: - Au moins l'envoi et la réception de trames LLDP doivent être pris en charge.

R Recommandé
O Obligatoire

4.3.4.6 IEEE Std 802.1AS-2020

Le Tableau 115 présente la sélection des fonctionnalités issues de l'IEEE Std 802.1AS-2020.

Tableau 115 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.1AS-2020

Fonctionnalité	C C A	C C B	C C C	C C D	Valeur	Signification
Mode SyncLocked	O	O	O	O	Pris en charge	Chaque relais PTP doit prendre en charge ce mode.
Intervalle d'envoi de synchronisation pour l'horloge de travail	L	L	L	O	31,25 ms	Doit prendre en charge 125 ms supplémentaires
Intervalle d'envoi de synchronisation pour le temps global	L	L	L	O	125 ms	—
Intervalle d'envoi Pdelay	L	L	L	O	250 ms à 1 s	Doit prendre en charge 31,25 ms supplémentaires Pour accélérer l'obtention de la qualité de mesure exigée, 250 ms pendant les 5 premières secondes. Après 5 s, passage à la valeur par défaut de 1 s.
Domaine gPTP Horloge de travail	L	L	L	O	Au moins un	—
Domaine gPTP Temps global	L	L	L	L	Au moins un	—
Redondance BMCA (veille à froid) Temps global	L	L	L	L	Prise en charge	Le support de BMCA dans les ponts est obligatoire.
Arbres de synchronisation gérés en externe	L	L	L	O	Pris en charge	—
Message "d'annonce" horloge de travail	L	L	L	O	Pris en charge	—
Message "d'annonce" temps global	L	L	L	O	Pris en charge	—
Message de "signalisation" (paragraphe 10.6.4)	F	F	F	F	Pris en charge	—
Compatibilité GPTP	L	L	L	L	Prise en charge	—
Bilan d'erreurs Instance de fin PTP	O	O	O	O	cTE -5 ns/ +5 ns dTE -50 ns/ +50 ns	Avec en outre le transfert de temps de ClockSource à ClockMaster cTE -10 ns/ +10 ns dTE -20 ns/ +20 ns Avec en outre le transfert de temps de ClockSlave à ClockTarget cTE -10 ns/ +10 ns dTE -20 ns/ +20 ns
Bilan d'erreurs Relais PTP	O	O	O	O	cTE -10 ns/ +10 ns dTE -5 ns/ +5 ns	—

Fonctionnalité	C C A	C C B	C C C	C C D	Valeur	Signification
Bilan d'erreurs Liaison PTP	O	O	O	O	cTE -10 ns/ +10 ns dTE -5 ns/ +5 ns	—
F Facultatif R Recommandé O Obligatoire						

4.3.4.7 IEEE Std 802.1CB-2017

Le Tableau 116 présente la sélection des fonctionnalités issues de l'IEEE Std 802.1CB-2017.

Tableau 116 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.1CB-2017

Fonctionnalité	C C A	C C B	C C C	C C D	Valeur	Signification
Identification du flux Flux nul (basé sur DMAC + TCI.VID) Paragraphe 6.4	L	L	L	O	Prise en charge	Station d'extrémité: Prise en charge si la redondance sans à-coup est prise en charge Pont: Prise en charge si la redondance sans à-coup dans le réseau, par exemple avec des anneaux couplés, est prise en charge
Identification du flux IP Paragraphe 6.7	L	L	L	L	Prise en charge	—
FRER Balise 1CB prise en charge	L	L	L	L	Prise en charge	Station d'extrémité: Prise en charge si la redondance sans à-coup est prise en charge Pont: Prise en charge si la redondance sans à-coup dans le réseau, par exemple avec des anneaux couplés, est prise en charge
FRER Prise en charge de la balise spécifique au fournisseur	L	L	L	L	Prise en charge	Station d'extrémité: Prise en charge si la redondance sans soudure est prise en charge sur la base de la MRPD Pont: —
Traduction de flux Identification DMAC et VLAN active Paragraphe 6.6	L	L	L	L	Prise en charge sur l'accès d'entrée	Station d'extrémité: — Pont: 64 entrées pour le tableau de traduction; Chaque entrée doit être capable de traduire DA-MAC, TCI.VID et TCI.PCP pour un flux identifié
R Recommandé O Obligatoire						

4.3.4.8 IEEE Std 802.1Q-2018

Le Tableau 106 et le Tableau 117 présentent la sélection des fonctionnalités issues de l'IEEE Std 802.1Q-2018.

Tableau 117 – Sélection des fonctionnalités IEEE Std 802.1Q-2018

Fonctionnalité	C C A	C C B	C C C	CC D	Valeur	Signification
Arbre de recouvrement Article 13	L	L	L	O	RSTP utilisé pour IST et CIST	Station d'extrémité: — Pont: - Assurer la topologie sans boucle pour les VID hors flux - MRP de l'IEC 62439-2: facultatif
Limiteur de débit d'entrée / Classification et mesure du flux Paragraphe 8.6.5	L	L	L	O	Transition entre accès aux limites ou entre vitesses de liaison: Une enveloppe avec - un filtre de diffusion individuelle - un filtre de multidiffusion - un filtre de diffusion générale Facultatif: Une deuxième enveloppe avec - deux filtres de diffusion individuelle	Station d'extrémité: — Pont: - Trois, cinq ou huit limiteurs de débit d'entrée par port externe (ou davantage) - Obligatoire si MAUTypeExtension:=APL est pris en charge
Modification de la trame d'entrée et de sortie Régénération de priorité (PCP) Paragraphe 6.9.4	L	L	L	O	Prise en charge	Station d'extrémité: — Pont: L'ensemble des huit valeurs PCP
Modification de la trame d'entrée et de sortie Entrelacement et ajout de VLAN Paragraphe 6.9 et 8.8.2	L	L	L	O	Prise en charge	Station d'extrémité: — Pont: L'ensemble des huit valeurs VID
Pont/Transfert de ressources	O	O	O	O	Voir 4.3.4.3	—

4.3.4.9 Transmission à la volée

Le Tableau 118 présente les fonctionnalités choisies à partir de la fonctionnalité de transmission à la volée.

Tableau 118 – Sélection des fonctionnalités pour la transmission à la volée

Fonctionnalité	C C A	C C B	C C C	CC D	Valeur	Signification
Transmission à la volée	L	L	O	L	Prise en charge	Station d'extrémité: — Pont: Voir l'IEC 61784-6-10, Annexe Y

4.3.4.10 IEEE Std 802.11-2020 ou IEEE Std 802.15.1-2005

Le Tableau 119 présente la sélection des fonctionnalités pour un support sans fil.

Tableau 119 – Sélection des fonctionnalités pour un support sans fil

Fonctionnalité	Prise en charge	Valeur	Signification
IEEE Std 802.11-2020	Facultatif	—	SNMPv1/v2 n'est pas défini pour une liaison sans fil
IEEE Std 802.15.1-2005	Facultatif	—	SNMPv1/v2 n'est pas défini pour une liaison sans fil

4.3.5 Composants de réseau

Le Tableau 120, le Tableau 121 et le Tableau 122 présentent les exigences relatives aux composants de réseau, qui correspondent aux ponts, aux points d'accès sans fil, aux clients sans fil ou aux routeurs de réseau cellulaire.

Tableau 120 – Classes de nœud pour les composants de réseau

Classe de nœud	Prise en charge	Vitesses de transmission	Signification
Station d'extrémité	OUI	Interne	La connexion interne entre le composant station d'extrémité et le composant pont peut utiliser n'importe quelle vitesse de liaison adaptée.
Pont	OUI	10 Mbit/s à 10 Gbit/s	Les taux de données pour les ports prenant en charge des connexions sans fil peuvent différer.

Tableau 121 – Contraintes de la classe de conformité – Support filaire

Support	Classe de conformité	Signification
Composants de réseau Filaire	CP 3/4	Prise en charge de 4.3.4; Au moins deux files d'attente doivent être prises en charge, huit sont recommandées; Si SNMP est pris en charge (facultatif), alors les définitions de 4.3.3.2.2 s'appliquent; La prise en charge de l'IEEE Std 802.1AB-2016 est recommandée, la transmission des trames LLDP est obligatoire; La prise en charge de l'IEEE Std 802.1AS-2020 est recommandée; La prise en charge de RSTP/MSTP ou de MRP est facultative.

Tableau 122 – Contraintes de la classe de conformité – Support sans fil

Support	Classe de conformité	Signification
Composants de réseau Sans fil	CP 3/4	Voir 4.3.4; au moins quatre files d'attente doivent être prises en charge;

4.3.6 Interconnexion

Les composants de réseau peuvent faire office de nœuds terminaux d'un réseau CP 3/6 ou CP 3/7 pour connecter des appareils CP 3/4 ou CP 3/5 sans perdre les capacités de la classe de conformité C ou D.

Un exemple de connexion de CP 3/4, CP 3/5 et CP 3/6 est représenté à la Figure 9.

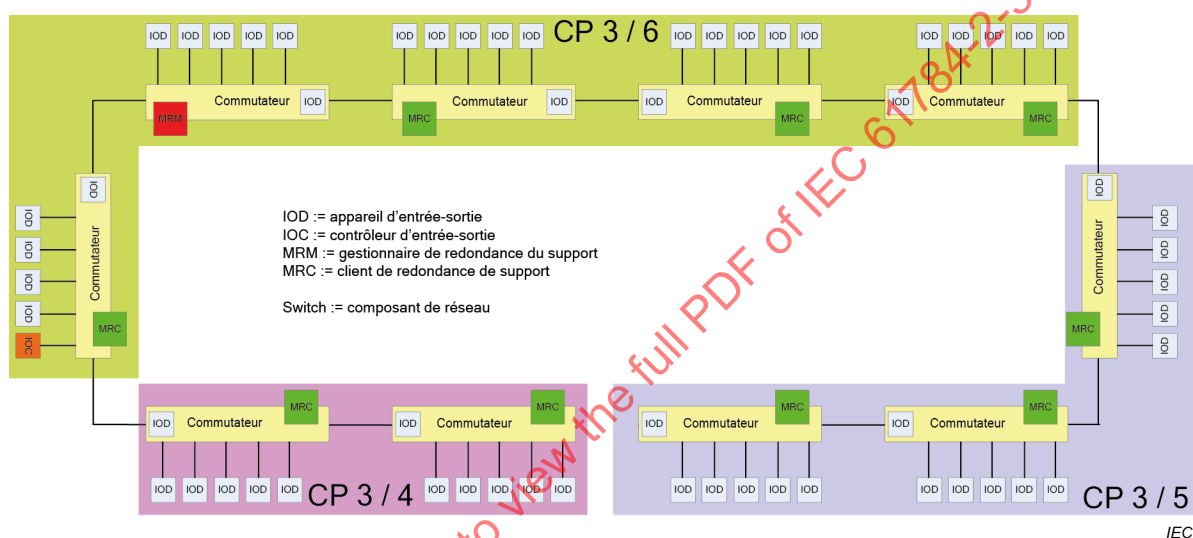


Figure 9 – Exemple de topologie de réseau utilisant des composants CP 3/4, CP 3/5 et CP 3/6

Un exemple de connexion de CP 3/4, CP 3/5 et CP 3/7 est représenté à la Figure 10.

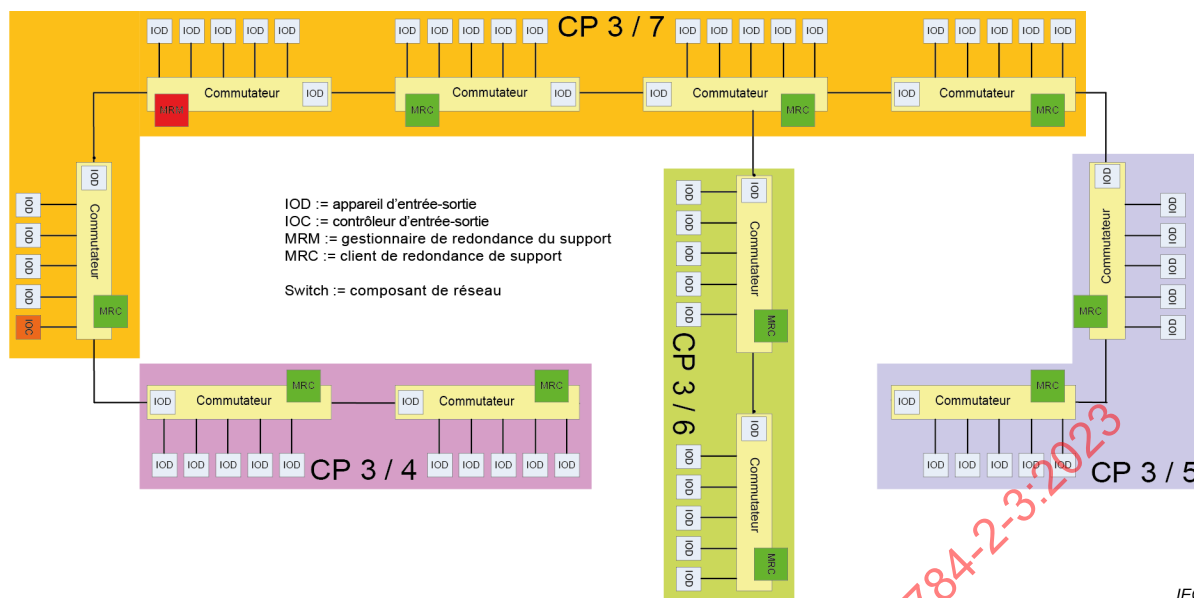


Figure 10 – Exemple de topologie de réseau utilisant les composants CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6 et CP 3/7

4.4 Profil 3/4

4.4.1 Couche physique

4.4.1.1 Classe de support filaire et fibre optique

La couche physique doit être conforme à l'IEEE Std 802.3-2018 et au Tableau 92.

4.4.1.2 Classe de support sans fil

La couche physique doit être une sélection de l'IEEE Std 802.11-2020 et de l'IEEE Std 802.15.1-2005.

Si l'IEEE Std 802.11-2020 est sélectionnée, alors la vitesse de transmission des données doit être conforme à l'IEEE Std 802.11-2020 et éventuellement à l'IEEE Std 802.11n-2009. Sinon, elle doit être conforme à l'IEEE Std 802.15.1-2005.

4.4.2 Couche liaison de données

4.4.2.1 Généralités

Il convient de limiter par milliseconde le trafic en temps différé local de chaque nœud selon le Tableau 93, afin d'éviter une surcharge du réseau.

4.4.2.2 Classe de support filaire et fibre optique

La couche liaison de données doit être conforme à l'IEEE Std 802.3-2018, l'IEEE Std 802.1AB-2016 et l'IEEE Std 802.1Q-2018.

Toutes les bases d'informations de gestion (MIB) sont facultatives.

4.4.2.3 Classe de support sans fil

La couche liaison de données doit être une sélection de l'IEEE Std 802.11-2020 ou de l'IEEE Std 802.15.1-2005.

Les appareils de la classe de support sans fil utilisant la couche physique IEEE Std 802.15.1-2005 doivent prendre en charge le saut de fréquence adaptatif (AFH, Adaptive Frequency Hopping). De plus, ces appareils doivent fournir des moyens d'exclure en permanence les fréquences utilisées par les systèmes IEEE Std 802.11-2020 de leur séquence de saut.

Toutes les bases d'informations de gestion (MIB) sont facultatives.

4.4.3 Couche application

4.4.3.1 Sélection des services AL

4.4.3.1.1 Appareil d'entrée-sortie

Les services de couche application pour un appareil d'entrée-sortie sont définis dans l'IEC 61158-5-10. Le Tableau 123 utilise pour ce profil les sélections de service de couche application extraites de l'IEC 61158-5-10.

Tableau 123 – CP 3/4: sélection des services AL – appareil d'entrée-sortie

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
—	AVANT-PROPOS	OUI	—
—	INTRODUCTION	OUI	—
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	Partielle	Utilisé si nécessaire
3	Termes, définitions, abréviations et conventions	Partielle	Utilisé si nécessaire
4	Concepts	OUI	—
5	ASE de type de données	OUI	—
6	Modèle de communication pour services communs	—	—
6.1	Concepts	OUI	—
6.2	Types de données des ASE	OUI	—
6.3	Éléments de service application	—	—
6.3.1	ASE de couche intermédiaire	OUI	—
6.3.2	ASE d'appel de procédure à distance	OUI	—
6.3.3	ASE d'interface de service à distance	OUI	Facultatif
6.3.4	ASE du système de noms de domaine	OUI	Facultatif
6.3.5	ASE de gestion de réseau simple	OUI	Facultatif
6.3.6	ASE NETCONF	—	—
6.3.7	ASE d'événement NETCONF	—	—
6.3.8	ASE de la suite IP	OUI	ICMP est facultatif; obligatoire si RT_CLASS_UDP est pris en charge.
6.3.9	ASE cyclique en temps réel	OUI	RT_CLASS_UDP est facultatif
6.3.10	ASE acyclique en temps réel	OUI	RTA_CLASS_UDP est facultatif; obligatoire si RT_CLASS_UDP est pris en charge.
6.3.11	ASE de reconnaissance et de configuration de base	OUI	—
6.3.12	ASE de configuration d'hôte dynamique	OUI	Facultatif
6.3.13	IEEE 802.1AB ASE	OUI	n.a. pour les supports sans fil
6.3.14	ASE de redondance de support	OUI	Voir 4.2.7

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
6.3.15	ASE de contrôle de temps précis	OUI	La prise en charge de PTCP est facultative
6.3.16	IEEE 802.1AS ASE	OUI	Facultatif
6.3.17	IEEE 802.1Q ASE	OUI	n.a. pour les supports sans fil
6.3.18	IEEE 802.1CB ASE	OUI	Facultatif
6.3.19	ASE de fragmentation	OUI	Facultatif; obligatoire si des horloges d'émission inférieures à 250 µs sont prises en charge.
6.3.20	IEEE 802.3 ASE	OUI	n.a. pour les supports sans fil
6.3.21	Vide	NON	Réservé à la sécurité
6.3.22	ASE de mapping DL commune	—	—
6.3.22.1	Vue d'ensemble	OUI	—
6.3.22.2	Spécification de la classe de mapping DL	OUI	—
6.3.22.3	Spécification du service de mapping DL	—	—
6.3.22.3.1	Données P	OUI	Facultatif; obligatoire si l'ASE de contrôle de temps précis est pris en charge
6.3.22.3.2	Données N	OUI	—
6.3.22.3.3	Données A	OUI	—
6.3.22.3.4	Données C	OUI	—
6.3.22.3.5	Données R	—	—
7	Modèle de communication pour les E/S distribuées	—	—
7.1	Concepts	OUI	—
7.1.1	Exigences de l'utilisateur	OUI	—
7.1.2	Caractéristiques	OUI	—
7.1.3	Associations	OUI	—
7.1.4	Types d'appareils	—	—
7.1.4.1	Généralités	OUI	—
7.1.4.2	Schéma d'adressage	OUI	—
7.1.4.3	Contrôleur d'E/S	NON	—
7.1.4.4	Superviseur d'E/S	NON	—
7.1.4.5	Serveur de paramètre E/S	NON	—
7.1.4.6	Appareil d'E/S	OUI	—
7.1.5	Modèle d'instance et adresses d'appareil	OUI	—
7.1.6	Processus d'application	OUI	—
7.1.7	Éléments de service d'application	OUI	—
7.1.8	Application Relationship (relation d'application)	OUI	—
7.2	Types de données des ASE	OUI	—
7.3	Les ASE	—	—
7.3.1	Élément de service application d'une relation d'applications (ASE d'AR)	OUI	—
7.3.2	ASE d'identification réelle	OUI	—
7.3.3	ASE de gestion d'interface de communication	OUI	—
7.3.4	ASE de diagnostic	OUI	—
7.3.5	ASE PE	OUI	Facultatif
7.3.6	ASE "LogBook" (Journal de bord)	OUI	—

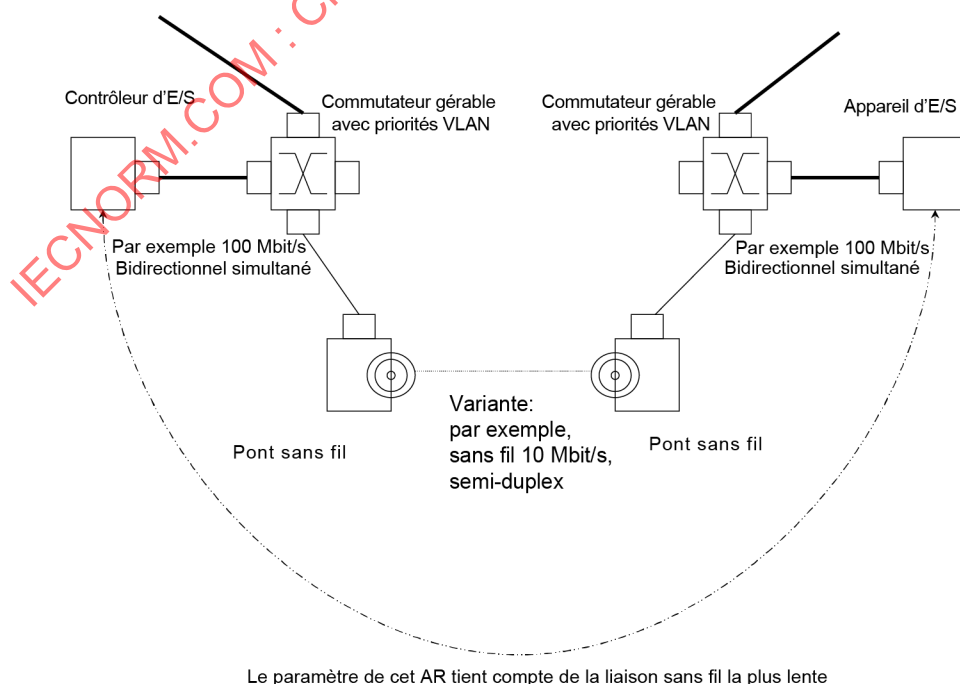
Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
7.3.7	ASE de RS	OUI	Facultatif
7.3.8	ASE de temps	OUI	Facultatif
7.3.9	ASE NME	—	—
7.4	Caractéristiques d'application	OUI	—
7.5	Synthèse des services FAL	—	—
7.5.1	Appareil d'E/S	OUI	—
7.5.2	Contrôleur d'E/S	NON	—
7.5.3	Superviseur d'E/S	NON	—
Annexe A	Instances d'appareil	OUI	—
Annexe B	Composants d'une interface Ethernet	Partielle	Utilisé le cas échéant
Annexe C	Schéma d'affectation d'adresse MAC	OUI	—
Annexe D	Mesure du temps de démarrage rapide	OUI	—
Annexe E	Dynamic Frame Packing (compactage de trame dynamique)	OUI	Facultatif
Annexe F	Condition préalable pour diagnostic	OUI	—
—	Bibliographie	OUI	—

4.4.3.1.2 Composant de réseau

Un composant de réseau peut être construit comme un nœud autonome. Dans ce cas, il est pris pour hypothèse que le composant de réseau fonctionne comme un composant pont.

Ce type de composant de réseau n'exige pas de couche application de type 10. Le comportement général du composant de réseau est spécifié en 4.3.5.

Un pont sans fil (2 points d'accès ou 1 point d'accès et 1 client) doit prendre en charge un délai de propagation inférieur à 128 ms. Un exemple de circuit d'essai est représenté à la Figure 11.



IEC

Figure 11 – Exemple de topologie de réseau avec segment sans fil

4.4.3.1.3 Contrôleur d'entrée-sortie

Les services de couche application pour un contrôleur d'entrée-sortie sont définis dans l'IEC 61158-5-10. Le Tableau 123 modifié par le contenu du Tableau 124 utilise pour ce profil les sélections de service de couche application extraites de l'IEC 61158-5-10.

Tableau 124 – CP 3/4: sélection des services AL supplémentaires – contrôleur d'entrée-sortie

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
7.1.4.2	Schéma d'adressage	OUI	—
7.1.4.3	Contrôleur d'E/S	OUI	—
7.1.4.4	Superviseur d'E/S	NON	—
7.1.4.5	Serveur de paramètre E/S	NON	—
7.1.4.6	Appareil d'E/S	NON	—
7.3.6	ASE "LogBook" (Journal de bord)	OUI	Facultatif
7.5.1	Appareil d'E/S	NON	—
7.5.2	Contrôleur d'E/S	OUI	—
7.5.3	Superviseur d'E/S	OUI	Facultatif

4.4.3.1.4 Superviseur d'entrée-sortie

Les services de couche application pour un superviseur d'entrée-sortie sont définis dans l'IEC 61158-5-10. Le Tableau 124 modifié par le contenu du Tableau 125 utilise pour ce profil les sélections de service de couche application extraites de l'IEC 61158-5-10.

Tableau 125 – CP 3/4: sélection des services AL supplémentaires – superviseur d'entrée-sortie

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
7.1.4.2	Schéma d'adressage	OUI	—
7.1.4.3	Contrôleur d'E/S	OUI	—
7.1.4.4	Superviseur d'E/S	OUI	—

4.4.3.1.5 Options

DHCP, conformément à l'IETF RFC 2131, est un service facultatif.

DNS est un service facultatif pour un contrôleur d'entrée-sortie et un superviseur d'entrée-sortie.

Redondance de serveur (voir 4.2.7).

PTCP est un service facultatif. Si PTCP est pris en charge, la prise en charge de l'appareil principal de synchronisation et de l'appareil principal de synchronisation redondant est facultative pour un appareil d'entrée-sortie. Si PTCP est pris en charge par le contrôleur d'entrée-sortie, la prise en charge de l'appareil principal de synchronisation est obligatoire et la prise en charge de l'appareil principal de synchronisation redondant est facultative.

4.4.3.2 Sélection du protocole AL

4.4.3.2.1 Appareil d'entrée-sortie

Les protocoles de couche application pour un appareil d'entrée-sortie sont définis dans l'IEC 61158-6-10. Le Tableau 126 utilise pour ce profil les sélections de protocole de couche application extraites de l'IEC 61158-6-10.

Tableau 126 – CP 3/4: sélection du protocole AL – appareil d'entrée-sortie

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
—	AVANT-PROPOS	OUI	—
—	INTRODUCTION	OUI	—
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	Partielle	Utilisé si nécessaire
3	Termes, définitions, abréviations et conventions	Partielle	Utilisé si nécessaire
4	Spécification du protocole de couche application pour les protocoles communs	—	—
4.1	Description de la syntaxe de FAL	OUI	—
4.2	Syntaxe de transfert	OUI	—
4.2.1	Codage des types de données de base	Partielle	Utilisé si nécessaire
4.2.2	Section de codage relative aux champs de base communs	Partielle	Utilisé si nécessaire
4.3	Reconnaissance et configuration de base	OUI	—
4.4	Protocole PTCP	OUI	Facultatif, n.a. pour les supports sans fil
4.5	Synchronisation temporelle	OUI	Facultatif
4.6	Redondance de support	OUI	Voir 4.2.7, n.a. pour les supports sans fil
4.7	Cyclique en temps réel	OUI	RT_CLASS_UDP est facultatif
4.8	Acyclique en temps réel	OUI	RTA_CLASS_UDP est facultatif; obligatoire si RT_CLASS_UDP est pris en charge.
4.9	Fragmentation	OUI	Facultatif; obligatoire si des horloges d'émission inférieures à 250 µs sont prises en charge.
4.10	Appel de procédure à distance	OUI	Prise en charge de IO_CIMInterface facultative
4.11	Reconnaissance de couche de liaison	OUI	n.a. pour les supports sans fil
4.12	Ponts et stations d'extrémité	OUI	—
4.12.1 à 4.12.2	—	OUI	—
4.12.3	Station d'extrémité	OUI	—
4.12.4	Pont	OUI	Si le composant pont est mis en œuvre
4.12.5	Station d'extrémité pontée	OUI	Si le composant pont est mis en œuvre
4.12.6 à 4.12.10	—	OUI	—
4.13	Suite IP	—	—
4.13.1	Vue d'ensemble	OUI	—
4.13.2	Description de la syntaxe IP/UDP	OUI	—
4.13.3	Syntaxe de transfert IP/UDP	OUI	—

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
4.13.4	ARP	—	—
4.13.4.1	Généralités	OUI	—
4.13.4.2	Machine de commande de cache ARP	OUI	Facultatif
4.14	Système de noms de domaine	OUI	Facultatif
4.15	Configuration d'hôte dynamique	OUI	Facultatif
4.16	Gestion de réseau simple	OUI	Facultatif
4.17	Configuration du réseau	—	—
4.18	Machines de protocole de mapping DLL communes	OUI	—
4.19	Vide	NON	Réservé à la sécurité
4.20	Informations supplémentaires	OUI	—
5	Spécification du protocole de couche application pour les E/S distribuées	—	—
5.1	Description de la syntaxe de FAL	OUI	—
5.2	Syntaxe de transfert	OUI	Le cas échéant
5.3	Diagrammes d'états de protocole FAL	OUI	Le cas échéant
5.4	Diagramme d'états de contexte AP	OUI	—
5.5	Machines de protocole de service FAL	OUI	—
5.5.1	Vue d'ensemble	OUI	—
5.5.2	Initialisation de machine de protocole de service FAL	OUI	—
5.5.3	Appareil de machine de protocole de service FAL	OUI	—
5.5.4	Contrôleur de machine de protocole de service FAL	NON	—
5.5.5	Entité de gestion réseau de machine de protocole de service FAL	OUI	Facultatif
5.6	Machines de protocole de relation entre applications	—	—
5.6.1	Initiateur de machine de protocole d'alarme	OUI	—
5.6.2	Alarm Protocol Machine Responder (Répondeur de la machine de protocole d'alarme)	OUI	—
5.6.3	Appareil	OUI	—
5.6.4	Dispositif de commande	NON	—
5.6.5	Entité de gestion réseau	OUI	Facultatif
5.7	Machines de protocole de mapping DLL	OUI	—
5.8	Règles de vérification	OUI	Le cas échéant
Annexe A	Établissement unifié d'une AR pour toutes les classes RT	OUI	—
Annexe B	Établissement compatible d'une AR	OUI	—
Annexe C	Établissement d'une AR d'accès à l'appareil	OUI	—
Annexe D	Établissement d'une AR (procédure accélérée)	OUI	—
Annexe E	Établissement d'une AR (procédure de démarrage rapide)	OUI	—
Annexe F	Exemple de procédure de chargement, de stockage et d'extraction	OUI	—
Annexe G	Mise en œuvre du contrôle de liste d'envoi	OUI	—
Annexe H	Vue d'ensemble des diagrammes d'états de contrôleur d'entrée-sortie et d'appareil d'entrée-sortie	OUI	—

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
Annexe I	Vue d'ensemble de la hiérarchie d'appareil principal de synchronisation PTCP	NON	—
Annexe J	Optimisation de l'utilisation de la largeur de bande pour la génération tenant compte du temps	NON	—
Annexe K	Contraintes temporelles pour affectation de largeur de bande RT_CLASS_3	NON	—
Annexe L	Contraintes temporelles pour la retransmission d'une trame	NON	—
Annexe M	Principe de compactage de trame dynamique	NON	—
Annexe N	Principe de fragmentation	NON	—
Annexe O	MRPD – Principe de la redondance de support sans à-coup	NON	—
Annexe P	Principe de RED_RELAY sans retransmission d'informations dans PDIRFrameData	NON	—
Annexe Q	Contraintes pour l'autonégociation	OUI	—
Annexe R	Exemple de séquence PrmBegin, PrmEnd et ApplRdy	OUI	—
Annexe S	Liste des MIB prises en charge	OUI	Facultatif
Annexe T	Structure et contenu de BLOB	OUI	Si nécessaire
Annexe U	Bases d'informations de gestion	OUI	Facultatif
Annexe V	Référence croisée à l'IEC 62439-2	OUI	Facultatif; obligatoire si MRP est pris en charge
Annexe W	Maintien des compteurs statistiques pour Ethernet	OUI	—
Annexe X	Exemple de fragmentation du RSI	OUI	Facultatif
Annexe Y	Transmission à la volée retardée	OUI	Composant station d'extrémité: Facultatif Composant pont: Voir Tableau 109
—	Bibliographie	OUI	—

4.4.3.2.2 Composant de réseau

Voir 4.4.3.1.2.

4.4.3.2.3 Contrôleur d'entrée-sortie

Les protocoles de couche application pour un contrôleur d'entrée-sortie sont définis dans l'IEC 61158-6-10. Le Tableau 127 spécifie les articles inclus dans ce profil.

Tableau 127 – CP 3/4: sélection du protocole AL – contrôleur d'entrée-sortie

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
—	AVANT-PROPOS	OUI	—
—	INTRODUCTION	OUI	—
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	Partielle	Utilisé si nécessaire
3	Termes, définitions, abréviations et conventions	Partielle	Utilisé si nécessaire
4	Spécification du protocole de couche application pour les protocoles communs	—	—
4.1	Description de la syntaxe de FAL	OUI	—
4.2	Syntaxe de transfert	OUI	—
4.2.1	Codage des types de données de base	Partielle	Utilisé si nécessaire
4.2.2	Section de codage relative aux champs de base communs	Partielle	Utilisé si nécessaire
4.3	Reconnaissance et configuration de base	OUI	Prise en charge de la fonction DCP "ResetToFactory" recommandée pour le contrôleur d'entrée-sortie
4.4	Protocole PTCP	OUI	Facultatif, n.a. pour les supports sans fil
4.5	Synchronisation temporelle	OUI	Facultatif
4.6	Redondance de support	OUI	Voir 4.2.7, n.a. pour les supports sans fil
4.7	Cyclique en temps réel	OUI	RT_CLASS_UDP est facultatif
4.8	Acyclique en temps réel	OUI	RTA_CLASS_UDP est facultatif; obligatoire si RT_CLASS_UDP est pris en charge.
4.9	Fragmentation	OUI	Facultatif; obligatoire si des horloges d'émission inférieures à 250 µs sont prises en charge.
4.10	Appel de procédure à distance	OUI	Prise en charge de IO_CIMInterface facultative
4.11	Reconnaissance de couche de liaison	OUI	n.a. pour les supports sans fil
4.12	Ponts et stations d'extrémité	OUI	—
4.12.1 à 4.12.2	—	OUI	—
4.12.3	Station d'extrémité	OUI	—
4.12.4	Pont	OUI	Si le composant pont est mis en œuvre
4.12.5	Station d'extrémité pontée	OUI	Si le composant pont est mis en œuvre
4.12.6 à 4.12.10	—	OUI	—
4.13	Suite IP	—	—
4.13.1	Vue d'ensemble	OUI	—
4.13.2	Description de la syntaxe IP/UDP	OUI	—
4.13.3	Syntaxe de transfert IP/UDP	OUI	—
4.13.4	ARP	—	—
4.13.4.1	Généralités	OUI	—
4.13.4.2	Machine de commande de cache ARP	OUI	Facultatif
4.14	Système de noms de domaine	OUI	Facultatif

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
4.15	Configuration d'hôte dynamique	OUI	Facultatif
4.16	Gestion de réseau simple	OUI	Facultatif
4.17	Configuration du réseau	—	—
4.18	Machines de protocole de mapping DLL communes	OUI	—
4.19	Vide	NON	Réservé à la sécurité
4.20	Informations supplémentaires	OUI	—
5	Spécification du protocole de couche application pour les E/S distribuées	—	—
5.1	Description de la syntaxe de FAL	OUI	—
5.2	Syntaxe de transfert	OUI	Le cas échéant
5.3	Diagrammes d'états de protocole FAL	OUI	Le cas échéant
5.4	Diagramme d'états de contexte AP	OUI	—
5.5	Machines de protocole de service FAL	OUI	—
5.5.1	Vue d'ensemble	OUI	—
5.5.2	Initialisation de machine de protocole de service FAL	OUI	—
5.5.3	Appareil de machine de protocole de service FAL	NON	—
5.5.4	Contrôleur de machine de protocole de service FAL	OUI	—
5.5.5	Entité de gestion réseau de machine de protocole de service FAL	OUI	Facultatif
5.6	Machines de protocole de relation entre applications	—	—
5.6.1	Initiateur de machine de protocole d'alarme	OUI	—
5.6.2	Répondeur de la machine de protocole d'alarme	OUI	—
5.6.3	Appareil	NON	—
5.6.4	Dispositif de commande	OUI	—
5.6.5	Entité de gestion réseau	OUI	Facultatif
5.7	Machines de protocole de mapping DLL	OUI	—
5.8	Règles de vérification	OUI	Le cas échéant
Annexe A	Établissement unifié d'une AR pour toutes les classes RT	OUI	—
Annexe B	Établissement compatible d'une AR	OUI	—
Annexe C	Établissement d'une AR d'accès à l'appareil	OUI	—
Annexe D	Établissement d'une AR (procédure accélérée)	OUI	—
Annexe E	Établissement d'une AR (procédure de démarrage rapide)	OUI	—
Annexe F	Exemple de procédure de chargement, de stockage et d'extraction	OUI	—
Annexe G	Mise en œuvre du contrôle de liste d'envoi	OUI	—
Annexe H	Vue d'ensemble des diagrammes d'états de contrôleur d'entrée-sortie et d'appareil d'entrée-sortie	OUI	—
Annexe I	Vue d'ensemble de la hiérarchie d'appareil principal de synchronisation PTCP	NON	—
Annexe J	Optimisation de l'utilisation de la largeur de bande pour la génération tenant compte du temps	NON	—
Annexe K	Contraintes temporelles pour affectation de largeur de bande RT_CLASS_3	NON	—