

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Industrial networks – Profiles –

**Part 2-11: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 11**

Réseaux industriels – Profils –

**Partie 2-11: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps
réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 11**



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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 2-11: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 11**

Réseaux industriels – Profils –

**Partie 2-11: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en
temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 11**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 35.100.20; 35.240.50

ISBN 978-2-8322-6898-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions, abbreviated terms, acronyms, and conventions	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviated terms and acronyms	9
3.3 Symbols.....	9
3.4 Conventions.....	10
4 CPF 11 (TCnet) – RTE communication profiles.....	10
4.1 General overview	10
4.2 CP 11/1	11
4.2.1 Physical layer	11
4.2.2 Data-link layer	11
4.2.3 Application layer.....	15
4.2.4 Performance indicator selection.....	15
4.3 CP 11/2	22
4.3.1 Physical layer	22
4.3.2 Data-link layer	22
4.3.3 Application layer.....	25
4.3.4 Performance indicator selection.....	25
4.4 CP 11/3	31
4.4.1 Physical layer	31
4.4.2 Data-link layer	31
4.4.3 Application layer.....	34
4.4.4 Performance indicator selection.....	35
Bibliography.....	42
Figure 1 – CP 11/1: Throughput RTE and non-RTE bandwidth.....	19
Figure 2 – CP 11/2: Throughput RTE and non-RTE bandwidth.....	28
Figure 3 – CP 11/3: Throughput RTE and non-RTE bandwidth.....	38
Table 1 – CPF 11 symbols	9
Table 2 – CPF 11: Overview of profile sets	11
Table 3 – CP 11/1: DLL service selection.....	11
Table 4 – CP 11/1: DLL protocol selection	12
Table 5 – CP 11/1: DLL protocol selection of Clause 5.....	13
Table 6 – CP 11/1: DLL protocol selection of Clause 6.....	13
Table 7 – CP 11/1: AL service selection.....	15
Table 8 – CP 11/1: AL protocol selection	15
Table 9 – CP 11/1: PI overview	16
Table 10 – CP 11/1: PI dependency matrix	16
Table 11 – CP 11/1: TCC data service selection	17
Table 12 – CP 11/1: Consistent set of PIs preferential for RTE communications	21

Table 13 – CP 11/1: Consistent set of PIs both for RTE and non-RTE communications.....	21
Table 14 – CP 11/2: DLL protocol selection	22
Table 15 – CP 11/2: DLL protocol selection of Clause 5.....	23
Table 16 – CP 11/2: DLL protocol selection of Clause 6.....	24
Table 17 – CP 11/2: PI overview	26
Table 18 – CP 11/2: PI dependency matrix	26
Table 19 – CP 11/2: TCC data service selection	27
Table 20 – CP 11/2: Consistent set of PIs preferential for RTE communications	30
Table 21 – CP 11/2: Consistent set of PIs both for RTE and non-RTE communications.....	31
Table 22 – CP 11/3: DLL protocol selection	31
Table 23 – CP 11/3: DLL protocol selection of Clause 5.....	32
Table 24 – CP 11/3: DLL protocol selection of Clause 6.....	33
Table 25 – CP 11/3: PI overview	35
Table 26 – CP 11/3: PI dependency matrix	36
Table 27 – CP 11/3: TCC data service selection	37
Table 28 – CP 11/3: Consistent set of PIs preferential for RTE communications	41
Table 29 – CP 11/3: Consistent set of PIs both for RTE and non-RTE communications.....	41

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-2-11:2023

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL NETWORKS –
PROFILES –****Part 2-11: Additional real-time fieldbus profiles
based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 11****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 61784-2-11 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.

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.

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 2-11: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 11

1 Scope

This part of IEC 61784-2 defines Communication Profile Family 11 (CPF 11). CPF 11 specifies a set of Real-Time Ethernet (RTE) communication profiles (CPs) and related network components based on the IEC 61158 series (Type 11), 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 or IEC 61588 and in some cases amend those standards to obtain RTE features.

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 61158-3-11:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-11: Data-link layer service definition – Type 11 elements*

IEC 61158-4-11:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-11: Data-link layer protocol specification – Type 11 elements*

IEC 61158-5-11:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-11: Application layer service definition – Type 11 elements*

IEC 61158-6-11:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-11: Application layer protocol specification – Type 11 elements*

IEC 61588, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems*

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 61784-5-11, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-11: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 11*

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

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

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

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]

3 Terms, definitions, abbreviated terms, acronyms, 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.

CP	Communication Profile [according to IEC 61784-1-0]
CPF	Communication Profile Family [according to IEC 61784-1-0]
FCS	Frame check sequence
ICMP	Internet Control Message Protocol (see IETF RFC 792)
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol (see IETF RFC 791)
LLDP	Link Layer Discovery Protocol (see IEEE Std 802.1AB-2016)
NoS	Number of Switches
Phy	PHY Physical layer entity sublayer (see ISO/IEC/IEEE 8802-3)
PI	Performance indicator
PTP	Precision Time Protocol (see IEC 61588)
RSTP	Rapid Spanning Tree Algorithm and Protocol (see IEEE Std 802.1Q-2018)
TCC	Time-Critical Cyclic
TCP	Transmission Control Protocol (see IETF RFC 793)
UDP	User Datagram Protocol (see IETF RFC 768)

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 11 symbols

Symbol	Definition	Unit
BW_{CNT}	Bandwidth used both for the communication scheduling and the protocol overhead	%
BW_{NRT}	Bandwidth used for the non-RTE communications	%
BW_{RTE}	Bandwidth used for the RTE communications	%
cd	Cable delay	μs
cdl	Cable length total	km
Ct	Cycle time	ms
data	Complete Ethernet frame	–
DT_H	Delivery time of the high-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC	ms
DT_L	Delivery time of the low-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC	ms
DT_M	Delivery time of the medium-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC	ms
DV_{HS}	Total volume of the high-speed cyclic data	octets
DV_{LS}	Total volume of the low-speed cyclic data	octets
DV_{MS}	Total volume of the medium-speed cyclic data	octets
NoS	Number of switches	–

Symbol	Definition	Unit
od	Other delays	µs
pd	Propagation delay	µs
STTs	Sender stack traversal time including Phy and MAC	µs
STTr	Receiver stack traversal time including Phy and MAC	µs
T_h	The high-speed transmission time period – the basic cycle_time (ct) of the TCC data service	ms
T_{HS}	Total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the high-speed cyclic data	µs
T_l	The Low-speed transmission time period	ms
T_{LS}	Total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the Low-speed Cyclic data	µs
T_m	The Medium-speed transmission time period	ms
T_{MAC}	Time for the maintenance and control, in which a new end-station is solicited to join and the periodic time operation is controlled	µs
T_{MS}	Total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the medium-speed cyclic data	µs
T_{NRT}	Total sum of the frame transmit time, in which the frame, with the non-RTE data as a payload, is sent out of the end-station within the time period of T_h and is used for the standard Ethernet application on sporadic basis	µs
TR_{HS}	Throughput RTE of the high-speed cyclic data	Moctets/s
TR_{LS}	Throughput RTE of the low-speed cyclic data	Moctets/s
TR_{MS}	Throughput RTE of the medium-speed cyclic data	Moctets/s
TR_{RTE}	Throughput RTE, and the sum of TR_{HS} , TR_{LS} and TR_{MS}	Moctets/s
T_{RTE}	Total sum of the frame transmit time, in which the frame, with the RTE data as a payload of a fixed length, is sent out of the end-station within the time period of T_h	µs
T_{SCH}	Total sum of the frame transmit time for the transmission scheduling	µs
tt	Transfer time	µs

3.4 Conventions

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

4 CPF 11 (TCnet¹) – RTE communication profiles

4.1 General overview

Communication Profile Family 11 defines three types of communication profile based on IEC 61158-3-11, IEC 61158-4-11, IEC 61158-5-11 and IEC 61158-6-11 which corresponds to the communication systems commonly known as TCnet.

– Profile 11/1 (TCnet-star)

This profile constitutes a TCnet communication system with star topology. It contains a selection of AL, and DLL services and protocol definitions from IEC 61158-3-11, IEC 61158-4-11, IEC 61158-5-11 and IEC 61158-6-11.

¹ In Japan, TCnet is a trade name of TOSHIBA Corporation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance with this profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

- Profile 11/2 (TCnet-loop 100 with physical layer of 100 Mbit/s)

This profile constitutes a TCnet communication system with loop (ring) topology. It contains a selection of AL, and DLL services and protocol definitions from IEC 61158-3-11, IEC 61158-4-11, IEC 61158-5-11 and IEC 61158-6-11.

- Profile 11/3 (TCnet-loop 1G with physical layer of 1 000 Mbit/s)

This profile constitutes a TCnet communication system with loop (ring) topology. It contains a selection of AL, and DLL services and protocol definitions from IEC 61158-3-11, IEC 61158-4-11, IEC 61158-5-11 and IEC 61158-6-11.

Table 2 shows the overview of TCnet profile set.

Table 2 – CPF 11: Overview of profile sets

Layer	Profile 11/1, profile 11/2, profile 11/3
Application	IEC 61158-5-11, IEC 61158-6-1
Data-link	IEC 61158-3-11, IEC 61158-4-11
Physical	ISO/IEC/IEEE 8802-3

4.2 CP 11/1

4.2.1 Physical layer

The physical layer of 100 Mbit/s shall be according to ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Connectors and cables are specified in IEC 61784-5-11 and IEC 61918.

4.2.2 Data-link layer

4.2.2.1 DLL services selection

Table 3 specifies the DLL service selection within IEC 61158-3-11.

Table 3 – CP 11/1: DLL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	–
2	Normative references	YES	Relevant reference only
3	Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions	Partial	–
4	Data Link services and concept	YES	–
4.1	Overview	YES	–
4.2	General description of services	YES	–
4.3	TCC data service	YES	–
4.4	Detail description of sporadic message data service	YES	–
5	DL-management services	YES	–
5.1	General	YES	–
5.2	Facilities of the DL-Management service	YES	–
5.3	Service of the DL-management	YES	–
5.4	Overview of interactions	YES	–
5.5	Detail specification of service and interactions	YES	–

4.2.2.2 DLL protocol selection

Table 4 specifies the DLL protocol selection within IEC 61158-4-11.

Table 4 – CP 11/1: DLL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	–
2	Normative references	YES	Relevant reference only
3	Terms, definitions, symbols and abbreviations	Partial	–
4	Overview of the DL-protocol	–	–
4.1	General	YES	–
4.2	Overview of the medium access control	YES	–
4.3	Service assumed from the PhL	YES	–
4.4	DLL architecture	–	–
4.4.1	Overview	YES	–
4.4.2	Star-architecture	YES	–
4.4.3	Loop-architecture	NO	–
4.5	Access control machine and schedule support functions	YES	–
4.6	Local parameters, variables, counters, timers and queues	–	–
4.6.1	Overview	YES	–
4.6.1.1	General		
4.6.1.2	Summary of variables, parameters, counters, timers for star-architecture	YES	–
4.6.1.3	Summary of variables, parameters, counters, timers for loop-architecture	NO	–
4.6.2	Type 11 common variables, parameters, counters, timers and queues	YES	Relevant values and features to star-architecture
4.6.3	Star-architecture specific variables, parameters counters timers and queues	YES	–
4.6.4	Loop-architecture specific variables, parameters, counters timers and queues	NO	–
5	General structure and encoding of PhIDEs and DLPDU and related elements of procedure	YES	See Table 5
6	DLPDU-specific structure, encoding and elements of procedure	YES	See Table 6
7	DLE elements of procedure	–	–
7.1	DLE elements of procedure for star-architecture	YES	–
7.2	DLE elements of procedure for loop-architecture	NO	–
7.3	Serializer and deserializer	YES	–
7.4	DLL management protocol	–	–
7.4.1	DLL management protocol for star-architecture	YES	–
7.4.2	DLL management protocol for loop-architecture	NO	–

Table 5 – CP 11/1: DLL protocol selection of Clause 5

Clause	Header	Presence	Constraints
5.1	Overview	YES	–
5.2	PhIDU structure and encoding	YES	–
5.3	Common MAC frame structure, encoding and elements of procedure	YES	–
5.4	Elements of the MAC frame	–	–
5.4.1	General	YES	–
5.4.2	Preamble field	YES	–
5.4.3	Start frame delimiter (SFD)	YES	–
5.4.4	Address field	YES	–
5.4.5	Length/type field	YES	–
5.4.6	Frame control field (FC)	–	–
5.4.6.1	Structure of FC field	YES	–
5.4.6.2	Frame type (F-type) field	YES	–
5.4.6.3	Priority field (Pri)	YES	Relevant features to star-architecture
5.4.7	Source node number field (SN)	YES	–
5.4.8	Data and pad field	YES	–
5.4.9	Frame check sequence (FCS)	YES	–
5.5	Order of bit transmission	YES	–
5.6	Invalid DLPDU	YES	–

Table 6 – CP 11/1: DLL protocol selection of Clause 6

Clause	Header	Presence	Constraints
6.1	General	YES	–
6.2	Synchronization DLPDU (SYN)	–	–
6.2.1	General	YES	–
6.2.2	Structure of SYN DLPDU	YES	–
6.2.3	Parameters of SYN DLPDU	–	–
6.2.3.1	Transmission permits node number (PN)	YES	Relevant features to star-architecture
6.2.3.2	Control word (CW)	–	–
6.2.3.2.1	CW for star-architecture	YES	–
6.2.3.2.2	CW for loop-architecture	NO	–
6.2.3.3	Slot time (ST)	YES	Relevant features to star-architecture
6.2.3.4	High-speed transmission period (T_h)	YES	–
6.2.3.5	Medium-speed transmission period (T_m)	YES	–
6.2.3.6	Sporadic message transmission target-token-rotation-time period (T_s)	YES	Relevant features to star-architecture
6.2.3.7	Low-speed transmission period (T_l)	YES	–
6.2.3.8	Live list (LL)	YES	–
6.2.4	User data	YES	–
6.2.5	Sending SYN DLPDU	YES	–

Clause	Header	Presence	Constraints
6.2.6	Receiving SYN DLPDU	YES	–
6.3	Transmission complete DLPDU (CMP)	YES	–
6.4	In-ring request DLPDU (REQ)	–	–
6.4.1	General	YES	–
6.4.2	Structure of REQ DLPDU	YES	–
6.4.3	Node-mode – ESYN parameter	NO	–
6.4.4	Recipient node number (RN) Parameter	NO	–
6.4.5	User data of REQ DLPDU	YES	–
6.4.6	Sending REQ DLPDU	YES	–
6.4.7	Receiving REQ DLPDU	YES	–
6.5	Claim DLPDU (CLM)	–	–
6.5.1	General	YES	–
6.5.2	Structure of CLM DLPDU	YES	–
6.5.3	Parameter of CLM DLPDU	–	–
6.5.3.1	Residual counts of CLM DLPDU parameter (RC)	YES	–
6.5.3.2	Slot time (ST) parameter	YES	Relevant feature to star-architecture
6.5.3.3	Node mode (NM) parameter	NO	–
6.5.4	User data of CLM DLPDU	YES	–
6.5.5	Sending and receiving CLM DLPDU	YES	–
6.6	Command DLPDU (COM)	YES	–
6.6.1	General	YES	–
6.6.2	Structure of COM DLPDU	YES	–
6.6.3	Parameter of COM DLPDU	YES	–
6.6.4	User data of COM DLPDU	YES	–
6.6.5	Sending and receiving COM DLPDU	YES	Relevant feature to star-architecture
6.7	Cyclic data and cyclic data with transmission complete DLPDU (DT) and (DT-CMP)	–	–
6.7.1	General	YES	–
6.7.2	Structure of the DT DLPDU	YES	–
6.7.3	Parameters of DT DLPDU	–	–
6.7.3.1	DLCEP-address parameter	YES	–
6.7.3.2	Word length parameter (WD)	–	–
6.7.3.2.1	WD for star-architecture	YES	–
6.7.3.2.2	WD for loop-architecture	NO	–
6.7.4	Sending DT or DT-CMP DLPDU	YES	–
6.7.5	Receiving DT or DT-CMP DLPDU	YES	–
6.8	RAS DLPDU (RAS)	–	–
6.8.1	General	YES	–
6.8.2	Structure of RAS DLPDU	YES	–
6.8.3	DCEP-address parameters	YES	–
6.8.4	User data	YES	–
6.8.5	Sending and receiving RAS DLPDU	YES	Relevant feature to star-architecture
6.9	Loop repeat request DLPDU (LRR)	NO	–

Clause	Header	Presence	Constraints
6.10	Loop diagnosis DLPDU (LPD)	NO	–

4.2.3 Application layer

4.2.3.1 AL service selection

Table 7 specifies the AL service selection within IEC 61158-5-11.

In addition, AL services are mapped onto the TCP/UDP/IP protocol suite, as defined in IETF RFC 793, IETF RFC 768 and IETF RFC 791 respectively.

Table 7 – CP 11/1: AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	–
2	Normative references	YES	Relevant reference only
3	Terms and definitions, abbreviations and conventions	Partial	Used when applicable
4	Concepts	YES	–
5	Data type ASE	Partial	Used when applicable
6	Communication model specification	YES	–

4.2.3.2 AL protocol selection

Table 8 specifies the AL protocol selection within IEC 61158-6-11.

Table 8 – CP 11/1: AL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	–
2	Normative references	Partial	Relevant reference only
3	Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions	Partial	Used when applicable
4	FAL Syntax description	YES	–
5	Transfer syntax	YES	–
6	FAL protocol state machine structures	YES	–
7	FAL Service Protocol Machine (FSPM)	YES	–
8	Application Relationship Protocol Machines (ARPM)	YES	–
9	DLL Mapping Protocol Machines (DMPM)	YES	–

4.2.4 Performance indicator selection

4.2.4.1 Performance indicator overview

Table 9 shows the performance indicators overview of CP 11/1.

Table 9 – CP 11/1: PI overview

Performance indicator	Applicable	Constraints
Delivery time	YES	–
Number of end-stations	YES	–
Basic network topology	YES	Star topology
Number of switches between end-stations	NO	Hubs fit, and switches should not be applicable for highest performance
Throughput RTE	YES	–
Non-RTE bandwidth	YES	–
Time synchronization accuracy	YES	IEC 61588 shall be installed
Non-time-based synchronization accuracy	YES	–
Redundancy recovery time	YES	Null time switching without interruption

4.2.4.2 Performance indicator dependencies

4.2.4.2.1 Dependency matrix

Table 10 shows the dependencies between performance indicators for CP 11/1.

Table 10 – CP 11/1: PI dependency matrix

Dependent PI	Influencing PI							
	Delivery time	Number of end-stations	Basic network topology	Throughput RTE	Non-RTE bandwidth	Time synchronization accuracy	Non time- based synchronization accuracy	Redundancy recovery time
Delivery time		NO 4.2.4.2.2 4.2.4.2.4	NO 4.2.4.2.5	NO 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NO 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NO	NO	NO 4.2.4.2.6
Number of end-stations	NO		NO	YES 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	YES 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NO	NO	NO
Basic network topology	NO	NO		NO	NO	NO	NO	NO
Throughput RTE	YES 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	YES 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NO		YES 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NO	NO	NO
Non-RTE bandwidth	YES 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	YES 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NO	YES 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3		NO	NO	NO
Time synchronization accuracy	NO	NO	NO	NO	NO		NO	NO
Non-time-based synchronization accuracy	NO	NO	NO	NO	NO	NO		NO
Redundancy recovery time	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

4.2.4.2.2 Calculation of Delivery time

Delivery time is definitely specified by the application users using the TCC data service, and the delivery time specified meets both cases of no transmission error and one lost frame with recovery.

The TCC data service provides 3 kinds of the data transmission service at the same time, that are according to the data preference and the delivery time of an APDU to be transferred using the data transmission service.

Table 11 specifies the TCC data service selection supported by this profile.

Table 11 – CP 11/1: TCC data service selection

Service ref.	Service name	Applicable	Constraint
IEC 61158-3-11 Clause 4	High-speed cyclic data transmission	YES	The range of the high-speed transmission period (T_h) is 1 ms to 160 ms, of which unit is in 0,1 ms
IEC 61158-3-11 Clause 4	Medium-speed cyclic data transmission	YES	The range of the medium-speed transmission period (T_m) is 10 ms to 1 000 ms, of which unit is in 1 ms and in multiples of the T_h
IEC 61158-3-11 Clause 4	Low-speed cyclic data transmission	YES	The range of low-speed transmission period (T_l) is 100 ms to 10 000 ms, of which unit is in 1 ms and in multiples of the T_h

The performance indicator delivery time is related to the amount of both RTE data and non-RTE data which are exchanged between the end-stations, the number of the Ethernet frame that is used for the deterministic transmission scheduling, the signal propagation delay to the end-station, the number of the end-stations and the number of the Hubs between the end-stations.

The performance indicator delivery time can be calculated using the Formulae (1), (2), (3), (4) and (5).

$$DT_H = T_h \quad (1)$$

$$DT_M = T_m \quad (2)$$

$$DT_L = T_l \quad (3)$$

$$T_h = T_{RTE} + T_{NRT} + T_{SCH} + T_{PD} + T_{MAC} \quad (4)$$

$$T_{RTE} = T_{HS} + \frac{T_{MS}}{T_m} \times T_h + \frac{T_{LS}}{T_l} \times T_h \quad (5)$$

where

DT_H is the delivery time for the high-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;

DT_M is the delivery time for the medium-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;

DT_L is the delivery time for the low-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;

T_h is the high-speed transmission time period, and is the basic cycle_time (ct) for the TCC data service;

T_m is the medium-speed transmission time period;

T_l is the low-speed transmission time period;

T_{RTE} is the total sum of the frame transmit time, in which the frame of the Ethernet with the RTE data as a payload of a fixed length is sent out of the end-station within the time period of T_h . The total volume of the RTE data and the bandwidth for the non-RTE data is specified by the application user;

T_{NRT} is the total sum of the frame transmit time, in which the frame with the non-RTE data as a payload is sent out of the end-station within the time period of T_h and is used for the standard Ethernet application on sporadic basis;

T_{SCH} is the total sum of the frame transmit time, in which the frame is exchanged for the deterministic transmission scheduling between the end-stations. The T_{SCH} includes both the time for the synchronization DLPDU and the multiple Transmission complete DLPDUs which are specified in IEC 61158-4-11, Clause 6;

T_{PD} is the sum total of the signal propagation delay (pd) between the end-stations. The T_{PD} depends on the number of Hubs between the end-stations, the cable propagation delay (cd) and the number of the end-stations;

T_{MAC} is the time for the maintenance and control, in which a new end-station is solicited to join and the periodic time operation is controlled;

T_{HS} is the total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the high-speed cyclic data;

T_{MS} is the total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the medium-speed cyclic data;

T_{LS} is the total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the low-speed cyclic data.

4.2.4.2.3 Relation between throughput RTE and non-RTE bandwidth

Figure 1 shows an example of the relation between the throughput RTE and the non-RTE bandwidth in the case of 100 Mbit/s physical layer. This profile supports the specification of a percentage of the bandwidth and/or the throughput which are used for the non-RTE and the RTE communications.

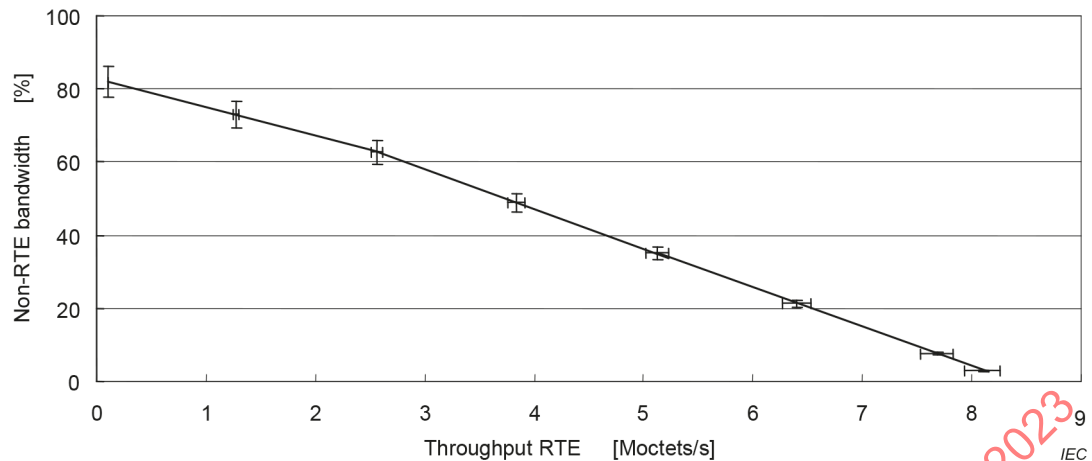


Figure 1 – CP 11/1: Throughput RTE and non-RTE bandwidth

The throughput RTE indicates the total amount of the APDU data by octet length per second, and the APDU data is sent out by the node using the TCC data service specified in IEC 61158-3-11, 4.3. The non-RTE bandwidth indicates the total percentage of the bandwidth, which is used for the non-RTE communications by the nodes using the sporadic message data service specified in IEC 61158-3-11, 4.4.

The total bandwidth can be calculated using the Formulae (6), (7), (8), (9), (10) and (11).

$$BW = BW_{\text{RTE}} + BW_{\text{NRT}} + BW_{\text{CNT}} \quad (6)$$

$$BW_{\text{RTE}} = TR_{\text{RTE}} \times \frac{8}{100} \quad (7)$$

$$TR_{\text{RTE}} = TR_{\text{HS}} + TR_{\text{MS}} + TR_{\text{LS}} \quad (8)$$

$$TR_{\text{HS}} = \frac{DV_{\text{HS}}}{DT_{\text{H}}} \quad (9)$$

$$TR_{\text{MS}} = \frac{DV_{\text{MS}}}{DT_{\text{M}}} \quad (10)$$

$$TR_{\text{LS}} = \frac{DV_{\text{LS}}}{DT_{\text{L}}} \quad (11)$$

where

- BW is the total bandwidth in %, and the 100 % is 100 Mbit/s;
- BW_{RTE} is the bandwidth used for the RTE communications in %;
- BW_{NRT} is the bandwidth used for the non-RTE communications in %;
- BW_{CNT} is the bandwidth used for the scheduling communications and for the protocol overhead in %;
- TR_{RTE} is the throughput RTE in Moctets/s;
- TR_{HS} is the throughput RTE for the high-speed cyclic data in Moctets/s;
- TR_{MS} is the throughput RTE for the medium-speed cyclic data in Moctets/s;
- TR_{LS} is the throughput RTE for the low-speed cyclic data in Moctets/s;
- DV_{HS} is the total volume of the high-speed cyclic data sent by all end-stations;
- DV_{MS} is the total volume of the medium-speed cyclic data sent by all end-stations;
- DV_{LS} is the total volume of the low-speed cyclic data sent by all end-stations;
- DT_H is the delivery time for the high-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;
- DT_M is the delivery time for the medium-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;
- DT_L is the delivery time for the low-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC.

The throughput RTE or the non-RTE bandwidth depends on the BW_{CNT} for scheduling the communications and for the protocol overhead. The scheduling communications and the protocol overhead, based on the formulas provided in 4.2.4.2.2, depend on the number of the hubs between the end-stations, the cable propagation delay and the total number of the end-stations, and is related to the time for the maintenance and control needed to solicit a new end-station and to keep the periodic time operation.

4.2.4.2.4 Number of end-stations

The maximum number of the end-stations shall be up to 254.

4.2.4.2.5 Basic network topology

The network topology supported by this profile is of a hierarchical star. The number of layers in a hierarchy is application specific and is determined on the basis of the number of end-stations, their physical location, and the distance between the end-stations. The maximum number of hubs between any 2 end-stations shall be up to 7.

4.2.4.2.6 Redundancy recovery time

The maximum time from a failure to become fully operational again in case of a single permanent failure is almost 0 time period. This profile supports full operation without interrupting high-level data transfer services.

4.2.4.3 Consistent set of performance indicators

4.2.4.3.1 Consistent set of PIs preferential for RTE communications

Table 12 shows one of a consistent set of the performance indicators for CP 11/1. The values in Table 12 are representing one of the practical examples, but not of the theoretical maximum, and the example is preferential for the RTE communications, which means that the total available bandwidth both for the RTE communications and the non-RTE communications is allocated alone to the RTE communications.

Table 12 – CP 11/1: Consistent set of PIs preferential for RTE communications

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	$DT_H = 2 \text{ ms}$ $DT_M = 20 \text{ ms}$ $DT_L = 200 \text{ ms}$	–
Number of end-stations	24	Maximum distance between nodes is 4 km
Number of switches between end-stations	0	3 hubs
Throughput RTE	Total = 7,3 Moctets/s $TR_{HS} = 6,4 \text{ Moctets/s}$ $TR_{MS} = 0,9 \text{ Moctets/s}$	$DV_{HS} = 12\,800 \text{ octets}$ $DV_{MS} = 19\,200 \text{ octets}$ $DV_L = 0 \text{ octets}$
Non-RTE bandwidth	0 %	–
Non-time-based synchronization accuracy	$< 10 \mu\text{s}$	–
Redundancy recovery time	0 s	–

4.2.4.3.2 Consistent set of PIs for RTE and non-RTE communications

Table 13 shows one consistent set of performance indicators for CP 11/1. The values given in Table 13 are representing one practical example, but they are not the theoretical maximum. The total available bandwidth is partitioned between the RTE communications and the non-RTE communications.

Table 13 – CP 11/1: Consistent set of PIs both for RTE and non-RTE communications

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	$DT_H = 2 \text{ ms}$ $DT_M = 20 \text{ ms}$ $DT_L = 200 \text{ ms}$	–
Number of end-stations	13	Maximum distance between nodes is 4 km
Number of switches between end-stations	0	5 hubs
Throughput RTE	Total = 5,7 Moctets/s $TR_{HS} = 5,1 \text{ Moctets/s}$ $TR_{MS} = 0,6 \text{ Moctets/s}$	$DV_{HS} = 10\,240 \text{ octets}$ $DV_{MS} = 12\,800 \text{ octets}$ $DV_L = 0 \text{ octets}$
Non-RTE bandwidth	$< 20 \%$	–
Non-time-based synchronization accuracy	$< 10 \mu\text{s}$	–
Redundancy recovery time	0 s	–

4.3 CP 11/2

4.3.1 Physical layer

The physical layer of 100 Mbit/s shall be according to ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Connectors and cables are specified in IEC 61784-5-11 and IEC 61918.

4.3.2 Data-link layer

4.3.2.1 DLL services selection

The DLL service selection is the same as specified in 4.2.2.1.

4.3.2.2 DLL protocol selection

Table 14 specifies the DLL protocol selection within IEC 61158-4-11.

Table 14 – CP 11/2: DLL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	–
2	Normative references	YES	Relevant reference only
3	Terms, definitions, symbols and abbreviations	Partial	–
4	Overview of the DL-protocol	–	–
4.1	General	YES	–
4.2	Overview of the medium access control	YES	–
4.3	Service assumed from the PhL	YES	–
4.4	DLL architecture	–	–
4.4.1	Overview	YES	–
4.4.2	Star-architecture	NO	–
4.4.3	Loop-architecture	YES	–
4.5	Access control machine and schedule support functions	YES	–
4.6	Local parameters, variables, counters, timers and queues	–	–
4.6.1	Overview	YES	–
4.6.1.1	General	YES	–
4.6.1.2	Summary of variables, parameters, counters, timers for star-architecture	NO	–
4.6.1.3	Summary of variables, parameters, counters, timers for loop-architecture	YES	Relevant values and features to 100 Mbit/s data rate
4.6.2	Type 11 common variables, parameters, counters, timers and queues	YES	Relevant values and features to 100 Mbit/s data rate
4.6.3	Star-architecture specific variables, parameters, counters timers and queues	NO	–
4.6.4	Loop-architecture specific variables, parameters, counters timers and queues	YES	Relevant values and features to 100 Mbit/s data rate
5	General structure and encoding of PhIDEs and DLPDU and related element of procedure	YES	See Table 15
6	DLPDU-specific structure, encoding and elements of procedure	YES	See Table 16
7	DLE element of procedure	–	–
7.1	DLE elements of procedure for star-architecture	NO	–

Clause	Header	Presence	Constraints
7.2	DLE elements of procedure for loop-architecture	–	–
7.2.1	Overall structure	YES	–
7.2.2	Initialization	YES	–
7.2.3	Cyclic transmission TX/RX control (CTRC)	YES	Relevant values and features to 100 Mbit/s data rate
7.2.4	Sporadic TX/RX control (STRC)	YES	–
7.2.5	Access control machine (ACM)	YES	Table 75 applicable
7.2.6	Redundancy medium control (RMC)	YES	Table 83 applicable
7.3	Serializer and deserializer	YES	–
7.4	DLL management protocol	–	–
7.4.1	DLL management protocol for star-architecture	NO	–
7.4.2	DLL management protocol for loop-architecture	YES	–

Table 15 – CP 11/2: DLL protocol selection of Clause 5

Clause	Header	Presence	Constraints
5.1	Overview	YES	–
5.2	PhIDU structure and encoding	YES	–
5.3	Common MAC frame structure, encoding and elements of procedure	YES	–
5.4	Elements of the MAC frame	–	–
5.4.1	General	YES	–
5.4.2	Preamble field	YES	–
5.4.3	Start frame delimiter (SFD)	YES	–
5.4.4	Address field	YES	–
5.4.5	Length/type field	YES	–
5.4.6	Frame control field (FC)	–	–
5.4.6.1	Structure of FC field	YES	–
5.4.6.2	Frame type (F-type) field	YES	–
5.4.6.3	Priority field (Pri)	YES	Relevant feature to 100 Mbit/s data rate
5.4.7	Source node number field (SN)	YES	–
5.4.8	Data and pad field	YES	–
5.4.9	Frame check sequence (FCS)	YES	–
5.5	Order of bit transmission	YES	–
5.6	Invalid DLPDU	YES	–

Table 16 – CP 11/2: DLL protocol selection of Clause 6

Clause	Header	Presence	Constraints
6.1	General	YES	–
6.2	Synchronization DLPDU (SYN)	–	–
6.2.1	General	YES	–
6.2.2	Structure of SYN DLPDU	YES	–
6.2.3	Parameters of SYN DLPDU	–	–
6.2.3.1	Transmission permits node number (PN)	YES	Relevant feature to 100 Mbit/s operation of loop architecture
6.2.3.2	Control word (CW)	–	–
6.2.3.2.1	CW for star-architecture	NO	–
6.2.3.2.2	CW for loop-architecture	YES	–
6.2.3.3	Slot time (ST)	YES	Relevant feature to 100 Mbit/s operation of loop architecture
6.2.3.4	High-speed transmission period (T_h)	YES	–
6.2.3.5	Medium-speed transmission period (T_m)	YES	–
6.2.3.6	Sporadic message transmission target-token-rotation-time period (T_s)	NO	Relevant feature to 100 Mbit/s operation of loop architecture
6.2.3.7	Low-speed transmission period (T_l)	NO	–
6.2.3.8	Live list (LL)	YES	–
6.2.4	User data	YES	–
6.2.5	Sending SYN DLPDU	YES	–
6.2.6	Receiving SYN DLPDU	YES	–
6.3	Transmission complete DLPDU (CMP)	YES	Relevant feature to 100 Mbit/s operation of loop architecture
6.4	In-ring request DLPDU (REQ)	–	–
6.4.1	General	YES	–
6.4.2	Structure of REQ DLPDU	YES	–
6.4.3	Node mode – ESYN Parameter	NO	–
6.4.4	Recipient node number (RN) Parameter	YES	–
6.4.5	User data of REQ DLPDU	YES	–
6.4.6	Sending REQ DLPDU	YES	Relevant feature to 100 Mbit/s operation of loop architecture
6.4.7	Receiving REQ DLPDU	YES	–
6.5	Claim DLPDU (CLM)	–	–
6.5.1	General	YES	–
6.5.2	Structure of CLM DLPDU	YES	–
6.5.3	Parameter of CLM DLPDU	–	–
6.5.3.1	Residual counts of CLM DLPDU parameter (RC)	YES	–
6.5.3.2	Slot time (ST) parameter	YES	Relevant feature to 100 Mbit/s operation of loop-architecture
6.5.3.3	Node mode (NM) parameter	NO	–
6.5.4	User data of CLM DLPDU	YES	–

Clause	Header	Presence	Constraints
6.5.5	Sending and receiving CLM DLPDU	YES	–
6.6	Command DLPDU (COM)	–	–
6.6.1	General	YES	–
6.6.2	Structure of COM DLPDU	YES	–
6.6.3	Parameters of COM DLPDU	YES	–
6.6.4	User data of COM DLPDU	YES	–
6.6.5	Sending and receiving COM DLPDU	YES	Relevant feature to 100 Mbit/s operation of loop-architecture
6.7	Cyclic data and cyclic data with transmission complete DLPDU (DT) and (DT-CMP)	–	–
6.7.1	General	YES	–
6.7.2	Structure of DT DLPDU	YES	–
6.7.3	Parameters of DT DLPDU	YES	–
6.7.3.1	DLCEP-address parameter	YES	–
6.7.3.2	Word length parameter (WD)	–	–
6.7.3.2.1	WD for star-architecture	NO	–
6.7.3.2.2	WD for loop-architecture	YES	Relevant feature to 100 Mbit/s operation of loop-architecture
6.7.4	Sending DT or DT-CMP DLPDU	YES	–
6.7.5	Receiving DT or DT-CMP DLPDU	YES	–
6.8	RAS DLPDU (RAS)	YES	–
6.8.1	General	–	–
6.8.2	Structure of RAS DLPDU	YES	–
6.8.3	DCEP-address parameters	YES	–
6.8.4	User data	YES	–
6.8.5	Sending and receiving RAS DLPDU	YES	Relevant feature to 100 Mbit/s operation of loop-architecture
6.9	Loop repeat request DLPDU (LRR)	YES	–
6.10	Loop diagnosis DLPDU (LPD)	YES	–

4.3.3 Application layer

4.3.3.1 AL service selection

The AL service selection is the same as specified in 4.2.3.1.

4.3.3.2 AL protocol selection

The AL protocol selection is the same as specified in 4.2.3.2.

4.3.4 Performance indicator selection

4.3.4.1 Performance indicator overview

Table 17 shows the performance indicators overview of CP 11/2.

Table 17 – CP 11/2: PI overview

Performance indicator	Applicable	Constraints
Delivery time	YES	–
Number of end stations	YES	–
Basic network topology	YES	Loop (ring) topology
Number of switches between end stations	NO	–
Throughput RTE	YES	–
Non-RTE bandwidth	YES	–
Time synchronization accuracy	YES	IEC 61588 shall be installed
Non-time-based synchronization accuracy	YES	–
Redundancy recovery time	YES	$4 \times T_h$

4.3.4.2 Performance indicator dependencies

4.3.4.2.1 Dependency matrix

Table 18 shows the dependencies between performance indicators for CP 11/2.

Table 18 – CP 11/2: PI dependency matrix

Dependent PI	Influencing PI							
	Delivery time	Number of end stations	Basic network topology	Throughput RTE	Non-RTE bandwidth	Time synchronization accuracy	Non time-based synchronization accuracy	Redundancy recovery time
Delivery time		NO 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NO 4.2.4.2.5	NO 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NO 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NO	NO	NO 4.3.4.2.6
Number of end stations	NO		NO	YES 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	YES 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NO	NO	NO
Basic network topology	NO	NO		NO	NO	NO	NO	NO
Throughput RTE	YES 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	YES 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NO		YES 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NO	NO	NO
Non-RTE bandwidth	YES 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	YES 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NO	YES 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3		NO	NO	NO
Time synchronization accuracy	NO	NO	NO	NO	NO		NO	NO
Non-time-based synchronization accuracy	NO	NO	NO	NO	NO	NO		NO
Redundancy recovery time	YES 4.3.4.2.6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

4.3.4.2.2 Calculation of Delivery time

Delivery time is definitely specified by the application users using the TCC data service, and the delivery time specified meets both cases of no transmission error and one lost frame with recovery.

The TCC data service provides 2 kinds of data transmission services at the same time, that are according to the data preference and the delivery time of the APDU to be transferred using the data transmission service.

Table 19 specifies the TCC data service selection supported by this profile.

Table 19 – CP 11/2: TCC data service selection

Service ref.	Service name	Applicable	Constraint
IEC 61158-3-11 Clause 4	High-speed cyclic data transmission	YES	The range of the high-speed transmission period (T_h) is 1 ms to 160 ms, of which unit is in 0,1 ms
IEC 61158-3-11 Clause 4	Medium-speed cyclic data transmission	YES	The range of the medium-speed transmission period (T_m) is 10 ms to 1 000 ms, of which unit is in 1 ms and in multiples of the T_h

The performance indicator delivery time is related to the amount of both RTE data and non-RTE data which are exchanged between the end stations, the number of the Ethernet frame that is used for the deterministic transmission scheduling, the signal propagation delay to the end station and the number of end stations.

The performance indicator delivery time can be calculated using the Formulae (12), (13), (14) and (15).

$$DT_H = T_h \quad (12)$$

$$DT_M = T_m \quad (13)$$

$$T_h = T_{RTE} + T_{NRT} + T_{SCH} + T_{PD} + T_{MAC} \quad (14)$$

$$T_{RTE} = T_{HS} + \frac{T_{MS}}{T_m} \times T_h \quad (15)$$

where

DT_H is the delivery time for the high-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;

DT_M is the delivery time for the medium-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;

- T_h is the high-speed transmission time period, and is the basic cycle_time (ct) for the TCC data service;
- T_m is the medium-speed transmission time period;
- T_{RTE} is the total sum of the frame transmit time, in which the frame of the Ethernet with the RTE data as a payload of a fixed length is sent out of the end station within the time period of T_h . The total volume of the RTE data and the bandwidth for the non-RTE data is specified by the application user;
- T_{NRT} is the total sum of the frame transmit time, in which the frame with the non-RTE data as a payload is sent out of the end station within the time period of T_h and is used for the standard Ethernet application on sporadic basis;
- T_{SCH} is the total sum of the frame transmit time, in which the frame is exchanged for the deterministic transmission scheduling between the end stations. The T_{SCH} includes both the time for the synchronization DLPDU and the multiple Transmission complete DLPDUs which are specified in IEC 61158-4-11, Clause 6;
- T_{PD} is the sum total of the signal propagation delay (pd) between the end stations. The T_{PD} depends on the cable propagation delay (cd) and the number of the end stations;
- T_{MAC} is the time for the maintenance and control, in which a new end station is solicited to join and the periodic time operation is controlled;
- T_{HS} is the total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the high-speed cyclic data;
- T_{MS} is the total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the medium-speed cyclic data.

4.3.4.2.3 Relation between throughput RTE and non-RTE bandwidth

Figure 2 shows an example of the relation between the throughput RTE and the non-RTE bandwidth in the case of a 100 Mbit/s physical layer. This profile supports the specification of a percentage of the bandwidth and/or the throughput which are used for the non-RTE and the RTE communications.

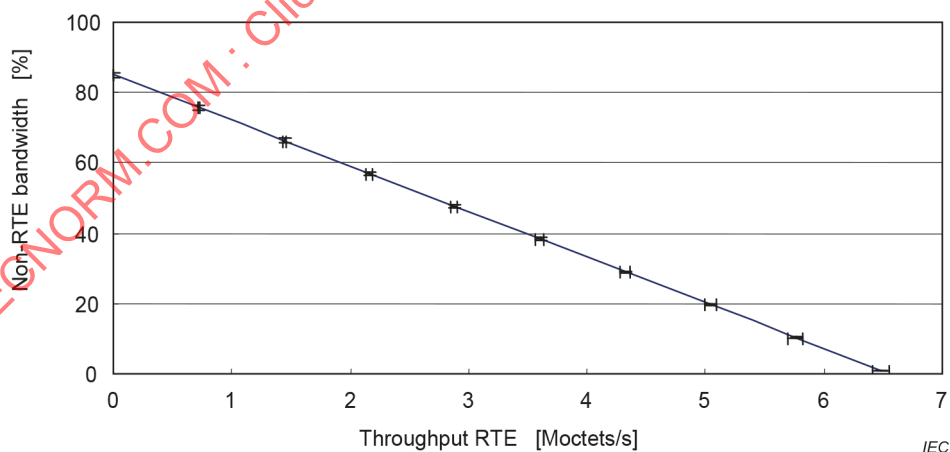


Figure 2 – CP 11/2: Throughput RTE and non-RTE bandwidth

The throughput RTE indicates the total amount of the APDU data by octet length per second, and the APDU data is sent out by the node using the TCC data service specified in IEC 61158-3-11, 4.3. The non-RTE bandwidth indicates the total percentage of the bandwidth, which is used for the non-RTE communications by the nodes using the sporadic message data service specified in IEC 61158-3-11, 4.4.

The total bandwidth can be calculated using the Formulae (16), (17), (18), (19) and (20).

$$BW = BW_{RTE} + BW_{NRT} + BW_{CNT} \quad (16)$$

$$BW_{RTE} = TR_{RTE} \times \frac{8}{100} \quad (17)$$

$$TR_{RTE} = TR_{HS} + TR_{MS} \quad (18)$$

$$TR_{HS} = \frac{DV_{HS}}{DT_H} \quad (19)$$

$$TR_{MS} = \frac{DV_{MS}}{DT_M} \quad (20)$$

where

BW is the total bandwidth in %, and the 100 % is 100 Mbit/s;

BW_{RTE} is the bandwidth used for the RTE communications in %;

BW_{NRT} is the bandwidth used for the non-RTE communications in %;

BW_{CNT} is the bandwidth used for the scheduling communications and for the protocol overhead in %;

TR_{RTE} is the throughput RTE in Moctets/s;

TR_{HS} is the throughput RTE for the high-speed cyclic data in Moctets/s;

TR_{MS} is the throughput RTE for the medium-speed cyclic data in Moctets/s;

DV_{HS} is the total volume of the high-speed cyclic data sent by all end stations;

DV_{MS} is the total volume of the medium-speed cyclic data sent by all end stations;

DT_H is the delivery time for the high-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;

DT_M is the delivery time for the medium-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC.

The throughput RTE or the non-RTE bandwidth depends on the BW_{CNT} for scheduling the communications and for the protocol overhead. The scheduling communications and the protocol overhead, based on the formulae provided in 4.3.4.2.2, depend on the cable propagation delay and the total number of the end stations, and is related to the time for the maintenance and control needed to solicit a new end station and to keep the periodic time operation.

4.3.4.2.4 Number of end-station

The maximum number of end stations shall be up to 254.

4.3.4.2.5 Basic network topology

The network topology supported by this profile is of a loop (ring).

4.3.4.2.6 Redundancy recovery time

The maximum time from a failure to become fully operational again in case of a single permanent failure is $4 \times T_h$ (T_h : the high-speed transmission time period) in 4.3.4.2.2.

4.3.4.3 Consistent set of performance indicators

4.3.4.3.1 Consistent set of PIs preferential for RTE communications

Table 20 shows one of a consistent set of the performance indicators for CP 11/2. The values in Table 20 are representing one practical example, but not the theoretical maximum. The example is preferential for RTE communications, which means that the total available bandwidth both for the RTE communications and the non-RTE communications is allocated alone to the RTE communications.

Table 20 – CP 11/2: Consistent set of PIs preferential for RTE communications

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	$DT_H = 2 \text{ ms}$ $DT_M = 20 \text{ ms}$	–
Number of end stations	24	Total length of cables in a loop is 2 km
Number of switches between end stations	0	Not applicable
Throughput RTE	Total = 4,6 Moctets/s $TR_{HS} = 4,0 \text{ Moctets/s}$ $TR_{MS} = 0,6 \text{ Moctets/s}$	$DV_{HS} = 7\,920 \text{ octets}$ $DV_{MS} = 11\,520 \text{ octets}$
Non-RTE bandwidth	0 %	–
Non-time-based synchronization accuracy	$< 10 \mu\text{s}$	–
Redundancy recovery time	8 ms	–

4.3.4.3.2 Consistent set of PIs for RTE and non-RTE communications

Table 21 shows one consistent set of performance indicators for CP 11/2. The values given in Table 21 are representing one practical example, but they are not the theoretical maximum. The total available bandwidth is partitioned between the RTE communications and the non-RTE communications.

Table 21 – CP 11/2: Consistent set of PIs both for RTE and non-RTE communications

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	$DT_H = 2 \text{ ms}$ $DT_M = 20 \text{ ms}$	–
Number of end stations	13	Total length of cables in a loop is 2 km
Number of switches between end stations	0	Not applicable
Throughput RTE	Total = 4,8 Moctets/s $TR_{HS} = 4,3 \text{ Moctets/s}$ $TR_{MS} = 0,5 \text{ Moctets/s}$	$DV_{HS} = 8\,640 \text{ octets}$ $DV_{MS} = 10\,080 \text{ octets}$
Non-RTE bandwidth	< 20 %	–
Non-time-based synchronization accuracy	< 10 μs	–
Redundancy recovery time	8 ms	–

4.4 CP 11/3

4.4.1 Physical layer

The physical layer of 1 000 Mbit/s shall be according to ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Connectors and cables are specified in IEC 61784-5-11 and IEC 61918.

4.4.2 Data-link layer

4.4.2.1 DLL services selection

The DLL service selection is the same as specified in 4.2.2.1.

4.4.2.2 DLL protocol selection

Table 22 specifies the DLL protocol selection within IEC 61158-4-11.

Table 22 – CP 11/3: DLL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	–
2	Normative references	YES	Relevant reference only
3	Terms, definitions, symbols and abbreviations	Partial	–
4	Overview of the DL-protocol	–	–
4.1	General	YES	–
4.2	Overview of the medium access control	YES	–
4.3	Service assumed from the PhL	YES	–
4.4	DLL architecture	–	–
4.4.1	Overview	YES	–
4.4.2	Star-architecture	NO	–
4.4.3	Loop-architecture	YES	–
4.5	Access control machine and schedule support functions	YES	–

Clause	Header	Presence	Constraints
4.6	Local parameters, variables, counters, timers and queues	–	–
4.6.1	Overview	YES	–
4.6.1.1	General	YES	–
4.6.1.2	Summary of variables, parameters, counters, timers for star-architecture	NO	–
4.6.1.3	Summary of variables, parameters, counters, timers for loop-architecture	YES	Relevant values and features to 1 000 Mbit/s data rate
4.6.2	Type 11 common variables, parameters, counters, timers and queues	YES	Relevant values and features to 1 000 Mbit/s data rate
4.6.3	Star-architecture specific variables, parameters, counters timers and queues	NO	–
4.6.4	Loop-architecture specific variables, parameters, counters timers and queues	YES	Relevant values and features to 1 000 Mbit/s data rate
5	General structure and encoding of PhIDEs and DLPDU and related elements of procedure	YES	See Table 23
6	DLPDU-specific structure, encoding and elements of procedure	YES	See Table 24
7	DLE elements of procedure	–	–
7.1	DLE elements of procedure for star-architecture	NO	–
7.2	DLE elements of procedure for loop-architecture	–	–
7.2.1	Overall structure	YES	–
7.2.2	Initialization	YES	–
7.2.3	Cyclic transmission TX/RX control (CTRC)	YES	Relevant values and features to 1 000 Mbit/s data rate
7.2.4	Sporadic TX/RX control (STRC)	YES	–
7.2.5	Access control machine (ACM)	YES	Table 76 applicable
7.2.6	Redundancy medium control (RMC)	YES	Table 84 applicable
7.3	Serializer and deserializer	YES	–
7.4	DLL management protocol	–	–
7.4.1	DLL management protocol for star-architecture	NO	–
7.4.2	DLL management protocol for loop-architecture	YES	–

Table 23 – CP 11/3: DLL protocol selection of Clause 5

Clause	Header	Presence	Constraints
5.1	Overview	YES	–
5.2	PhIDU structure and encoding	YES	–
5.3	Common MAC frame structure, encoding and elements of procedure	YES	–
5.4	Elements of the MAC frame	–	–
5.4.1	General	YES	–
5.4.2	Preamble field	YES	–
5.4.3	Start frame delimiter (SFD)	YES	–
5.4.4	Address field	YES	–
5.4.5	Length/type field	YES	–
5.4.6	Frame control field (FC)	–	–
5.4.6.1	Structure of FC field	YES	–

Clause	Header	Presence	Constraints
5.4.6.2	Frame type (F-type) field	YES	–
5.4.6.3	Priority field (Pri)	YES	Relevant feature to 1 000 Mbit/s data rate
5.4.7	Source node number field (SN)	YES	–
5.4.8	Data and pad field	YES	–
5.4.9	Frame check sequence (FCS)	YES	–
5.5	Order of bit transmission	YES	–
5.6	Invalid DLPDU	YES	–

Table 24 – CP 11/3: DLL protocol selection of Clause 6

Clause	Header	Presence	Constraints
6.1	General	YES	–
6.2	Synchronization DLPDU (SYN)	–	–
6.2.1	General	YES	–
6.2.2	Structure of SYN DLPDU	YES	–
6.2.3	Parameters of SYN DLPDU	–	–
6.2.3.1	Transmission permits node number (PN)	YES	Relevant feature to 1 000 Mbit/s operation of loop-architecture
6.2.3.2	Control word (CW)	–	–
6.2.3.2.1	CW for star-architecture	NO	–
6.2.3.2.2	CW for loop-architecture	YES	–
6.2.3.3	Slot time (ST)	YES	Relevant feature to 1 000 Mbit/s operation of loop-architecture
6.2.3.4	High-speed transmission period (T_H)	YES	–
6.2.3.5	Medium-speed transmission period (T_M)	YES	–
6.2.3.6	Sporadic message transmission target-token-rotation-time period (T_S)	YES	Relevant feature to 1 000 Mbit/s operation of loop-architecture
6.2.3.7	Low-speed transmission period (T_L)	YES	–
6.2.3.8	Live list (LL)	YES	–
6.2.4	User data	YES	–
6.2.5	Sending SYN DLPDU	YES	–
6.2.6	Receiving SYN DLPDU	YES	–
6.3	Transmission complete DLPDU (CMP)	YES	Relevant feature to 1 000 Mbit/s operation of loop-architecture
6.4	In-ring request DLPDU (REQ)	–	–
6.4.1	General	YES	–
6.4.2	Structure of REQ DLPDU	YES	–
6.4.3	Node mode – ESYN parameter	YES	–
6.4.4	Recipient node number (RN) parameter	YES	–
6.4.5	User data of REQ DLPDU	YES	–
6.4.6	Sending REQ DLPDU	YES	Relevant feature to 1 000 Mbit/s operation of loop-architecture

Clause	Header	Presence	Constraints
6.4.7	Receiving REQ DLPDU	YES	–
6.5	Claim DLPDU (CLM)	–	–
6.5.1	General	YES	–
6.5.2	Structure of CLM DLPDU	YES	–
6.5.3	Parameter of CLM DLPDU	–	–
6.5.3.1	Residual counts of CLM DLPDU parameter (RC)	YES	
6.5.3.2	Slot time (ST) parameter	YES	Relevant feature to 1 000 Mbit/s operation of loop-architecture
6.5.3.3	Node mode (NM) parameter	YES	–
6.5.4	User data of CLM DLPDU	YES	–
6.5.5	Sending and receiving CLM DLPDU	YES	–
6.6	Command DLPDU (COM)	–	–
6.6.1	General	YES	
6.6.2	Structure of COM DLPDU	YES	–
6.6.3	Parameter of COM DLPDU	YES	–
6.6.4	User data of COM DLPDU	YES	–
6.6.5	Sending and receiving COM DLPDU	YES	Relevant feature to 1 000 Mbit/s operation of loop-architecture
6.7	Cyclic data and cyclic data with transmission complete DLPDU (DT) and (DT-CMP)	–	–
6.7.1	General	YES	–
6.7.2	Structure of the DT DLPDU	YES	–
6.7.3	Parameters of DT DLPDU	YES	–
6.7.3.1	DLCEP-address parameter	YES	–
6.7.3.2	Word length parameter (WD)	–	–
6.7.3.2.1	WD for star-architecture	NO	–
6.7.3.2.2	WD for loop-architecture	YES	Relevant feature to 1 000 Mbit/s operation of loop-architecture
6.7.4	Sending DT or DT-CMP DLPDU	YES	–
6.7.5	Receiving DT or DT-CMP DLPDU	YES	–
6.8	RAS DLPDU (RAS)	–	–
6.8.1	General	YES	–
6.8.2	Structure of RAS DLPDU	YES	–
6.8.3	DCEP-address parameters	YES	–
6.8.4	User data	YES	–
6.8.5	Sending and receiving RAS DLPDU	YES	Relevant feature to 1 000 Mbit/s operation of loop-architecture
6.9	Loop repeat request DLPDU (LRR)	YES	–
6.10	Loop diagnosis DLPDU (LPD)	YES	–

4.4.3 Application layer

4.4.3.1 AL service selection

The AL service selection is the same as specified in 4.2.3.1.

4.4.3.2 AL protocol selection

The AL protocol selection is the same as specified in 4.2.3.2.

4.4.4 Performance indicator selection

4.4.4.1 Performance indicator overview

Table 25 shows the performance indicators overview of CP 11/3.

Table 25 – CP 11/3: PI overview

Performance indicator	Applicable	Constraints
Delivery time	YES	–
Number of end stations	YES	–
Basic network topology	YES	Loop (ring) topology
Number of switches between end stations	NO	–
Throughput RTE	YES	–
Non-RTE bandwidth	YES	–
Time synchronization accuracy	YES	IEC 61588 shall be installed
Non-time-based synchronization accuracy	YES	–
Redundancy recovery time	YES	$4 \times T_h$

4.4.4.2 Performance indicator dependencies

4.4.4.2.1 Dependency matrix

Table 26 shows the dependencies between performance indicators for CP 11/3.

Table 26 – CP 11/3: PI dependency matrix

Dependent PI	Influencing PI							
	Delivery time	Number of end- stations	Basic network topology	Throughput RTE	Non-RTE bandwidth	Time synchronization accuracy	Non time-based synchronization accuracy	Redundancy recovery time
Delivery time		NO 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3	NO 4.4.4.2.5	NO 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3	NO 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3	NO	NO	NO 4.4.4.2.6
Number of end stations	NO		NO	YES 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3	YES 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3	NO	NO	NO
Basic network topology	NO	NO		NO	NO	NO	NO	NO
Throughput RTE	YES 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3	YES 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3	NO		YES 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3	NO	NO	NO
Non-RTE bandwidth	YES 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3	YES 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3	NO	YES 4.4.4.2.2 4.4.4.2.3		NO	NO	NO
Time synchronization accuracy	NO	NO	NO	NO	NO		NO	NO
Non-time-based synchronization accuracy	NO	NO	NO	NO	NO	NO		NO
Redundancy recovery time	YES 4.4.4.2.6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

4.4.4.2.2 Calculation of Delivery time

Delivery time is definitely specified by the application users using the TCC data service, and the delivery time specified meets both cases of no transmission error and one lost frame with recovery.

The TCC data service provides 3 kinds of the data transmission service at the same time, that are according to the data preference and the delivery time of an APDU to be transferred using the data transmission service.

Table 27 specifies the TCC data service selection supported by this profile.

Table 27 – CP 11/3: TCC data service selection

Service ref.	Service name	Applicable	Constraint
IEC 61158-3-11 Clause 4	High-speed cyclic data transmission	YES	The range of the high-speed transmission period (T_h) is 0,1 ms to 160 ms, of which unit is in 0,1 ms
IEC 61158-3-11 Clause 4	Medium-speed cyclic data transmission	YES	The range of the medium-speed transmission period (T_m) is 1 ms to 1 000 ms, of which unit is in 1 ms and in multiples of the T_h
IEC 61158-3-11 Clause 4	Low-speed cyclic data transmission	YES	The range of low-speed transmission period (T_l) is 1 ms to 10 000 ms, of which unit is in 1 ms and in multiples of the T_h

The performance indicator delivery time is related to the amount of both RTE data and non-RTE data which are exchanged between the end-stations, the number of the Ethernet frame that is used for the deterministic transmission scheduling, the signal propagation delay to the end-station, the number of the end-stations.

The performance indicator delivery time can be calculated using the Formulae (21), (22), (23), (24) and (25).

$$DT_H = T_h \quad (21)$$

$$DT_M = T_m \quad (22)$$

$$DT_L = T_l \quad (23)$$

$$T_h = T_{RTE} + T_{NRT} + T_{SCH} + T_{PD} + T_{MAC} \quad (24)$$

$$T_{RTE} = T_{HS} + \frac{T_{MS}}{T_m} \times T_h + \frac{T_{LS}}{T_l} \times T_h \quad (25)$$

where

DT_H is the delivery time for the high-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;

DT_M is the delivery time for the medium-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;

DT_L is the delivery time for the low-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;

- T_h is the high-speed transmission time period, and is the basic cycle_time (ct) for the TCC data service;
- T_m is the medium-speed transmission time period;
- T_l is the low-speed transmission time period;
- T_{RTE} is the total sum of the frame transmit time, in which the frame of the Ethernet with the RTE data as a payload of a fixed length is sent out of the end-station within the time period of T_h . The total volume of the RTE data and the bandwidth for the non-RTE data is specified by the application user;
- T_{NRT} is the total sum of the frame transmit time, in which the frame with the non-RTE data as a payload is sent out of the end-station within the time period of T_h and is used for the standard Ethernet application on sporadic basis;
- T_{SCH} is the total sum of the frame transmit time, in which the frame is exchanged for the deterministic transmission scheduling between the end-stations. The T_{SCH} includes both the time for the synchronization DLPDU and the multiple Transmission complete DLPDUs which are specified in IEC 61158-4-11, Clause 6;
- T_{PD} is the sum total of the signal propagation delay (pd) between the end-stations. The T_{PD} depends on the cable propagation delay (cd) and the number of the end-stations;
- T_{MAC} is the time for the maintenance and control, in which a new end-station is solicited to join and the periodic time operation is controlled;
- T_{HS} is the total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the high-speed cyclic data;
- T_{MS} is the total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the medium-speed cyclic data;
- T_{LS} is the total sum of the frame transmit time, in which the TCC data frame conveys the low-speed cyclic data.

4.4.4.2.3 Relation between throughput RTE and non-RTE bandwidth

Figure 3 shows an example of the relation between the throughput RTE and the non-RTE bandwidth in the case of 1 000 Mbit/s physical layer. This profile supports the specification of a percentage of the bandwidth and/or the throughput which are used for the non-RTE and the RTE communications.

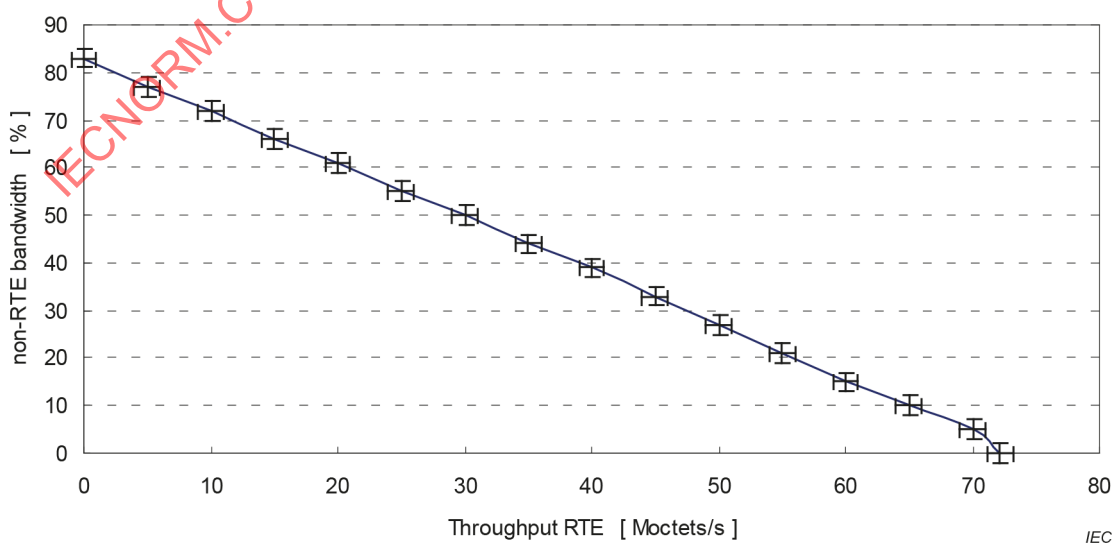


Figure 3 – CP 11/3: Throughput RTE and non-RTE bandwidth

The throughput RTE indicates the total amount of the APDU data by octet length per second, and the APDU data is sent out by the node using the TCC data service specified in IEC 61158-3-11, 4.3. The non-RTE bandwidth indicates the total percentage of the bandwidth, which is used for the non-RTE communications by the nodes using the sporadic message data service specified in IEC 61158-3-11, 4.4.

The total bandwidth can be calculated using the Formulae (26), (27), (28), (29), (30) and (31).

$$BW = BW_{RTE} + BW_{NRT} + BW_{CNT} \quad (26)$$

$$BW_{RTE} = TR_{RTE} \times \frac{8}{100} \quad (27)$$

$$TR_{RTE} = TR_{HS} + TR_{MS} + TR_{LS} \quad (28)$$

$$TR_{HS} = \frac{DV_{HS}}{DT_H} \quad (29)$$

$$TR_{MS} = \frac{DV_{MS}}{DT_M} \quad (30)$$

$$TR_{LS} = \frac{DV_{LS}}{DT_L} \quad (31)$$

where

BW is the total bandwidth in %, and the 100 % is 1 000 Mbit/s;

BW_{RTE} is the bandwidth used for the RTE communications in %;

BW_{NRT} is the bandwidth used for the non-RTE communications in %;

BW_{CNT} is the bandwidth used for the scheduling communications and for the protocol overhead in %;

TR_{RTE} is the throughput RTE in Moctets/s;

TR_{HS} is the throughput RTE for the high-speed cyclic data in Moctets/s;

TR_{MS} is the throughput RTE for the medium-speed cyclic data in Moctets/s;

TR_{LS} is the throughput RTE for the low-speed cyclic data in Moctets/s;

DV_{HS} is the total volume of the high-speed cyclic data sent by all end-stations;

DV_{MS} is the total volume of the medium-speed cyclic data sent by all end-stations;

DV_{LS} is the total volume of the low-speed cyclic data sent by all end-stations;

- DT_H is the delivery time for the high-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;
- DT_M is the delivery time for the medium-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC;
- DT_L is the delivery time for the low-speed cyclic data, which includes both the sender stack traversal time (STTs) and the receiver stack traversal time (STTr) including Phy and MAC.

The throughput RTE or the non-RTE bandwidth depends on the BW_{CNT} for scheduling the communications and for the protocol overhead. The scheduling communications and the protocol overhead, based on the formulas provided in 4.4.4.2.2, depend on the cable propagation delay and the total number of the end-stations, and is related to the time for the maintenance and control needed to solicit a new end-station and to keep the periodic time operation.

4.4.4.2.4 Number of end station

The maximum number of the end-stations shall be up to 254.

4.4.4.2.5 Basic network topology

The network topology supported by this profile is of a loop (ring).

4.4.4.2.6 Redundancy recovery time

The maximum time from a failure to become fully operational again in case of a single permanent failure is $4 \times T_h$ (T_h : the high-speed transmission time period) in 4.4.4.2.2.

4.4.4.3 Consistent set of performance indicators

4.4.4.3.1 Consistent set of PIs preference for RTE communications

Table 28 shows one of a consistent set of the performance indicators for CP 11/3. The values in Table 28 are representing one of the practical examples, but not of the theoretical maximum, and the example is preferential for the RTE communications, which means that the total available bandwidth both for the RTE communications and the non-RTE communications is allocated alone to the RTE communications.

Table 28 – CP 11/3: Consistent set of PIs preferential for RTE communications

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	$DT_H = 1 \text{ ms}$ $DT_M = 10 \text{ ms}$ $DT_L = 100 \text{ ms}$	–
Number of end-stations	32	Total length of cables in a loop is 6 km
Number of switches between end-stations	0	Not applicable
Throughput RTE	Total = 72,2 Moctets/s $TR_{HS} = 59,9 \text{ Moctets/s}$ $TR_{MS} = 12,0 \text{ Moctets/s}$ $TR_{LS} = 0,3 \text{ Moctets/s}$	$DV_{HS} = 59\,904 \text{ octets}$ $DV_{MS} = 119\,808 \text{ octets}$ $DV_{LS} = 299\,520 \text{ octets}$
Non-RTE bandwidth	0 %	–
Non-time-based synchronization accuracy	$< 10 \mu\text{s}$	–
Redundancy recovery time	4 ms	–

4.4.4.3.2 Consistent set of PIs for RTE and non-RTE communications

Table 29 shows one consistent set of performance indicators for CP 11/3. The values given in Table 29 are representing one practical example, but they are not the theoretical maximum. The total available bandwidth is partitioned between the RTE communications and the non-RTE communications.

Table 29 – CP 11/3: Consistent set of PIs both for RTE and non-RTE communications

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	$DT_H = 1 \text{ ms}$ $DT_M = 10 \text{ ms}$ $DT_L = 100 \text{ ms}$	–
Number of end-stations	32	Total length of cables in a loop is 6 km
Number of switches between end-stations	0	Not applicable
Throughput RTE	Total = 56,9 Moctets/s $TR_{HS} = 48,6 \text{ Moctets/s}$ $TR_{MS} = 6,4 \text{ Moctets/s}$ $TR_{LS} = 1,9 \text{ Moctets/s}$	$DV_{HS} = 48\,640 \text{ octets}$ $DV_{MS} = 64\,000 \text{ octets}$ $DV_{LS} = 192\,000 \text{ octets}$
Non-RTE bandwidth	$> 20 \%$	–
Non-time-based synchronization accuracy	$< 10 \mu\text{s}$	–
Redundancy recovery time	4 ms	–

Bibliography

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 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*

ISO/IEC 7498-1, *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*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-2-11:2023

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-2-11:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	46
INTRODUCTION.....	48
1 Domaine d'application	49
2 Références normatives	49
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions	50
3.1 Termes et définitions	50
3.2 Abréviations et acronymes	51
3.3 Symboles	51
3.4 Conventions.....	52
4 CPF 11 (TCnet) – Profils de communication RTE	53
4.1 Présentation générale	53
4.2 CP 11/1	53
4.2.1 Couche physique	53
4.2.2 Couche liaison de données	53
4.2.3 Couche application	57
4.2.4 Sélection des indicateurs de performance.....	58
4.3 CP 11/2	65
4.3.1 Couche physique	65
4.3.2 Couche liaison de données	65
4.3.3 Couche application	68
4.3.4 Sélection des indicateurs de performance.....	69
4.4 CP 11/3	74
4.4.1 Couche physique	74
4.4.2 Couche liaison de données	75
4.4.3 Couche application	78
4.4.4 Sélection des indicateurs de performance.....	79
Bibliographie.....	86
Figure 1 – CP 11/1: débit RTE et largeur de bande non-RTE	61
Figure 2 – CP 11/2: débit RTE et largeur de bande non-RTE	72
Figure 3 – CP 11/3: débit RTE et largeur de bande non-RTE	82
Tableau 1 – Symboles applicables à la CPF 11.....	51
Tableau 2 – CPF 11: présentation de l'ensemble de profils	53
Tableau 3 – CP 11/1: sélection des services DLL.....	54
Tableau 4 – CP 11/1: sélection du protocole DLL.....	54
Tableau 5 – CP 11/1: sélection du protocole DLL selon l'Article 5	55
Tableau 6 – CP 11/1: sélection du protocole DLL selon l'Article 6	56
Tableau 7 – CP 11/1: sélection des services AL.....	57
Tableau 8 – CP 11/1: sélection du protocole AL.....	58
Tableau 9 – CP 11/1: vue d'ensemble des indicateurs de performance	58
Tableau 10 – CP 11/1: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance	59
Tableau 11 – CP 11/1: sélection de services de données TCC.....	60

Tableau 12 – CP 11/1: ensemble cohérent d'indicateurs de performance préférentiels pour les communications RTE.....	64
Tableau 13 – CP 11/1: ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour les communications RTE et non-RTE	64
Tableau 14 – CP 11/2: sélection du protocole DLL.....	65
Tableau 15 – CP 11/2: sélection du protocole DLL selon l'Article 5	66
Tableau 16 – CP 11/2: sélection du protocole DLL selon l'Article 6	67
Tableau 17 – CP 11/2: vue d'ensemble des indicateurs de performance	69
Tableau 18 – CP 11/2: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance	69
Tableau 19 – CP 11/2: sélection de services de données TCC.....	70
Tableau 20 – CP 11/2: ensemble cohérent d'indicateurs de performance préférentiels pour les communications RTE.....	74
Tableau 21 – CP 11/2: ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour les communications RTE et non-RTE	74
Tableau 22 – CP 11/3: sélection du protocole DLL.....	75
Tableau 23 – CP 11/3: sélection du protocole DLL selon l'Article 5	76
Tableau 24 – CP 11/3: sélection du protocole DLL selon l'Article 6	77
Tableau 25 – CP 11/3: vue d'ensemble des indicateurs de performance	79
Tableau 26 – CP 11/3: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance	79
Tableau 27 – CP 11/3: sélection de services de données TCC.....	80
Tableau 28 – CP 11/3: ensemble cohérent d'indicateurs de performance préférentiels pour les communications RTE.....	84
Tableau 29 – CP 11/3: ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour les communications RTE et non-RTE	85

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX INDUSTRIELS –
PROFILS –Partie 2-11: Profils de bus de terrain supplémentaires pour
les réseaux en temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 11

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 61784-2-11 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.

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

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 2-11: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 11

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61784-2 définit la famille de profils de communication 11 (CPF 11). La CPF 11 spécifie un ensemble de profils de communication (CP) Ethernet en temps réel (RTE, Real-Time Ethernet) et de composants de réseau associés basés sur la série IEC 61158 (type 11), 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, ou l'IEC 61588, et amendent dans certains cas ces normes, pour obtenir les fonctions RTE.

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 61158-3-11:2007, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-11: Définition du service de la couche de liaison de données – Éléments de type 11*

IEC 61158-4-11:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 4-11: Spécification du protocole de la couche de liaison de données – Éléments de type 11*

IEC 61158-5-11:2007, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-11: Définition des services des couches application – Éléments de type 11*

IEC 61158-6-11:2007, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-11: Spécification des protocoles des couches d'application – Éléments de type 11*

IEC 61588, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems* (disponible en anglais seulement)

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 61784-5-11, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 5-11: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 11*

IEC 61918, *Réseaux de communication industriels – Installation de réseaux de communication dans des locaux industriels*

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

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 802.1Q-2018, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Bridges and Bridged Networks* (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 18/02/2022]

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

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

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

3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de 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 de l'IEC 61784-2-0 ainsi que les suivants s'appliquent.

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]
FCS	Frame Check Sequence (séquence de contrôle de trame)
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)
IP	Internet Protocol (protocole Internet) (voir l'IETF RFC 791)
LLDP	Link Layer Discovery Protocol (protocole de reconnaissance de couche de liaison) (voir l'IEEE Std 802.1AB-2016)
NoS	Number of Switches (nombre de commutateurs)
PHY	Physical layer entity sublayer (Sous-couche de l'entité de couche physique PHY) (voir l'ISO/IEC/IEEE 8802-3)
PI	Performance Indicator (indicateur de performance)
PTP	Precision Time Protocol (protocole de temps de précision) (voir l'IEC 61588)
RSTP	Rapid Spanning Tree algorithm and Protocol (algorithme et protocole d'arbre de recouvrement rapide) (voir l'IEEE Std 802.1Q-2018)
TCC	Time-Critical Cyclic (cyclique à contrainte de temps)
TCP	Transmission Control Protocol (protocole de commande de transmission) (voir l'IETF RFC 793)
UDP	User Datagram Protocol (protocole de datagramme utilisateur) (voir l'IETF RFC 768)

3.3 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles de 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 11

Symbole	Définition	Unité
BW_{CNT}	Largeur de bande utilisée pour l'ordonnancement des communications et le traitement des protocoles	%
BW_{NRT}	Largeur de bande utilisée pour les communications non-RTE	%
BW_{RTE}	Largeur de bande utilisée pour les communications RTE	%
cd	Délai du câble	µs
cdl	Longueur totale du câble	km
Ct	Temps de cycle	ms
données	Trame Ethernet complète	–
DT_H	Temps de remise des données cycliques à grande vitesse, incluant le temps transversal de la pile de l'émetteur (STTs) et le temps transversal de la pile du récepteur (STTr), y compris Phy et MAC	ms

Symbole	Définition	Unité
DT_L	Temps de remise des données cycliques à faible vitesse, incluant le temps transversal de la pile de l'émetteur (STTs) et le temps transversal de la pile du récepteur (STTr), y compris Phy et MAC	ms
DT_M	Temps de remise des données cycliques à moyenne vitesse, incluant le temps transversal de la pile de l'émetteur (STTs) et le temps transversal de la pile du récepteur (STTr), y compris Phy et MAC	ms
DV_{HS}	Volume total de données cycliques à grande vitesse	octets
DV_{LS}	Volume total de données cycliques à faible vitesse	octets
DV_{MS}	Volume total de données cycliques à moyenne vitesse	octets
NoS	Nombre de commutateurs	-
od	Autres délais	μs
pd	Délai de propagation	μs
STTs	Temps transversal de la pile de l'émetteur, y compris Phy et MAC	μs
STTr	Temps transversal de la pile du récepteur, y compris Phy et MAC	μs
T_h	Période de transmission à grande vitesse – le temps de cycle (ct) de base du service de données TCC	ms
T_{HS}	Somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame de données TCC achemine les données cycliques à grande vitesse	μs
T_l	Période de transmission à basse vitesse	ms
T_{LS}	Somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame de données TCC achemine les données cycliques à basse vitesse	μs
T_m	Période de transmission à moyenne vitesse	ms
T_{MAC}	Temps de maintenance et de contrôle, au cours duquel une nouvelle station d'extrémité est sollicitée et l'opération de temps périodique est contrôlée	μs
T_{MS}	Somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame de données TCC achemine les données cycliques à moyenne vitesse	μs
T_{NRT}	Somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame et les données non-RTE (données utiles) quittent la station d'extrémité pendant la durée T_h et sont utilisées pour l'application Ethernet standard de manière sporadique	μs
TR_{HS}	Débit RTE de données cycliques à grande vitesse	Mo/s
TR_{LS}	Débit RTE de données cycliques à faible vitesse	Mo/s
TR_{MS}	Débit RTE de données cycliques à moyenne vitesse	Mo/s
TR_{RTE}	Débit RTE et somme de TR_{HS} , TR_{LS} et TR_{MS}	Mo/s
T_{RTE}	Somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame et les données RTE (données utiles) de longueur fixe quittent la station d'extrémité pendant la durée T_h	μs
T_{SCH}	Somme totale des durées de transmission de trame pour l'ordonnancement de transmission	μs
tt	Temps de transfert	μs

3.4 Conventions

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

4 CPF 11 (TCnet¹⁾) – Profils de communication RTE

4.1 Présentation générale

La famille de profils de communication 11 définit trois types de profils de communication reposant sur l'IEC 61158-3-11, l'IEC 61158-4-11, l'IEC 61158-5-11 et l'IEC 61158-6-11, ce qui correspond aux systèmes de communication communément appelés TCnet.

– Profil 11/1 (TCnet-star)

Ce profil représente un système de communication TCnet adoptant une topologie en étoile. Il contient une sélection de services AL, DLL et PhL et de définitions de protocole issus de l'IEC 61158-3-11, de l'IEC 61158-4-11, de l'IEC 61158-5-11 et de l'IEC 61158-6-11.

– Profil 11/2 (TCnet-loop 100 avec couche physique de 100 Mbit/s)

Ce profil représente un système de communication TCnet adoptant une topologie en boucle (anneau). Il contient une sélection de services AL, DLL et PhL et de définitions de protocole issus de l'IEC 61158-3-11, de l'IEC 61158-4-11, de l'IEC 61158-5-11 et de l'IEC 61158-6-11.

– Profil 11/3 (TCnet-loop 1G avec couche physique de 1 000 Mbit/s)

Ce profil représente un système de communication TCnet adoptant une topologie en boucle (anneau). Il contient une sélection de services AL, DLL et PhL et de définitions de protocole issus de l'IEC 61158-3-11, de l'IEC 61158-4-11, de l'IEC 61158-5-11 et de l'IEC 61158-6-11.

Le Tableau 2 donne un aperçu de l'ensemble de profils TCnet.

Tableau 2 – CPF 11: présentation de l'ensemble de profils

Couche	Profil 11/1, profil 11/2, profil 11/3
Application	IEC 61158-5-11, IEC 61158-6-1
Liaison de données	IEC 61158-3-11, IEC 61158-4-11
Physique	ISO/IEC/IEEE 8802-3

4.2 CP 11/1

4.2.1 Couche physique

La couche physique de 100 Mbit/s doit être conforme à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Les connecteurs et câbles sont spécifiés dans l'IEC 61784-5-11 et l'IEC 61918.

4.2.2 Couche liaison de données

4.2.2.1 Sélection des services DLL

Le Tableau 3 spécifie la sélection des services DLL dans le cadre de l'IEC 61158-3-11.

1) Au Japon, TCnet est une appellation commerciale de TOSHIBA Corporation. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve 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. L'utilisation de l'appellation commerciale exige l'autorisation du détenteur de l'appellation commerciale.

Tableau 3 – CP 11/1: sélection des services DLL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	–
2	Références normatives	OUI	Référence pertinente uniquement
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	Partielle	–
4	Service de liaison de données et concept	OUI	–
4.1	Vue générale	OUI	–
4.2	Description générale des services	OUI	–
4.3	Service de données TCC	OUI	–
4.4	Description détaillée du service de données de message sporadique	OUI	–
5	Services de gestion de DL	OUI	–
5.1	Généralités	OUI	–
5.2	Moyens du service de gestion de DL	OUI	–
5.3	Service de la gestion de DL	OUI	–
5.4	Vue d'ensemble des interactions	OUI	–
5.5	Spécifications détaillées du service et des interactions	OUI	–

4.2.2.2 Sélection du protocole DLL

Le Tableau 4 spécifie la sélection du protocole DLL dans le cadre de l'IEC 61158-4-11.

Tableau 4 – CP 11/1: sélection du protocole DLL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	–
2	Références normatives	OUI	Référence pertinente uniquement
3	Termes, définitions, symboles et abréviations	Partielle	–
4	Présentation du protocole DL	–	–
4.1	Généralités	OUI	–
4.2	Présentation du contrôle d'accès au support	OUI	–
4.3	Service supposé provenir de PhL	OUI	–
4.4	Architecture DLL	–	–
4.4.1	Présentation	OUI	–
4.4.2	Architecture en étoile	OUI	–
4.4.3	Architecture en boucle	NON	–
4.5	Machine de contrôle d'accès et fonctions de support de planification	OUI	–
4.6	Paramètres locaux, variables, compteurs, temporisateurs et files d'attente	–	–
4.6.1	Présentation	OUI	–
4.6.1.1	Généralités		
4.6.1.2	Récapitulatif des variables, paramètres, compteurs, temporisateurs de l'architecture en étoile	OUI	–
4.6.1.3	Récapitulatif des variables, paramètres, compteurs, temporisateurs de l'architecture en boucle	NON	–

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
4.6.2	Variables, paramètres, compteurs, temporisateurs et files d'attente communs de type 11	OUI	Valeurs et fonctionnalités applicables à l'architecture en étoile
4.6.3	Variables, paramètres, compteurs, temporisateurs et files d'attente spécifiques à l'architecture en étoile	OUI	–
4.6.4	Variables, paramètres, compteurs, temporisateurs et files d'attente spécifiques à l'architecture en boucle	NON	–
5	Structure générale et codage de PhIDE et DLPDU et des éléments de procédure connexes	OUI	Voir le Tableau 5
6	Structure, codage et éléments de procédure spécifiques à la DLPDU	OUI	Voir le Tableau 6
7	Éléments de procédure DLE	–	–
7.1	Éléments de procédure DLE d'une architecture en étoile	OUI	–
7.2	Éléments de procédure DLE d'une architecture en boucle	NON	–
7.3	Convertisseur parallèle-série et convertisseur série-parallèle	OUI	–
7.4	Protocole de gestion DLL	–	–
7.4.1	Protocole de gestion DLL d'une architecture en étoile	OUI	–
7.4.2	Protocole de gestion DLL d'une architecture en boucle	NON	–

Tableau 5 – CP 11/1: sélection du protocole DLL selon l'Article 5

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
5.1	Présentation	OUI	–
5.2	Structure PhIDU et codage	OUI	–
5.3	Structure, codage et éléments de procédure de la trame MAC commune	OUI	–
5.4	Éléments de la trame MAC	–	–
5.4.1	Généralités	OUI	–
5.4.2	Champ de préambule	OUI	–
5.4.3	Délimiteur de trame de début (SFD)	OUI	–
5.4.4	Champ d'adresse	OUI	–
5.4.5	Champ de longueur/type	OUI	–
5.4.6	Champ de contrôle de trame (FC)	–	–
5.4.6.1	Structure du champ de contrôle de trame (FC)	OUI	–
5.4.6.2	Champ de type de trame (type F)	OUI	–
5.4.6.3	Champ de priorité (Pri)	OUI	Fonctionnalités applicables à l'architecture en étoile
5.4.7	Champ du numéro de nœud source (SN)	OUI	–
5.4.8	Champ de données et de l'assembleur-désassembleur de paquets	OUI	–
5.4.9	Séquence de contrôle de trame (FCS)	OUI	–
5.5	Ordre de transmission binaire	OUI	–
5.6	DLPDU non valide	OUI	–

Tableau 6 – CP 11/1: sélection du protocole DLL selon l'Article 6

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
6.1	Généralités	OUI	–
6.2	DLPDU de synchronisation (SYN)	–	–
6.2.1	Généralités	OUI	–
6.2.2	Structure de DLPDU SYN	OUI	–
6.2.3	Paramètres de DLPDU SYN	–	–
6.2.3.1	Numéro de nœud d'autorisation d'émission (PN)	OUI	Fonctionnalités applicables à l'architecture en étoile
6.2.3.2	Mot de commande (CW)	–	–
6.2.3.2.1	CW pour l'architecture en étoile	OUI	–
6.2.3.2.2	CW de l'architecture en boucle	NON	–
6.2.3.3	Créneau (ST)	OUI	Fonctionnalités applicables à l'architecture en étoile
6.2.3.4	Période de transmission à grande vitesse (T_h)	OUI	–
6.2.3.5	Période de transmission à moyenne vitesse (T_m)	OUI	–
6.2.3.6	Valeur du temps de rotation du jeton cible de transmission de message sporadique (T_s)	OUI	Fonctionnalités applicables à l'architecture en étoile
6.2.3.7	Période de transmission à basse vitesse (T_l)	OUI	–
6.2.3.8	Liste opérationnelle (LL)	OUI	–
6.2.4	Données utilisateur	OUI	–
6.2.5	Envoi de DLPDU SYN	OUI	–
6.2.6	Réception de DLPDU SYN	OUI	–
6.3	DLPDU de transmission complète (CMP)	OUI	–
6.4	DLPDU de demande dans l'anneau (REQ)	–	–
6.4.1	Généralités	OUI	–
6.4.2	Structure de DLPDU-REQ	OUI	–
6.4.3	Mode du nœud – Paramètre ESYN	NON	–
6.4.4	Paramètre de numéro de nœud du destinataire (RN)	NON	–
6.4.5	Données utilisateur de DLPDU REQ	OUI	–
6.4.6	Envoi de DLPDU REQ	OUI	–
6.4.7	Réception de DLPDU REQ	OUI	–
6.5	DLPDU de revendication (CLM)	–	–
6.5.1	Généralités	OUI	–
6.5.2	Structure de DLPDU CLM	OUI	–
6.5.3	Paramètre de DLPDU CLM	–	–
6.5.3.1	Paramètre de comptages résiduels DLPDU CLM (RC)	OUI	–
6.5.3.2	Paramètre de créneau (ST)	OUI	Fonctionnalité applicable à l'architecture en étoile
6.5.3.3	Paramètre de mode du nœud (NM)	NON	–
6.5.4	Données utilisateur de DLPDU CLM	OUI	–
6.5.5	Envoi et réception d'une DLPDU CLM	OUI	–
6.6	Commande DLPDU (COM)	OUI	–
6.6.1	Généralités	OUI	–
6.6.2	Structure de DLPDU COM	OUI	–
6.6.3	Paramètre de DLPDU COM	OUI	–

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
6.6.4	Données utilisateur de DLPDU COM	OUI	–
6.6.5	Envoi et réception d'une DLPDU COM	OUI	Fonctionnalité applicable à l'architecture en étoile
6.7	Données cycliques et données cycliques avec DLPDU de transmission complète (DT) et (DT-CMP)	–	–
6.7.1	Généralités	OUI	–
6.7.2	Structure de DLPDU DT	OUI	–
6.7.3	Paramètres de DLPDU DT	–	–
6.7.3.1	Paramètre d'adresse DLCEP	OUI	–
6.7.3.2	Paramètre de longueur de mot (WD)	–	–
6.7.3.2.1	WD pour l'architecture en étoile	OUI	–
6.7.3.2.2	WD pour l'architecture en boucle	NON	–
6.7.4	Envoi de DLPDU DT ou DT-CMP	OUI	–
6.7.5	Réception de DLPDU DT ou DT-CMP	OUI	–
6.8	DLPDU RAS (RAS)	–	–
6.8.1	Généralités	OUI	–
6.8.2	Structure de DLPDU RAS	OUI	–
6.8.3	Paramètre d'adresse DCEP	OUI	–
6.8.4	Données utilisateur	OUI	–
6.8.5	Envoi et réception d'une DLPDU RAS	OUI	Fonctionnalité applicable à l'architecture en étoile
6.9	DLPDU de demande de répétition de boucle (LRR)	NON	–
6.10	DLPDU de diagnostic de boucle (LPD)	NON	–

4.2.3 Couche application

4.2.3.1 Sélection des services AL

Le Tableau 7 spécifie la sélection des services AL dans le cadre de l'IEC 61158-5-11.

De plus, les services AL sont mappés sur la suite de protocoles TCP/UDP/IP (voir respectivement l'IETF RFC 793, l'IETF RFC 768 et l'IETF RFC 791).

Tableau 7 – CP 11/1: sélection des services AL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	–
2	Références normatives	OUI	Référence pertinente uniquement
3	Termes et définitions, abréviations et conventions	Partielle	Utilisé le cas échéant
4	Concepts	OUI	–
5	ASE des types de données	Partielle	Utilisé le cas échéant
6	Spécification du modèle de communication	OUI	–

4.2.3.2 Sélection du protocole AL

Le Tableau 8 spécifie la sélection du protocole AL dans le cadre de l'IEC 61158-6-11.

Tableau 8 – CP 11/1: sélection du protocole AL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	–
2	Références normatives	Partielle	Référence pertinente uniquement
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	Partielle	Utilisé le cas échéant
4	Description de la syntaxe FAL	OUI	–
5	Syntaxe de transfert	OUI	–
6	Structures des diagrammes d'états de protocole FAL	OUI	–
7	Machine de protocole de service FAL (FSPM)	OUI	–
8	Machine de protocole de relation entre applications (ARPM)	OUI	–
9	Machine de protocole de mapping DLL (DMPM)	OUI	–

4.2.4 Sélection des indicateurs de performance

4.2.4.1 Vue d'ensemble des indicateurs de performance

Le Tableau 9 présente les indicateurs de performance du CP 11/1.

Tableau 9 – CP 11/1: vue d'ensemble des indicateurs de performance

Indicateur de performance	Applicable	Contraintes
Temps de remise	OUI	–
Nombre de stations d'extrémité	OUI	–
Topologie de réseau de base	OUI	Topologie en étoile
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	NON	Les concentrateurs sont adaptés, mais il convient de ne pas utiliser les commutateurs pour obtenir de meilleures performances
Débit RTE	OUI	–
Largeur de bande non-RTE	OUI	–
Exactitude de la synchronisation temporelle	OUI	L'IEC 61588 doit être installée
Exactitude de la synchronisation non périodique	OUI	–
Temps de reprise de redondance	OUI	Commutation temporelle nulle sans interruption

4.2.4.2 Dépendances entre les indicateurs de performance

4.2.4.2.1 Matrice de dépendance

Le Tableau 10 présente les dépendances entre les indicateurs de performance pour le CP 11/1.

Tableau 10 – CP 11/1: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance

Indicateur de performance dépendant	Indicateur de performance d'influence							
	Temps de remise	Nombre de stations d'extrémité	Topologie de réseau de base	Débit RTE	Largeur de bande non-RTE	Exactitude de la synchronisation temporelle	Exactitude de la synchronisation non périodique	Temps de reprise de redondance
Temps de remise		NON 4.2.4.2.2 4.2.4.2.4	NON 4.2.4.2.5	NON 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NON 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NON	NON	NON 4.2.4.2.6
Nombre de stations d'extrémité	NON		NON	OUI 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	OUI 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NON	NON	NON
Topologie de réseau de base	NON	NON		NON	NON	NON	NON	NON
Débit RTE	OUI 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	OUI 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NON		OUI 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NON	NON	NON
Largeur de bande non-RTE	OUI 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	OUI 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3	NON	OUI 4.2.4.2.2 4.2.4.2.3		NON	NON	NON
Exactitude de la synchronisation temporelle	NON	NON	NON	NON	NON		NON	NON
Exactitude de la synchronisation non périodique	NON	NON	NON	NON	NON	NON		NON
Temps de reprise de redondance	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	

4.2.4.2.2 Calcul du temps de remise

Le temps de remise est définitivement spécifié par les utilisateurs de l'application à l'aide du service de données TCC, le temps de remise spécifié répondant aux cas d'erreur de non-transmission et de trame perdue avec reprise.

Le service de données TCC propose 3 types de services de transmission de données en même temps, en fonction de la préférence des données et du temps de remise d'un APDU à transférer à l'aide du service de transmission de données.

Le Tableau 11 spécifie la sélection de services de données TCC pris en charge par ce profil.

Tableau 11 – CP 11/1: sélection de services de données TCC

Réf. du service	Nom du service	Applicable	Contrainte
IEC 61158-3-11 Article 4	Transmission de données cycliques à grande vitesse	OUI	La plage de la période de transmission à grande vitesse (T_h) est comprise entre 1 ms et 160 ms, avec des incréments de 0,1 ms
IEC 61158-3-11 Article 4	Transmission de données cycliques à moyenne vitesse	OUI	La plage de la période de transmission à moyenne vitesse (T_m) est comprise entre 10 ms et 1 000 ms, avec des incréments de 1 ms et par multiples de T_h
IEC 61158-3-11 Article 4	Transmission de données cycliques à basse vitesse	OUI	La plage de la période de transmission à basse vitesse (T_l) est comprise entre 100 ms et 10 000 ms, avec des incréments de 1 ms et par multiples de T_h

10RTE échangées entre les stations d'extrémité, au nombre de trames Ethernet utilisées pour l'ordonnancement de transmission déterministe, au délai de propagation du signal vers la station d'extrémité, au nombre de stations d'extrémité et au nombre de concentrateurs entre les stations d'extrémité.

Le temps de remise de l'indicateur de performance peut être calculé à l'aide des Formules (1), (2), (3), (4) et (5).

$$DT_H = T_h \quad (1)$$

$$DT_M = T_m \quad (2)$$

$$DT_L = T_l \quad (3)$$

$$T_h = T_{RTE} + T_{NRT} + T_{SCH} + T_{PD} + T_{MAC} \quad (4)$$

$$T_{RTE} = T_{HS} + \frac{T_{MS}}{T_m} \times T_h + \frac{T_{LS}}{T_l} \times T_h \quad (5)$$

où:

DT_H est le temps de remise des données cycliques à grande vitesse, incluant le temps transversal de la pile de l'émetteur (STTs) et le temps transversal de la pile du récepteur (STTr), y compris Phy et MAC;

DT_M est le temps de remise des données cycliques à moyenne vitesse, incluant le temps transversal de la pile de l'émetteur (STTs) et le temps transversal de la pile du récepteur (STTr), y compris Phy et MAC.

DT_L est le temps de remise des données cycliques à basse vitesse, incluant le temps transversal de la pile de l'émetteur (STTs) et le temps transversal de la pile du récepteur (STTr), y compris Phy et MAC;

T_h est la période de transmission à grande vitesse, soit le temps de cycle (ct) de base du service de données TCC;

T_m est la période de transmission à moyenne vitesse;

T_l est la période de transmission à basse vitesse;

T_{RTE} est la somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame Ethernet et les données RTE (données utiles) de longueur fixe quittent la station d'extrémité pendant la durée T_h . Le volume total de données RTE et la largeur de bande des données non-RTE sont spécifiés par l'utilisateur de l'application;

T_{NRT} est la somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame et les données non-RTE (données utiles) quittent la station d'extrémité pendant la période T_h et sont utilisées pour l'application Ethernet standard de manière sporadique;

T_{SCH} est la somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame est échangée pour l'ordonnancement de transmission déterministe entre les stations d'extrémité. T_{SCH} comprend la durée pour le DLPDU de synchronisation et plusieurs DLPDU de transmission complète, qui sont spécifiés à l'Article 6 de l'IEC 61158-4-11;

T_{PD} est la somme totale des délais de propagation du signal (pd) entre les stations d'extrémité. T_{PD} dépend du nombre de concentrateurs entre les stations d'extrémité, du délai de propagation du câble (cd) et du nombre de stations d'extrémité;

T_{MAC} est le temps de maintenance et de contrôle, au cours duquel une nouvelle station d'extrémité est sollicitée et l'opération de temps périodique est contrôlée;

T_{HS} est la somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame de données TCC achemine les données cycliques à grande vitesse;

T_{MS} est la somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame de données TCC achemine les données cycliques à moyenne vitesse;

T_{LS} est la somme totale des durées de transmission de trame, dans laquelle la trame de données TCC achemine les données cycliques à basse vitesse.

4.2.4.2.3 Relation entre le débit RTE et la largeur de bande non-RTE

La Figure 1 représente un exemple de relation entre le débit RTE et la largeur de bande non-RTE dans le cas d'une couche physique de 100 Mbit/s. Ce profil prend en charge la spécification d'un pourcentage de largeur de bande et/ou de débit utilisés pour les communications non-RTE et RTE.

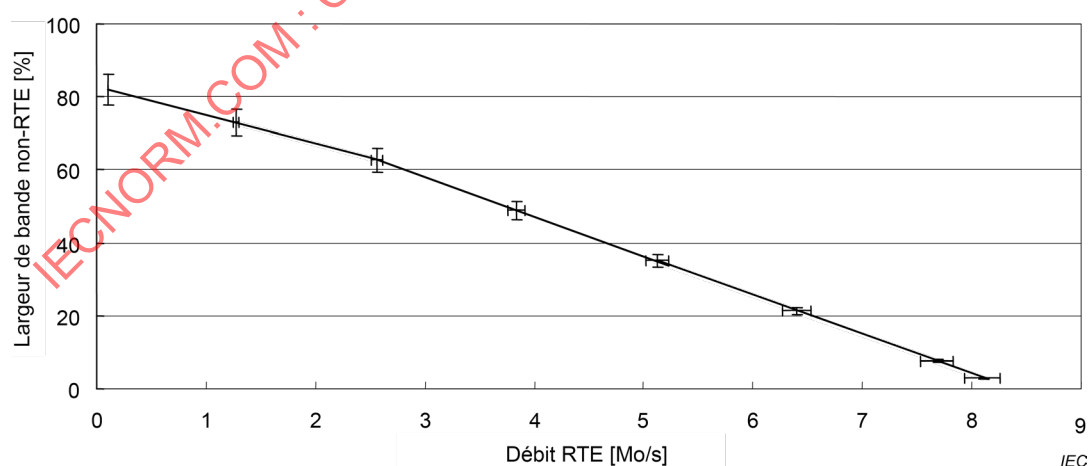


Figure 1 – CP 11/1: débit RTE et largeur de bande non-RTE

Le débit RTE indique la quantité totale de données APDU par longueur d'octet et par seconde, les données APDU étant envoyées par le nœud utilisant le service de données TCC spécifié au 4.3 de l'IEC 61158-3-11. La largeur de bande non-RTE indique le pourcentage total de la largeur de bande, utilisé pour les communications non-RTE par les nœuds utilisant le service de données de messagerie sporadiques spécifié au 4.4 de l'IEC 61158-3-11.

La largeur de bande totale peut être calculée à l'aide des Formules (6), (7), (8), (9), (10) et (11).

$$BW = BW_{RTE} + BW_{NRT} + BW_{CNT} \quad (6)$$

$$BW_{RTE} = TR_{RTE} \times \frac{8}{100} \quad (7)$$

$$TR_{RTE} = TR_{HS} + TR_{MS} + TR_{LS} \quad (8)$$

$$TR_{HS} = \frac{DV_{HS}}{DT_H} \quad (9)$$

$$TR_{MS} = \frac{DV_{MS}}{DT_M} \quad (10)$$

$$TR_{LS} = \frac{DV_{LS}}{DT_L} \quad (11)$$

où:

BW est la largeur de bande totale, en %, une largeur de bande de 100 % correspondant à 100 Mbit/s;

BW_{RTE} est la largeur de bande utilisée pour les communications RTE, en %;

BW_{NRT} est la largeur de bande utilisée pour les communications non-RTE, en %;

BW_{CNT} est la largeur de bande utilisée pour les communications d'ordonnancement et pour le traitement des protocoles, en %;

TR_{RTE} est le débit RTE, en Mo/s;

TR_{HS} est le débit RTE des données cycliques à grande vitesse, en Mo/s;

TR_{MS} est le débit RTE des données cycliques à moyenne vitesse, en Mo/s;

TR_{LS} est le débit RTE des données cycliques à basse vitesse, en Mo/s;

DV_{HS} est le volume total de données cycliques à grande vitesse envoyé par toutes les stations d'extrémité;

DV_{MS} est le volume total de données cycliques à moyenne vitesse envoyé par toutes les stations d'extrémité;

DV_{LS} est le volume total de données cycliques à faible vitesse envoyé par toutes les stations d'extrémité;

- DT_H est le temps de remise des données cycliques à grande vitesse, incluant le temps transversal de la pile de l'émetteur (STTs) et le temps transversal de la pile du récepteur (STTr), y compris Phy et MAC;
- DT_M est le temps de remise des données cycliques à moyenne vitesse, incluant le temps transversal de la pile de l'émetteur (STTs) et le temps transversal de la pile du récepteur (STTr), y compris Phy et MAC.
- DT_L est le temps de remise des données cycliques à basse vitesse, incluant le temps transversal de la pile de l'émetteur (STTs) et le temps transversal de la pile du récepteur (STTr), y compris Phy et MAC.

Le débit RTE ou la largeur de bande non-RTE dépend de BW_{CNT} pour l'ordonnancement des communications et pour le traitement des protocoles. L'ordonnancement des communications et le traitement des protocoles, conformément aux formules données en 4.2.4.2.2, dépendent du nombre de concentrateurs entre les stations d'extrémité, du délai de propagation du câble et du nombre total de stations d'extrémité, et sont liés au temps de maintenance et de contrôle nécessaire pour solliciter une nouvelle station d'extrémité et pour conserver l'opération de temps périodique.

4.2.4.2.4 Nombre de stations d'extrémité

Le nombre maximal de stations d'extrémité doit être de 254.

4.2.4.2.5 Topologie de réseau de base

La topologie de réseau prise en charge par ce profil se présente en étoile hiérarchique. Le nombre de couches d'une hiérarchie est spécifique à l'application. Il est déterminé sur la base du nombre de stations d'extrémité, de leur emplacement physique et de la distance qui les sépare. Le nombre maximal de concentrateurs entre 2 stations d'extrémité doit être de 7.

4.2.4.2.6 Temps de reprise de redondance

Le temps maximal de reprise totale en cas de défaillance permanente est de 0 période. Ce profil prend en charge le fonctionnement total sans interruption des services de transfert de données de haut niveau.

4.2.4.3 Ensemble cohérent d'indicateurs de performance

4.2.4.3.1 Ensemble cohérent d'indicateurs de performance préférentiels pour les communications RTE

Le Tableau 12 présente l'un des ensembles cohérents d'indicateurs de performance pour le CP 11/1. Les valeurs du Tableau 12 représentent l'un des exemples pratiques, mais ne sont pas des valeurs maximales théoriques, l'exemple étant un exemple préférentiel pour les communications RTE, ce qui signifie que la largeur de bande totale disponible pour les communications RTE et non-RTE est attribuée uniquement aux communications RTE.

Tableau 12 – CP 11/1: ensemble cohérent d'indicateurs de performance préférentiels pour les communications RTE

Indicateur de performance	Valeur	Contraintes
Temps de remise	$DT_H = 2 \text{ ms}$ $DT_M = 20 \text{ ms}$ $DT_L = 200 \text{ ms}$	–
Nombre de stations d'extrémité	24	La distance maximale entre les nœuds est de 4 km
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	0	3 concentrateurs
Débit RTE	Total = 7,3 Mo/s $TR_{HS} = 6,4 \text{ Mo/s}$ $TR_{MS} = 0,9 \text{ Mo/s}$	$DV_{HS} = 12\,800 \text{ octets}$ $DV_{MS} = 19\,200 \text{ octets}$ $DV_L = 0 \text{ octet}$
Largeur de bande non-RTE	0 %	–
Exactitude de la synchronisation non périodique	$< 10 \mu\text{s}$	–
Temps de reprise de redondance	0 s	–

4.2.4.3.2 Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour les communications RTE et non-RTE

Le Tableau 13 présente un ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour le CP 11/1. Les valeurs du Tableau 13 représentent un exemple pratique, mais ne constituent pas les valeurs maximales théoriques. La largeur de bande totale disponible est partitionnée entre les communications RTE et les communications non-RTE.

Tableau 13 – CP 11/1: ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour les communications RTE et non-RTE

Indicateur de performance	Valeur	Contraintes
Temps de remise	$DT_H = 2 \text{ ms}$ $DT_M = 20 \text{ ms}$ $DT_L = 200 \text{ ms}$	–
Nombre de stations d'extrémité	13	La distance maximale entre les nœuds est de 4 km
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	0	5 concentrateurs
Débit RTE	Total = 5,7 Mo/s $TR_{HS} = 5,1 \text{ Mo/s}$ $TR_{MS} = 0,6 \text{ Mo/s}$	$DV_{HS} = 10\,240 \text{ octets}$ $DV_{MS} = 12\,800 \text{ octets}$ $DV_L = 0 \text{ octet}$
Largeur de bande non-RTE	$< 20 \%$	–
Exactitude de la synchronisation non périodique	$< 10 \mu\text{s}$	–
Temps de reprise de redondance	0 s	–

4.3 CP 11/2

4.3.1 Couche physique

La couche physique de 100 Mbit/s doit être conforme à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Les connecteurs et câbles sont spécifiés dans l'IEC 61784-5-11 et l'IEC 61918.

4.3.2 Couche liaison de données

4.3.2.1 Sélection des services DLL

La sélection des services DLL est identique à celle indiquée en 4.2.2.1.

4.3.2.2 Sélection du protocole DLL

Le Tableau 14 spécifie la sélection du protocole DLL dans le cadre de l'IEC 61158-4-11.

Tableau 14 – CP 11/2: sélection du protocole DLL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	–
2	Références normatives	OUI	Référence pertinente uniquement
3	Termes, définitions, symboles et abréviations	Partielle	–
4	Présentation du protocole DL	–	–
4.1	Généralités	OUI	–
4.2	Présentation du contrôle d'accès au support	OUI	–
4.3	Service supposé provenir de PhL	OUI	–
4.4	Architecture DLL	–	–
4.4.1	Présentation	OUI	–
4.4.2	Architecture en étoile	NON	–
4.4.3	Architecture en boucle	OUI	–
4.5	Machine de contrôle d'accès et fonctions de support de planification	OUI	–
4.6	Paramètres locaux, variables, compteurs, temporisateurs et files d'attente	–	–
4.6.1	Présentation	OUI	–
4.6.1.1	Généralités	OUI	–
4.6.1.2	Récapitulatif des variables, paramètres, compteurs, temporisateurs de l'architecture en étoile	NON	–
4.6.1.3	Récapitulatif des variables, paramètres, compteurs, temporisateurs de l'architecture en boucle	OUI	Valeurs et fonctionnalités applicables à la vitesse de transmission des données de 100 Mbit/s
4.6.2	Variables, paramètres, compteurs, temporisateurs et files d'attente communs de type 11	OUI	Valeurs et fonctionnalités applicables à la vitesse de transmission des données de 100 Mbit/s
4.6.3	Variables, paramètres, compteurs, temporisateurs et files d'attente spécifiques à l'architecture en étoile	NON	–
4.6.4	Variables, paramètres, compteurs, temporisateurs et files d'attente spécifiques à l'architecture en boucle	OUI	Valeurs et fonctionnalités applicables à la vitesse de transmission des données de 100 Mbit/s

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
5	Structure générale et codage de PhIDE et DLPDU et des éléments de procédure connexes	OUI	Voir le Tableau 15
6	Structure, codage et éléments de procédure spécifiques à la DLPDU	OUI	Voir le Tableau 16
7	Éléments de procédure DLE	–	–
7.1	Éléments de procédure DLE d'une architecture en étoile	NON	–
7.2	Éléments de procédure DLE d'une architecture en boucle	–	–
7.2.1	Structure générale	OUI	–
7.2.2	Initialisation	OUI	–
7.2.3	Commande TX/RX de transmission cyclique (CTRC)	OUI	Valeurs et fonctionnalités applicables à la vitesse de transmission des données de 100 Mbit/s
7.2.4	Commande TX/RX sporadique (STRC)	OUI	–
7.2.5	Machine de contrôle d'accès (ACM)	OUI	Tableau 75 applicable
7.2.6	Commande de support de redondance (RMC)	OUI	Tableau 83 applicable
7.3	Convertisseur parallèle-série et convertisseur série-parallèle	OUI	–
7.4	Protocole de gestion DLL	–	–
7.4.1	Protocole de gestion DLL d'une architecture en étoile	NON	–
7.4.2	Protocole de gestion DLL d'une architecture en boucle	OUI	–

Tableau 15 – CP 11/2: sélection du protocole DLL selon l'Article 5

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
5.1	Vue d'ensemble	OUI	–
5.2	Structure PhIDU et codage	OUI	–
5.3	Structure, codage et éléments de procédure de la trame MAC commune	OUI	–
5.4	Éléments de la trame MAC	–	–
5.4.1	Généralités	OUI	–
5.4.2	Champ de préambule	OUI	–
5.4.3	Délimiteur de trame de début (SFD)	OUI	–
5.4.4	Champ d'adresse	OUI	–
5.4.5	Champ de longueur/type	OUI	–
5.4.6	Champ de contrôle de trame (FC)	–	–
5.4.6.1	Structure du champ de contrôle de trame (FC)	OUI	–
5.4.6.2	Champ de type de trame (type F)	OUI	–
5.4.6.3	Champ de priorité (Pri)	OUI	Fonctionnalité applicable à la vitesse de transmission des données de 100 Mbit/s
5.4.7	Champ du numéro de nœud source (SN)	OUI	–
5.4.8	Champ de données et de l'assembleur-désassembleur de paquets	OUI	–
5.4.9	Séquence de contrôle de trame (FCS)	OUI	–
5.5	Ordre de transmission binaire	OUI	–

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
5.6	DLPDU non valide	OUI	–

Tableau 16 – CP 11/2: sélection du protocole DLL selon l'Article 6

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
6.1	Généralités	OUI	–
6.2	DLPDU de synchronisation (SYN)	–	–
6.2.1	Généralités	OUI	–
6.2.2	Structure de DLPDU SYN	OUI	–
6.2.3	Paramètres de DLPDU SYN	–	–
6.2.3.1	Numéro de nœud d'autorisation d'émission (PN)	OUI	Fonctionnalité applicable au fonctionnement à 100 Mbit/s de l'architecture en boucle
6.2.3.2	Mot de commande (CW)	–	–
6.2.3.2.1	CW pour l'architecture en étoile	NON	–
6.2.3.2.2	CW de l'architecture en boucle	OUI	–
6.2.3.3	Créneau (ST)	OUI	Fonctionnalité applicable au fonctionnement à 100 Mbit/s de l'architecture en boucle
6.2.3.4	Période de transmission à grande vitesse (T_h)	OUI	–
6.2.3.5	Période de transmission à moyenne vitesse (T_m)	OUI	–
6.2.3.6	Valeur du temps de rotation du jeton cible de transmission de message sporadique (T_s)	NON	Fonctionnalité applicable au fonctionnement à 100 Mbit/s de l'architecture en boucle
6.2.3.7	Période de transmission à basse vitesse (T_l)	NON	–
6.2.3.8	Liste opérationnelle (LL)	OUI	–
6.2.4	Données utilisateur	OUI	–
6.2.5	Envoi de DLPDU SYN	OUI	–
6.2.6	Réception de DLPDU SYN	OUI	–
6.3	DLPDU de transmission complète (CMP)	OUI	Fonctionnalité applicable au fonctionnement à 100 Mbit/s de l'architecture en boucle
6.4	DLPDU de demande dans l'anneau (REQ)	–	–
6.4.1	Généralités	OUI	–
6.4.2	Structure de DLPDU REQ	OUI	–
6.4.3	Mode du nœud – Paramètre ESYN	NON	–
6.4.4	Paramètre de numéro de nœud du destinataire (RN)	OUI	–
6.4.5	Données utilisateur de DLPDU REQ	OUI	–
6.4.6	Envoi de DLPDU REQ	OUI	Fonctionnalité applicable au fonctionnement à 100 Mbit/s de l'architecture en boucle
6.4.7	Réception de DLPDU REQ	OUI	–
6.5	DLPDU de revendication (CLM)	–	–
6.5.1	Généralités	OUI	–
6.5.2	Structure de DLPDU CLM	OUI	–
6.5.3	Paramètre de DLPDU CLM	–	–

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
6.5.3.1	Paramètre de comptages résiduels DLPDU CLM (RC)	OUI	–
6.5.3.2	Paramètre de créneau (ST)	OUI	Fonctionnalité applicable au fonctionnement à 100 Mbit/s de l'architecture en boucle
6.5.3.3	Paramètre de mode du nœud (NM)	NON	–
6.5.4	Données utilisateur de DLPDU CLM	OUI	–
6.5.5	Envoi et réception d'une DLPDU CLM	OUI	–
6.6	Commande DLPDU (COM)	–	–
6.6.1	Généralités	OUI	–
6.6.2	Structure de DLPDU COM	OUI	–
6.6.3	Paramètre de DLPDU COM	OUI	–
6.6.4	Données utilisateur de DLPDU COM	OUI	–
6.6.5	Envoi et réception d'une DLPDU COM	OUI	Fonctionnalité applicable au fonctionnement à 100 Mbit/s de l'architecture en boucle
6.7	Données cycliques et données cycliques avec DLPDU de transmission complète (DT) et (DT-CMP)	–	–
6.7.1	Généralités	OUI	–
6.7.2	Structure de DLPDU DT	OUI	–
6.7.3	Paramètres de DLPDU DT	OUI	–
6.7.3.1	Paramètre d'adresse DLCEP	OUI	–
6.7.3.2	Paramètre de longueur de mot (WD)	–	–
6.7.3.2.1	WD pour l'architecture en étoile	NON	–
6.7.3.2.2	WD pour l'architecture en boucle	OUI	Fonctionnalité applicable au fonctionnement à 100 Mbit/s de l'architecture en boucle
6.7.4	Envoi de DLPDU DT ou DT-CMP	OUI	–
6.7.5	Réception de DLPDU DT ou DT-CMP	OUI	–
6.8	DLPDU RAS (RAS)	OUI	–
6.8.1	Généralités	–	–
6.8.2	Structure de DLPDU RAS	OUI	–
6.8.3	Paramètre d'adresse DCEP	OUI	–
6.8.4	Données utilisateur	OUI	–
6.8.5	Envoi et réception d'une DLPDU RAS	OUI	Fonctionnalité applicable au fonctionnement à 100 Mbit/s de l'architecture en boucle
6.9	DLPDU de demande de répétition de boucle (LRR)	OUI	–
6.10	DLPDU de diagnostic de boucle (LPD)	OUI	–

4.3.3 Couche application

4.3.3.1 Sélection des services AL

La sélection des services AL est identique à celle indiquée en 4.2.3.1.

4.3.3.2 Sélection du protocole AL

La sélection du protocole AL est identique à celle indiquée en 4.2.3.2.

4.3.4 Sélection des indicateurs de performance

4.3.4.1 Vue d'ensemble des indicateurs de performance

Le Tableau 17 présente les indicateurs de performance du CP 11/2.

Tableau 17 – CP 11/2: vue d'ensemble des indicateurs de performance

Indicateur de performance	Applicable	Contraintes
Temps de remise	OUI	–
Nombre de stations d'extrémité	OUI	–
Topologie de réseau de base	OUI	Topologie en boucle (anneau)
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	NON	–
Débit RTE	OUI	–
Largeur de bande non-RTE	OUI	–
Exactitude de la synchronisation temporelle	OUI	L'IEC 61588 doit être installée
Exactitude de la synchronisation non périodique	OUI	–
Temps de reprise de redondance	OUI	$4 \times T_h$

4.3.4.2 Dépendances entre les indicateurs de performance

4.3.4.2.1 Matrice de dépendance

Le Tableau 18 présente les dépendances entre les indicateurs de performance pour le CP 11/2.

Tableau 18 – CP 11/2: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance

Indicateur de performance dépendant	Indicateur de performance d'influence							
	Temps de remise	Nombre de stations d'extrémité	Topologie de réseau de base	Débit RTE	Largeur de bande non-RTE	Exactitude de la synchronisation temporelle	Exactitude de la synchronisation non périodique	Temps de reprise de redondance
Temps de remise		NON 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NON 4.2.4.2.5	NON 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NON 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NON	NON	NON 4.3.4.2.6
Nombre de stations d'extrémité	NON		NON	OUI 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	OUI 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NON	NON	NON
Topologie de réseau de base	NON	NON		NON	NON	NON	NON	NON
Débit RTE	OUI 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	OUI 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NON		OUI 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NON	NON	NON
Largeur de bande non-RTE	OUI 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	OUI 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3	NON	OUI 4.3.4.2.2 4.3.4.2.3		NON	NON	NON
Exactitude de la synchronisation temporelle	NON	NON	NON	NON	NON		NON	NON

Indicateur de performance dépendant	Indicateur de performance d'influence							
	Temps de remise	Nombre de stations d'extrémité	Topologie de réseau de base	Débit RTE	Largeur de bande non-RTE	Exactitude de la synchronisation temporelle	Exactitude de la synchronisation non périodique	Temps de reprise de redondance
Exactitude de la synchronisation non périodique	NON	NON	NON	NON	NON	NON		NON
Temps de reprise de redondance	OUI 4.3.4.2.6	NON	NON	NON	NON	NON	NON	

4.3.4.2.2 Calcul du temps de remise

Le temps de remise est définitivement spécifié par les utilisateurs de l'application à l'aide du service de données TCC, le temps de remise spécifié répondant aux cas d'erreur de non-transmission et de trame perdue avec reprise.

Le service de données TCC propose 2 types de services de transmission de données en même temps, en fonction de la préférence des données et du temps de remise de l'APDU à transférer à l'aide du service de transmission de données.

Le Tableau 19 spécifie la sélection de services de données TCC pris en charge par ce profil.

Tableau 19 – CP 11/2: sélection de services de données TCC

Réf. du service	Nom du service	Applicable	Contrainte
IEC 61158-3-11 Article 4	Transmission de données cycliques à grande vitesse	OUI	La plage de la période de transmission à grande vitesse (T_h) est comprise entre 1 ms et 160 ms, avec des incréments de 0,1 ms
IEC 61158-3-11 Article 4	Transmission de données cycliques à moyenne vitesse	OUI	La plage de la période de transmission à moyenne vitesse (T_m) est comprise entre 10 ms et 1 000 ms, avec des incréments de 1 ms et par multiples de T_h

Le temps de remise de l'indicateur de performance est lié à la quantité de données RTE et non-RTE échangées entre les stations d'extrémité, au nombre de trames Ethernet utilisées pour l'ordonnancement de transmission déterministe, au délai de propagation du signal vers la station d'extrémité et au nombre de stations d'extrémité.

Le temps de remise de l'indicateur de performance peut être calculé à l'aide des Formules (12), (13), (14) et (15).

$$DT_H = T_h \quad (12)$$

$$DT_M = T_m \quad (13)$$