

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Industrial networks – Profiles –

**Part 2-8: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 8**

Réseaux industriels – Profils –

**Partie 2-8: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps
réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 8**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-2-8:2023



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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 2-8: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 8**

Réseaux industriels – Profils –

**Partie 2-8: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps
réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 8**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 35.100.20; 35.240.50

ISBN 978-2-8322-6695-3

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

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	8
3.3 Symbols.....	9
3.4 Conventions.....	9
4 CPF 8 (CC-Link) – RTE communication profiles.....	9
4.1 General overview	9
4.2 CP 8/4	9
4.2.1 Physical layer	9
4.2.2 Data link layer	9
4.2.3 Application layer.....	10
4.2.4 Performance indicator selection.....	11
4.3 CP 8/5	17
4.3.1 Physical layer	17
4.3.2 Data link layer	17
4.3.3 Application layer.....	17
4.3.4 Performance indicator selection.....	19
4.4 CP 8/6	25
4.4.1 Physical layer	25
4.4.2 Data link layer	25
4.4.3 Application layer.....	26
4.4.4 Performance indicator selection.....	27
Bibliography.....	32
Table 1 – CP 8/4: AL service selection.....	10
Table 2 – CP 8/4: AL protocol selection	11
Table 3 – CP 8/4: PI overview.....	11
Table 4 – CP 8/4: PI dependency matrix	12
Table 5 – CP 8/4: Consistent set of PIs (real-time only)	16
Table 6 – CP 8/4: Consistent set of PIs (real-time and non-real-time)	17
Table 7 – CP 8/5: AL service selection.....	18
Table 8 – CP 8/5: AL protocol selection	19
Table 9 – CP 8/5: PI overview.....	19
Table 10 – CP 8/5: PI dependency matrix	20
Table 11 – CP 8/5: Consistent set of PIs (real-time only)	25
Table 12 – CP 8/5: Consistent set of PIs (real-time and non-real-time)	25
Table 13 – CP 8/6: AL service selection.....	26
Table 14 – CP 8/6: AL protocol selection	27

Table 15 – CP 8/6: Performance indicator overview	28
Table 16 – CP 8/6: Performance indicator dependency matrix	28
Table 17 – CP 8/6: Range of performance indicators	31
Table 18 – CP 8/6: Consistent set of performance indicators	31

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-2-8:2023

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL NETWORKS –
PROFILES –****Part 2-8: Additional real-time fieldbus profiles
based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 8****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 61784-2-8 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation. It is an International Standard.

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

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

- a) split of the original IEC 61784-2 into several subparts, one subpart for the material of a generic nature, and one subpart for each Communication Profile Family specified in the original document;
- b) addition of profile CP 8/6.

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 2-8: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 8

1 Scope

This part of IEC 61784-2 defines extensions of Communication Profile Family 8 (CPF 8) for Real-Time Ethernet (RTE). CPF 8 specifies a set of Real-Time Ethernet (RTE) communication profiles (CPs) and related network components based on the IEC 61158 series (Type 23), ISO/IEC/IEEE 8802-3 and other standards.

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

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

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

NOTE 3 Some CPs of CPF 8 are specified in IEC 61784-1-8.

2 Normative references

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

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

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

IEC 61158-5-23:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-23: Application layer service definition – Type 23 elements*

IEC 61158-6-23:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-23: Application layer protocol specification – Type 23 elements*

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 61784-5-8, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-8: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 8*

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*

IEEE Std 1588-2019, *IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems*

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]
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)
n.a.	Not applicable
PI	Performance indicator

RSTP	Rapid Spanning Tree Algorithm and Protocol (see IEEE Std 802.1Q-2018)
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 apply.

3.4 Conventions

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

4 CPF 8 (CC-Link) – RTE communication profiles

4.1 General overview

Communication Profile Family 8 defines profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3, IEC 61158-5-23 and IEC 61158-6-23, which specify the communication system protocols commonly known as CC-Link IE¹.

In this document, the following communication profiles are specified for CPF 8:

- Profile 8/4
a profile using fiber optic cable in a ring topology or copper cable in linear and star topologies (CC-Link IE Control Network)
- Profile 8/5
a profile using copper cable in linear and star topologies (CC-Link IE Field Network).
- Profile 8/6
a profile using fiber optic cable in a ring topology or copper cable in linear and star topologies (CC-Link IE TSN).

4.2 CP 8/4

4.2.1 Physical layer

The physical layer of CP 8/4 is as specified in ISO/IEC/IEEE 8802-3.

The bit rate shall be 1 000 Mbit/s. The full duplex and the auto negotiation function shall not be used.

Recommended connectors, cables and installation guidelines are specified in IEC 61784-5-8.

4.2.2 Data link layer

The data link layer of CP 8/4 is as specified in ISO/IEC/IEEE 8802-3.

¹ CC-Link™ and CC-Link IE™ are trade names of Mitsubishi Electric Co. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance with this document does not require use of the trade names CC-Link™ or CC-Link IE™. Use of the trade names CC-Link™ or CC-Link IE™ requires permission of CC-Link Partner Association.

4.2.3 Application layer

4.2.3.1 AL service selection

Application Layer services are defined in IEC 61158-5-23. Table 1 shows the subclauses included in this profile.

Table 1 – CP 8/4: AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Concept	YES	—
5	Data type ASE	YES	—
6	Communication model specification	—	—
6.1	Communication model	YES	—
6.2	ASE	—	—
6.2.1	Overview type C	YES	—
6.2.2	Overview type F	NO	—
6.2.3	Cyclic data ASE type C	YES	—
6.2.4	Cyclic data ASE type F	NO	—
6.2.5	Acyclic data ASE type C	YES	—
6.2.6	Acyclic data ASE type F	NO	—
6.2.7	Management ASE	YES	—
6.2.8	Synchronization ASE	NO	—
6.2.9	Measurement ASE	YES	—
6.3	AR Type C	YES	—
6.4	AR Type F	NO	—

4.2.3.2 AL protocol selection

Application Layer protocols are defined in IEC 61158-6-23. Table 2 shows the subclauses included in this profile.

Table 2 – CP 8/4: AL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	FAL syntax description	—	—
4.1	FALPDU type C abstract syntax	YES	—
4.2	FALPDU type F abstract syntax	NO	—
4.3	Data assignmentds for type C	YES	—
4.4	Data assignmentds for type F	NO	—
5	FAL transfer syntax	—	—
5.1	Encoding rules	YES	—
5.2	FALPDU type C elements encoding	YES	—
5.3	FALPDU type F elements encoding	NO	—
6	Structure of the FAL protocol state machine	YES	—
7	FAL service protocol machine (FSPM)	—	—
7.1	Overview	YES	—
7.2	FSPM type C	YES	—
7.3	FSPM type F	NO	—
8	Application relationship protocol machine (ARPM)	—	—
8.1	ARPM type C	YES	—
8.2	ARPM type F	NO	—
9	DLL mapping protocol machine (DMPM)	—	—
9.1	DMPM type C	YES	—
9.2	DMPM type F	NO	—

4.2.4 Performance indicator selection

4.2.4.1 Performance indicator overview

Table 3 provides an overview of the CP 8/4 performance indicators.

Table 3 – CP 8/4: PI overview

Performance indicator	Applicable	Constraints
Delivery time	YES	—
Number of end-stations	YES	—
Basic network topology	YES	—
Number of switches between end-stations	YES	—
Throughput RTE	YES	—
Non-RTE bandwidth	YES	—
Time synchronization accuracy	NO	—
Non-time-based synchronization accuracy	NO	—
Redundancy recovery time	YES	—

4.2.4.2 Performance indicator dependencies

Table 4 specifies the dependencies of the performance indicators (row) from the influencing performance indicators (column).

Table 4 – CP 8/4: PI dependency matrix

Dependent PI	Influencing PI							
	Delivery time	Number of end-stations	Basic network topology	Number of switches between end-stations	Throughput RTE	Non-RTE bandwidth	Non-time-based synchronization accuracy	Redundancy recovery time
Delivery time		Yes	No	No	Yes	Yes	No	Yes
Number of end-stations	No		No	No	No	No	No	No
Basic network topology	No	No		No	No	No	No	No
Number of switches between end-stations	No	No	No		No	No	No	No
Throughput RTE	Yes	Yes	No	No		Yes	No	Yes
Non-RTE bandwidth	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	

4.2.4.3 Delivery time

4.2.4.3.1 Delivery time calculation

The delivery time between any two end-stations is calculated as the sum of the following:

- *sender delay time* (see 4.2.4.3.2),
- *transmission time* (see 4.2.4.3.3),
- *receiver delay time* (see 4.2.4.3.4).

NOTE Unless otherwise specified, the following units apply: all time units are microseconds, all sizes are octets, and all rates are Mbit/s.

4.2.4.3.2 Sender delay time

4.2.4.3.2.1 Sender delay time calculation

The *sender delay time* is calculated as the sum of the following:

- *send buffer transfer time* (see 4.2.4.3.2.2),
- *frame transmission time* (see 4.2.4.3.2.3),
- *transmission delay time* (see 4.2.4.3.2.4).

4.2.4.3.2.2 Send buffer transfer time

The *send buffer transfer time* is calculated as the product of the following:

- *cyclic data transfer size*,
- *send buffer transfer time* (µs/octet).

The *send buffer transfer time* is specified by the manufacturer. A typical value is 0,01 µs/octet.

4.2.4.3.2.3 Frame transmission time

The *frame transmission time* is calculated as the sum of the following:

- *cyclic data transfer time*,
- *cyclic data header transfer time*,
- *frame gap time*,
- *preamble time*.

The *cyclic data transfer time* is calculated as shown in Formula (1):

$$\text{cyclic data transfer time} = \text{cyclic data transfer size} \times 8 / \text{transmission rate} \quad (1)$$

The *transmission rate* is specified by the manufacturer. A typical value is 1 000 Mbit/s.

The *cyclic data header transfer time* is calculated as shown in Formula (2):

$$\text{cyclic data header transfer time} = 44 \times \text{number of cyclic data frames} \times 8 / \text{transmission rate} \quad (2)$$

The *number of cyclic data frames* is calculated as shown in Formula (3):

$$\text{number of cyclic data frames} = 1 + (\text{cyclic data transfer size} / (1\,518 - 44)) \quad (3)$$

NOTE In Formula (3) the calculated value is truncated to yield an integer result.

The *frame gap time* is calculated as shown in Formula (4):

$$\text{frame gap time} = 12 \times (\text{number of cyclic data frames} - 1) \times 8 / \text{transmission rate} \quad (4)$$

The *preamble time* is calculated as shown in Formula (5):

$$\text{preamble time} = 8 \times (\text{number of cyclic data frames} - 1) \times 8 / \text{transmission rate} \quad (5)$$

4.2.4.3.2.4 Transmission delay time

The *transmission delay time* is specified by the manufacturer. A typical value is 0,35 µs.

4.2.4.3.3 Transmission time

4.2.4.3.3.1 Transmission time calculation

The *transmission time* is calculated as the sum of the following:

- *repeaters delay time* (see 4.2.4.3.3.2),
- *transmission channel delay time* (see 4.2.4.3.3.3).

4.2.4.3.3.2 Repeaters delay time

The *repeater delay time* is calculated as shown in Formula (6):

$$\text{repeater delay time} = \text{repeater delay time} \times (\text{number of stations} - 2) \quad (6)$$

The *repeater delay time* is specified by the manufacturer. A typical value is 0,7 µs.

4.2.4.3.3.3 Transmission channel delay time

The *transmission channel delay time* is calculated as shown in Formula (7):

$$\text{transmission channel delay time} = \frac{\text{transmission channel length (Km)}}{210\,000 \text{ (Km/s)}} \quad (7)$$

4.2.4.3.4 Receiver delay time

4.2.4.3.4.1 Receiver delay time calculation

The *receiver delay time* is calculated as shown in Formula (8):

$$\text{receiver delay time} = \text{receive delay time} + \text{receive buffer transfer time} \quad (8)$$

See 4.2.4.3.4.2 for receive delay time and 4.2.4.3.4.3 for receive buffer transfer time.

4.2.4.3.4.2 Receive delay time

The *receive delay time* is specified by the manufacturer. A typical value is 0,35 µs.

4.2.4.3.4.3 Receive buffer transfer time

The *receive buffer transfer time* is calculated as shown in Formula (9):

$$\text{receive buffer transfer time} = \text{cyclic data transfer size} \times \text{receive buffer transfer time (µs/octet)} \quad (9)$$

The *receive buffer transfer time* is specified by the manufacturer. A typical value is 0,01 µs/octet.

4.2.4.4 Number of end-stations

The maximum number of end-stations is 256. This value is not influenced by any other PI.

4.2.4.5 Basic network topology

The basic network topology, a ring, is fixed.

4.2.4.6 Number of switches between end-stations

No switches are used.

4.2.4.7 Throughput RTE

The *Throughput RTE* is calculated as shown in Formula (10):

$$\text{throughput RTE} = \text{cyclic data transfer size} \times 8 / \text{token circulation time} \quad (10)$$

The *token circulation time* is calculated as shown in Formula (11):

$$\text{token circulation time} = (\text{sender delay time} + \text{transmission channel delay time} + \text{receiver delay time} + \text{token frame time}) \times \text{number of stations} \quad (11)$$

The *token frame time* is calculated as shown in Formula (12):

$$\text{token frame time} = 64 \times 8 / \text{transmission rate} \quad (12)$$

4.2.4.8 Non-RTE bandwidth

The *non-RTE bandwidth* is influenced by the *throughput RTE*. The relationship shown in Formula (13) expressed as a ratio of two rates (all terms are Mbit/s), describes this dependency:

$$\text{non-RTE bandwidth} < (\text{transmission rate} - \text{throughput RTE} - \text{protocol overhead}) / \text{transmission rate} \quad (13)$$

The *protocol overhead* is calculated as the sum of the following:

- *cyclic data overhead*,
- *acyclic data overhead*.

The *cyclic data overhead* is calculated as shown in Formula (14):

$$\text{cyclic data overhead} = (44 \times 8 / \text{token circulation time}) \times \text{number of cyclic data frames} \quad (14)$$

The *acyclic data overhead* is calculated as shown in Formula (15):

$$\text{acyclic data overhead} = (44 \times 8 / \text{token circulation time}) \times \text{number of acyclic data frames} \quad (15)$$

The *number of acyclic data frames* is calculated as in Formula (16):

$$\text{number of acyclic data frames} = 1 + (\text{acyclic data transfer size} / (518 - 48)) \quad (16)$$

NOTE The value of number of acyclic data frames calculated with Formula (16) is truncated to yield an integer result.

4.2.4.9 Time synchronization accuracy

Void.

4.2.4.10 Non-time-based synchronization accuracy

Void.

4.2.4.11 Redundancy recovery time

The *redundancy recovery time* is not dependent on any other PI. The *redundancy recovery time* influences delivery time and throughput RTE. The influence on *delivery time* is not parametric because the transmission protocol does not include the retransmission procedure; however, a redundancy recovery event has a direct correlation on *throughput RTE* as influenced by the change in transmission pass.

4.2.4.12 Consistent set of performance indicators for large automation systems

Table 5 gives an outline of a consistent set of performance indicators for a large automation system.

Table 5 – CP 8/4: Consistent set of PIs (real-time only)

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	200 µs	No failure
Number of end-stations	120	Ring topology
Number of switches between end-stations	n.a.	—
Throughput RTE	50 Moctets/s	—
Non-RTE bandwidth	0	In this scenario, non-RTE traffic is not configured although possible.
Redundancy recovery time	< 100 ms	—

Table 6 gives an outline of a consistent set of performance indicators for a large automation system. The slot for no-real-time data is 240 000 octets per cycle time.

Table 6 – CP 8/4: Consistent set of PIs (real-time and non-real-time)

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	217 µs	No failure
Number of end-stations	120	Ring topology
Number of switches between end-stations	n.a.	—
Throughput RTE	35 Moctets/s	—
Non-RTE bandwidth	48,4 %	In this scenario, the slot for no-real-time data is 240 000 octets per cycle time.
Redundancy recovery time	< 100 ms	—

4.3 CP 8/5

4.3.1 Physical layer

The physical layer of CP 8/5 is as specified in ISO/IEC/IEEE 8802-3.

4.3.2 Data link layer

The data link layer of CP 8/5 is as specified in ISO/IEC/IEEE 8802-3.

4.3.3 Application layer

4.3.3.1 AL service selection

Application Layer services are defined in IEC 61158-5-23. Table 7 shows the subclauses included in this profile.

Table 7 – CP 8/5: AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Concept	YES	—
5	Data type ASE	YES	—
6	Communication model specification	—	—
6.1	Communication model	YES	—
6.2	ASE	—	—
6.2.1	Overview type C	NO	—
6.2.2	Overview type F	YES	—
6.2.3	Cyclic data ASE type C	NO	—
6.2.4	Cyclic data ASE type F	YES	—
6.2.5	Acyclic data ASE type C	NO	—
6.2.6	Acyclic data ASE type F	YES	—
6.2.7	Management ASE	YES	—
6.2.8	Synchronization ASE	YES	—
6.2.9	Measurement ASE	YES	—
6.3	AR Type C	NO	—
6.4	AR Type F	YES	—

4.3.3.2 AL protocol selection

Application Layer protocols are defined in IEC 61158-6-23. Table 8 shows the subclauses included in this profile.

Table 8 – CP 8/5: AL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	FAL syntax description	—	—
4.1	FALPDU type C abstract syntax	NO	—
4.2	FALPDU type F abstract syntax	YES	—
4.3	Data assignments for type C	NO	—
4.4	Data assignments for type F	YES	—
5	FAL transfer syntax	—	—
5.1	Encoding rules	YES	—
5.2	FALPDU type C elements encoding	NO	—
5.3	FALPDU type F elements encoding	YES	—
6	Structure of the FAL protocol state machine	YES	—
7	FAL service protocol machine (FSPM)	—	—
7.1	Overview	YES	—
7.2	FSPM type C	NO	—
7.3	FSPM type F	YES	—
8	Application relationship protocol machine (ARPM)	—	—
8.1	ARPM type C	NO	—
8.2	ARPM type F	YES	—
9	DLL mapping protocol machine (DMPM)	—	—
9.1	DMPM type C	NO	—
9.2	DMPM type F	YES	—

4.3.4 Performance indicator selection

4.3.4.1 Performance indicator overview

Table 9 provides an overview of the CP 8/5 performance indicators.

Table 9 – CP 8/5: PI overview

Performance indicator	Applicable	Constraints
Delivery time	YES	—
Number of end-stations	YES	—
Basic network topology	YES	—
Number of switches between end-stations	YES	—
Throughput RTE	YES	—
Non-RTE bandwidth	YES	—
Time synchronization accuracy	NO	—
Non-time-based synchronization accuracy	YES	—
Redundancy recovery time	YES	—

4.3.4.2 Performance indicator dependencies

Table 10 specifies the dependencies of the performance indicators (row) from the influencing performance indicators (column).

Table 10 – CP 8/5: PI dependency matrix

Dependent PI	Influencing PI							
	Delivery time	Number of end-stations	Basic network topology	Number of switches between end-stations	Throughput RTE	Non-RTE bandwidth	Non-time-based synchronization accuracy	Redundancy recovery time
Delivery time		YES	YES	YES	YES	YES	NO	YES
Number of end-stations	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO
Basic network topology	NO	NO		NO	NO	NO	NO	NO
Number of switches between end-stations	YES	NO	YES		YES	NO	NO	NO
Throughput RTE	YES	YES	NO	YES		NO	NO	YES
Non-RTE bandwidth	NO	NO	NO	NO	YES		NO	NO
Non-time-based synchronization accuracy	YES	YES	YES	YES	NO	NO		YES
Redundancy recovery time	YES	YES	YES	YES	NO	NO	NO	

4.3.4.3 Delivery time

4.3.4.3.1 Delivery time calculation

The delivery time between any two end-stations is calculated as the sum of the following:

- *sender delay time* (see 4.3.4.3.2),
- *transmission time* (see 4.3.4.3.3),
- *receiver delay time* (see 4.3.4.3.4).

NOTE Unless otherwise specified, the following units apply: all time units are microseconds, all sizes are octets, and all rates are Mbit/s.

4.3.4.3.2 Sender delay time

4.3.4.3.2.1 Sender delay time calculation

The *sender delay time* is calculated as the sum of the following:

- *send buffer transfer time* (see 4.3.4.3.2.2),
- *frame transmission time* (see 4.3.4.3.2.3),
- *transmission delay time* (see 4.3.4.3.2.4).

4.3.4.3.2.2 Send buffer transfer time

The *send buffer transfer time* is calculated as the product of the following:

- *cyclic data transfer size*,
- *send buffer transfer time* (µs/octet).

The *send buffer transfer time* is specified by the manufacturer. A typical value is 0,05 µs/octet.

4.3.4.3.2.3 Frame transmission time

The *frame transmission time* is calculated as the sum of the following:

- *cyclic data transfer time*,
- *cyclic data header transfer time*,
- *frame gap time*,
- *preamble time*,
- *token frame time*,
- *my status frame time*.

The *cyclic data transfer time* is calculated as shown in Formula (17):

$$\text{cyclic data transfer time} = \text{cyclic data transfer size} \times 8 / \text{transmission rate} \quad (17)$$

The *transmission rate* is specified by the manufacturer. A typical value is 1 000 Mbit/s.

The *cyclic data header transfer time* is calculated as shown in Formula (18):

$$\text{cyclic data header transfer time} = 40 \times \text{number of cyclic data frames} \times 8 / \text{transmission rate} \quad (18)$$

The *number of cyclic data frames* is calculated as shown in Formula (19):

$$\text{number of cyclic data frames} = 1 + (\text{cyclic data transfer size} / (1\,518 - 40)) \quad (19)$$

NOTE In Formula (19) the calculated value is truncated to yield an integer result.

The *frame gap time* is calculated as shown in Formula (20):

$$\text{frame gap time} = 12 \times (\text{number of cyclic data frames} + 1) \times 8 / \text{transmission rate} \quad (20)$$

The *preamble time* is calculated as shown in Formula (21):

$$\text{preamble time} = 8 \times (\text{number of cyclic data frames} + 2) \times 8 / \text{transmission rate} \quad (21)$$

The *token frame time* is calculated as shown in Formula (22):

$$\text{token frame time} = 64 \times 8 / \text{transmission rate} \quad (22)$$

The *my status frame time* is calculated as shown in Formula (23):

$$\text{my status frame time} = 64 \times 8 / \text{transmission rate} \quad (23)$$

4.3.4.3.2.4 **Transmission delay time**

The *transmission delay time* is specified by the manufacturer. A typical value is 0,165 µs.

4.3.4.3.3 **Transmission time**

4.3.4.3.3.1 **Transmission time calculation**

The *transmission time* is calculated as the sum of the following:

- *repeaters delay time* (see 4.3.4.3.3.2),
- *transmission channel delay time* (see 4.3.4.3.3.3),
- *switches delay time* (see 4.3.4.3.3.4).

4.3.4.3.3.2 **Repeaters delay time**

The *repeaters delay time* is calculated as shown in Formula (24):

$$\text{repeaters delay time} = \text{repeater delay time} \times (\text{number of stations} - 2) \quad (24)$$

The *repeaters delay time* is specified by the manufacturer. A typical value is 0,99 µs.

4.3.4.3.3.3 **Transmission channel delay time**

The *transmission channel delay time* is calculated as shown in Formula (25):

$$\text{transmission channel delay time} = \frac{\text{transmission channel length (Km)}}{210\,000 \text{ (Km/s)}} \quad (25)$$

4.3.4.3.3.4 **Switches delay time**

The *switches delay time* is calculated as shown in Formula (26):

$$\text{switches delay time} = \frac{\text{switch delay time} \times \text{number of switches between end-stations}}{\quad} \quad (26)$$

The *switches delay time* is specified by the manufacturer. A typical value is 8,0 µs.

4.3.4.3.4 Receiver delay time

4.3.4.3.4.1 Receiver delay time calculation

The *receiver delay time* is calculated as the sum of the following:

- *receive delay time* (see 4.3.4.3.4.2),
- *frame receive time* (see 4.3.4.3.4.3),
- *receive buffer transfer time* (see 4.3.4.3.4.4).

4.3.4.3.4.2 Receive delay time

The *receive delay time* is specified by the manufacturer. A typical value is 0,165 µs.

4.3.4.3.4.3 Frame receive time

The *frame receive time* is equal to the *frame transmission time*.

4.3.4.3.4.4 Receive buffer transfer time

The *receive buffer transfer time* is calculated as shown in Formula (27):

$$\text{receive buffer transfer time} = \text{cyclic data transfer size} \times \text{receive buffer transfer time } (\mu\text{s}/\text{octet}) \quad (27)$$

The *receive buffer transfer time* is specified by the manufacturer. A typical value is 0,05 µs/octet.

4.3.4.4 Number of end-stations

The maximum number of end-stations is 121. This value is not influenced by any other PI.

4.3.4.5 Basic network topology

The basic network topology is designed in linear, star or ring according to the delivery time application.

4.3.4.6 Number of switches between end-stations

The number of switches between end-stations shall be optimized to a minimum value in order that delivery time meets application constraints.

4.3.4.7 Throughput RTE

The *Throughput RTE* is calculated as shown in Formula (28):

$$\text{throughput RTE} = \text{cyclic data transfer size} \times 8 / \text{link scan time} \quad (28)$$

The *link scan time* is specified by the manufacturer.

4.3.4.8 Non-RTE bandwidth

The *non-RTE bandwidth* is influenced by the *throughput RTE*. The relationship in Formula (29) expressed as a ratio of two rates (all terms are Mbit/s) describes this dependency:

$$\text{non-RTE bandwidth} < (\text{transmission rate} - \text{throughput RTE} - \text{acyclic data overhead}) / \text{transmission rate} \quad (29)$$

The *acyclic data overhead* is calculated as shown in Formula (30):

$$\text{acyclic data overhead} = (44 \times 8 / \text{link scan time}) \times \text{number of acyclic data frames} \quad (30)$$

The *number of acyclic data frames* is calculated as shown in Formula (31):

$$\text{number of acyclic data frames} = 1 + (\text{acyclic data transfer size} / (1\,518 - 44)) \quad (31)$$

NOTE In Formula (31), the calculated value is truncated to yield an integer result.

4.3.4.9 Time synchronization accuracy

Void.

4.3.4.10 Non-time-based synchronization accuracy

The synchronization accuracy is dependent on the *delivery time*, the *number of end-stations*, the *basic network topology*, the *number of switches between end-stations* and the *redundancy recovery time*.

4.3.4.11 Redundancy recovery time

The *redundancy recovery time* is dependent on the *delivery time*, the *number of end-stations*, the *basic network topology* and the *number of switches between end-stations*. The *redundancy recovery time* influences delivery time, non-time-base synchronization accuracy and throughput RTE. The influence on *delivery time* is not parametric because the transmission protocol does not include the retransmission procedure; however, a redundancy recovery event has a direct correlation with *throughput RTE* and *non-time-base synchronization accuracy* as influenced by the change in transmission pass.

4.3.4.12 Consistent set of performance indicators for large automation systems

Table 11 gives an outline of a consistent set of performance indicators for a large automation system.

Table 11 – CP 8/5: Consistent set of PIs (real-time only)

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	118 µs	No failure
Number of end-stations	120	Linear topology
Number of switches between end-stations	0	—
Throughput RTE	72 Moctets/s	—
Non-RTE bandwidth	0	In this scenario, non-RTE traffic is not configured although possible
Non-time-based synchronization accuracy	< 1 µs	—
Redundancy recovery time	< 8 ms	—

Table 12 gives an outline of a consistent set of performance indicators for a large automation system. The slot for no-real-time data is 8 Koctets per cycle time.

Table 12 – CP 8/5: Consistent set of PIs (real-time and non-real-time)

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	225 µs	No failure
Number of end-stations	120	Linear topology
Number of switches between end-stations	0	—
Throughput RTE	12 Moctets/s	—
Non-RTE bandwidth	20 %	In this scenario, the slot for no-real-time data is 8 Koctets per cycle time.
Non-time-based synchronization accuracy	< 1 µs	—
Redundancy recovery time	< 8 ms	—

4.4 CP 8/6

4.4.1 Physical layer

The physical layer of CP 8/6 shall be according to ISO/IEC/IEEE 8802-3 with the following constraints:

- 1000 BASE-T;
- 100 BASE-TX;
- 1000 BASE-SX;
- Auto-negotiation shall be supported.

4.4.2 Data link layer

The data link layer of CP 8/6 shall be according to ISO/IEC/IEEE 8802-3, IEEE Std 802.1AB-2016, IEEE Std 802.1AS-2020, IEEE Std 802.1Q-2018 and IEEE Std 1588-2019 with the following constraints:

- IEEE Std 802.1Q-2018;
- IEEE Std 802.1AS-2020;
- Precision time protocol shall be according to Delay Request-Response Default PTP profile (see IEEE Std 1588-2019, Clause I.3).

4.4.3 Application layer

4.4.3.1 AL service selection

Application Layer services are defined in IEC 61158-5-23. Table 13 shows the subclauses included in this profile.

Table 13 – CP 8/6: AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Concept	YES	—
5	Data type ASE	YES	—
6	Communication model specification	—	—
6.1	Communication model	YES	—
6.2	ASE	—	—
6.2.1	Overview type C	NO	—
6.2.2	Overview type F	NO	—
6.2.3	Cyclic data ASE type C	NO	—
6.2.4	Cyclic data ASE type F	NO	—
6.2.5	Acyclic data ASE type C	NO	—
6.2.6	Acyclic data ASE type F	NO	—
6.2.7	Management ASE	NO	—
6.2.8	Synchronization ASE	NO	—
6.2.9	Measurement ASE	YES	—
6.2.10	Overview type T	YES	—
6.2.11	Cyclic data ASE type T	YES	—
6.2.12	Acyclic data ASE type T	YES	—
6.2.13	Management ASE type T	YES	—
6.2.14	Time sync data ASE type T	YES	—
6.2.15	SLMP data ASE type T	YES	—
6.3	AR Type C	NO	—
6.4	AR Type F	NO	—
6.5	AR Type T	YES	—

4.4.3.2 AL protocol selection

Application Layer protocols are defined in IEC 61158-6-23. Table 14 shows the subclauses included in this profile.

Table 14 – CP 8/6: AL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	FAL syntax description	—	—
4.1	FALPDU type C abstract syntax	NO	—
4.2	FALPDU type F abstract syntax	NO	—
4.3	Data assignmentds for type C	NO	—
4.4	Data assignmentds for type F	NO	—
4.5	FALPDU type T abstract syntax	YES	—
4.6	Data assignmentds for type T	YES	—
5	FAL transfer syntax	—	—
5.1	Encoding rules	YES	—
5.2	FALPDU type C elements encoding	NO	—
5.3	FALPDU type F elements encoding	NO	—
5.4	FALPDU type T elements encoding	YES	—
6	Structure of the FAL protocol state machine	YES	—
7	FAL service protocol machine (FSPM)	—	—
7.1	Overview	YES	—
7.2	FSPM type C	NO	—
7.3	FSPM type F	NO	—
7.4	FSPM type T	YES	—
8	Application relationship protocol machine (ARPM)	—	—
8.1	ARPM type C	NO	—
8.2	ARPM type F	NO	—
8.3	ARPM type T	YES	—
9	DLL mapping protocol machine (DMPM)	—	—
9.1	DMPM type C	NO	—
9.2	DMPM type F	NO	—
9.3	DMPM type T	YES	—

4.4.4 Performance indicator selection

4.4.4.1 Performance indicator overview

Table 15 provides an overview of the CP 8/6 performance indicators.

Table 15 – CP 8/6: Performance indicator overview

Performance indicator	Applicable	Constraints
Delivery time	YES	—
Number of end-stations	YES	—
Basic network topology	YES	—
Number of switches between end-stations	YES	—
Throughput RTE	YES	—
Non-RTE bandwidth	YES	—
Time synchronization accuracy	YES	—
Non-time-based synchronization accuracy	NO	—
Redundancy recovery time	YES	—

4.4.4.2 Performance indicator dependencies

Table 16 specifies the dependencies of the performance indicators (row) from the influencing performance indicators (column).

Table 16 – CP 8/6: Performance indicator dependency matrix

Dependent PI	Influencing PI							
	Delivery time	Number of end-stations	Basic network topology	Number of switches between end-stations	Throughput RTE	Non-RTE bandwidth	Time synchronization accuracy	Redundancy recovery time
Delivery time		Yes	Yes	Yes	No	No	No	No
Number of end-stations	No		No	No	No	No	No	No
Basic network topology	No	No		No	No	No	No	No
Number of switches between end-stations	No	No	No		No	No	No	No
Throughput RTE	No	Yes	No	No		Yes	No	No
Non-RTE bandwidth	No	Yes	No	No	Yes		No	No
Time synchronization accuracy	No	No	No	No	No	No		No
Redundancy recovery time	No	No	Yes	No	No	No	No	

4.4.4.3 Delivery time

Equation (32) is used to calculate the delivery time.

$$T_D = T_C + T_{HC} + T_P \quad (32)$$

where

T_D is the delivery time (s);

T_C is the cyclic time (s);

T_{HC} is the head cyclic frame transmission time (s);

T_P is the propagation delay time (s).

In the event of failure, Equation (33) is used to calculate the cyclic time. Otherwise, T_C is 0.

$$T_C = T_{TC} + T_{NC} + T_P \quad (33)$$

where

T_{TC} is the total cyclic frame transmission time (s);

T_{NC} is the non-cyclic frame transmission time (s).

Equation (34) is used to calculate the head cyclic frame transmission time.

$$T_{HC} = \frac{L_{EH} + L_{CH} + L_R + N_S \times (L_{HS} + L_T + L_{CD})}{B} \quad (34)$$

where

L_{EH} is the length of the Ethernet header (bits);

L_{CH} is the length of the CC-Link TSN header (bits);

L_R is the length of the FCS (bits);

N_S is the number of slave devices;

L_{HS} is the length of the sub payload header (bits);

L_T is the length of the trailer (bits);

L_{CD} is the length of the control data (bits);

B is the baud rate (bits/s).

Equation (35) is used to calculate the propagation delay time.

$$T_P = (T_{CP} \times N_S) + (T_R \times (N_S - 1)) \quad (35)$$

where

T_{CP} is the cable propagation delay time (s);

T_R is the relay delay time (s).

Equation (36) is used to calculate the total cyclic frame transmission time.

$$T_{TC} = \frac{L_{TC}}{B} \quad (36)$$

where

L_{TC} is the total cyclic frame length (bits).

Equation (37) is used to calculate the non-cyclic frame transmission time.

$$T_{NC} = \frac{L_{IF} + L_{SF}}{B} \quad (37)$$

where

L_{IF} is the initialization frame length (bits);

L_{SF} is the synchronization frame length (bits).

4.4.4.4 Number of end-stations

The maximum number of end-stations is 256. This value is not influenced by any other PI.

4.4.4.5 Basic network topology

The basic network topology is configured using lines.

4.4.4.6 Number of switches between end-stations

No switches are used.

4.4.4.7 Throughput RTE

Equation (38) is used to calculate the RTE throughput.

$$TP_{RTE} = \frac{L_{CF}}{L_{MIF} + L_{TC} + L_{MTSF}} \times B \quad (38)$$

where

TP_{RTE} is the RTE throughput (bits/s);

L_{CF} is the length of the cyclic frame (bits);

L_{MIF} is the length of the maximum initialization frame (bits);

L_{MTSF} is the length of the maximum time synchronization frame (bits).

4.4.4.8 Non-RTE bandwidth

Equation (39) is used to calculate the non-RTE bandwidth.

$$BW_{NRTE} = \frac{L_{MIF} + L_{MTSF}}{L_{MIF} + L_{MTSF} + L_{CF}} \quad (39)$$

where

BW_{NRTE} is the non-RTE bandwidth.

4.4.4.9 Time synchronization accuracy

The time synchronization accuracy shall be less than 1 μ s compliant with IEEE Std 802.1AS-2020 and IEEE Std 1588-2019.

4.4.4.10 Non-time-based synchronization accuracy

Void.

4.4.4.11 Redundancy recovery time

Because a ring topology will continue functioning even when a single fault occurs, this is set to 0.

4.4.4.12 Consistent set of performance indicators for large automation systems

Table 17 gives the range of a consistent set of performance indicators for a large automation system.

Table 17 – CP 8/6: Range of performance indicators

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	1 μ s to 250 ms	1-byte data transmission time when using a minimum 2-unit configuration
Number of end-stations	1 to 64 770	—
Number of switches between end-stations	—	no restriction
Throughput RTE	0 % to 99 %	—
Non-RTE bandwidth	1 % to 100 %	—
Time synchronization accuracy	< 1 μ s	—
Redundancy recovery time	0 ms	—

Table 18 gives an outline of a consistent set of performance indicators for a large automation system.

Table 18 – CP 8/6: Consistent set of performance indicators

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery time	142 μ s	no failure
Number of end-stations	256	Linear topology
Number of switches between end-stations	0	—
Throughput RTE	72, 4 Moctets/s	baud rate = 579 Mbps
Non-RTE bandwidth	40,6 %	—
Time synchronization accuracy	< 1 μ s	—
Redundancy recovery time	0	—

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 61158-3-18, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-18: Data-link layer service definition – Type 18 elements*

IEC 61158-4-18, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-18: Data-link layer protocol specification – Type 18 elements*

IEC 61158-5-18, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-18: Application layer service definition – Type 18 elements*

IEC 61158-6-18, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-18: Application layer protocol specification – Type 18 elements*

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

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

IEC 61784-1-8, *Industrial networks – Profiles – Part 1-8: Fieldbus profiles – Communication Profile Family 8*

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

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

ISO/IEC 7498-1, *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 61784-2-8:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
INTRODUCTION.....	38
1 Domaine d'application	39
2 Références normatives	39
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions	40
3.1 Termes et définitions	40
3.2 Abréviations et acronymes	40
3.3 Symboles	41
3.4 Conventions.....	41
4 CPF 8 (CC-Link) – Profils de communication RTE	41
4.1 Présentation générale	41
4.2 CP 8/4	41
4.2.1 Couche physique	41
4.2.2 Couche liaison de données	42
4.2.3 Couche application	42
4.2.4 Sélection des indicateurs de performance.....	43
4.3 CP 8/5	49
4.3.1 Couche physique	49
4.3.2 Couche liaison de données	49
4.3.3 Couche application	49
4.3.4 Sélection des indicateurs de performance.....	51
4.4 CP 8/6	57
4.4.1 Couche physique	57
4.4.2 Couche liaison de données	58
4.4.3 Couche application	58
4.4.4 Sélection des indicateurs de performance.....	59
Bibliographie.....	65
Tableau 1 – CP 8/4: sélection des services AL.....	42
Tableau 2 – CP 8/4: sélection du protocole AL.....	43
Tableau 3 – CP 8/4: vue d'ensemble des indicateurs de performance	43
Tableau 4 – CP 8/4: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance	44
Tableau 5 – CP 8/4: ensemble cohérent d'indicateurs de performance (temps réel uniquement).....	49
Tableau 6 – CP 8/4: ensemble cohérent d'indicateurs de performance (temps réel et temps différé)	49
Tableau 7 – CP 8/5: sélection des services AL.....	50
Tableau 8 – CP 8/5: sélection du protocole AL.....	51
Tableau 9 – CP 8/5: vue d'ensemble des indicateurs de performance	51
Tableau 10 – CP 8/5: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance	52
Tableau 11 – CP 8/5: ensemble cohérent d'indicateurs de performance (temps réel uniquement).....	57
Tableau 12 – CP 8/5: ensemble cohérent d'indicateurs de performance (temps réel et temps différé)	57
Tableau 13 – CP 8/6: sélection des services AL.....	58

Tableau 14 – CP 8/6: sélection du protocole AL.....	59
Tableau 15 – CP 8/6: vue d'ensemble des indicateurs de performance.....	60
Tableau 16 – CP 8/6: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance	60
Tableau 17 – CP 8/6: plages des indicateurs de performance	63
Tableau 18 – CP 8/6: ensemble cohérent d'indicateurs de performance.....	64

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-2-8:2023

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX INDUSTRIELS –
PROFILS –****Partie 2-8: Profils de bus de terrain supplémentaires
pour les réseaux en temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 8****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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 autorisés 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 61784-2-8 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

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

- a) scission de l'IEC 61784-2 d'origine en plusieurs sous-parties, une sous-partie pour le matériel de nature générique et une sous-partie pour chaque famille de profils de communication spécifiée dans le document d'origine;
- b) ajout du profil CP 8/6.

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 cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Le présent 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. A 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 2-8: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 8

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61784-2 définit les extensions de la famille de profils de communication 8 (CPF 8) pour l'Ethernet en temps réel (RTE). La CPF 8 spécifie un jeu de profils de communication (CP) Ethernet en temps réel (RTE) et les composants de réseau connexes basés sur la série IEC 61158 (type 23), l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 et d'autres normes.

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

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

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

NOTE 3 Certains CP de la CPF 8 sont spécifiés dans l'IEC 61784-1-8.

2 Références normatives

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

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

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

IEC 61158-5-23:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-23: Définition des services de la couche application – Eléments de type 23*

IEC 61158-6-23:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-23: Spécification du protocole de la couche application – Eléments de type 23*

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 61784-5-8, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 5-8: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 8*

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)

IEEE Std 1588-2019, *IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems* (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]
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)
n.a.	Non applicable
PI	Performance Indicator (indicateur de performance)
RSTP	Rapid Spanning Tree algorithm and Protocol (algorithme et protocole d'arbre de recouvrement rapide) (voir l'IEEE Std 802.1Q-2018)
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 s'appliquent.

3.4 Conventions

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

4 CPF 8 (CC-Link) – Profils de communication RTE

4.1 Présentation générale

La famille de profils de communication 8 définit les profils reposant sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3, l'IEC 61158-5-23 et l'IEC 61158-6-23, qui spécifient les protocoles de système de communication communément appelés CC-Link IE¹.

Dans le présent document, les profils de communication suivants sont spécifiés pour la CPF 8:

- profil 8/4
profil utilisant un câble à fibre optique dans une topologie en anneau ou un câble en cuivre dans des topologies linéaires et en étoile (CC-Link IE Control Network);
- profil 8/5
profil utilisant un câble en cuivre dans des topologies linéaires et en étoile (CC-Link IE Field Network);
- profil 8/6
profil utilisant un câble à fibre optique dans une topologie en anneau ou un câble en cuivre dans des topologies linéaires et en étoile (CC-Link IE TSN).

4.2 CP 8/4

4.2.1 Couche physique

La couche physique du CP 8/4 est spécifiée dans l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Le débit binaire doit être de 1 000 Mbit/s. Le mode bidirectionnel simultané et la fonction d'autonégociation ne doivent pas être utilisés.

¹ CC-Link™ et CC-Link IE™ sont des appellations commerciales de Mitsubishi Electric Co. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve le détenteur de l'appellation commerciale ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité au présent document n'exige pas l'utilisation des appellations commerciales CC-Link™ ou CC-Link IE™. L'utilisation des appellations commerciales CC-Link™ ou CC-Link IE™ exige l'autorisation de CC-Link Partner Association.

Les connecteurs, câbles et lignes directrices d'installation recommandés sont spécifiés dans l'IEC 61784-5-8.

4.2.2 Couche liaison de données

La couche liaison de données du CP 8/4 est spécifiée dans l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

4.2.3 Couche application

4.2.3.1 Sélection des services AL

Les méthodes d'essai applicables sont données dans l'IEC 61158-5-23. Le Tableau 1 présente les paragraphes inclus dans ce profil.

Tableau 1 – CP 8/4: sélection des services AL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	OUI	—
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	OUI	—
4	Concept	OUI	—
5	ASE de type de données	OUI	—
6	Spécification du modèle de communication	—	—
6.1	Modèle de communication	OUI	—
6.2	ASE	—	—
6.2.1	Vue d'ensemble du type C	OUI	—
6.2.2	Vue d'ensemble du type F	NON	—
6.2.3	ASE "Cyclic data" de type C	OUI	—
6.2.4	ASE "Cyclic data" de type F	NON	—
6.2.5	ASE "Acyclic data" type C	OUI	—
6.2.6	ASE "Acyclic data" type F	NON	—
6.2.7	Elément ASE de gestion	OUI	—
6.2.8	ASE de synchronisation	NON	—
6.2.9	ASE de mesure	OUI	—
6.3	AR type C	OUI	—
6.4	AR type F	NON	—

4.2.3.2 Sélection du protocole AL

Les méthodes d'essai applicables sont données dans l'IEC 61158-6-23. Le Tableau 2 présente les paragraphes inclus dans ce profil.

Tableau 2 – CP 8/4: sélection du protocole AL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	OUI	—
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	OUI	—
4	Description de la syntaxe de FAL	—	—
4.1	Syntaxe abstraite des FAL-PDU de type C	OUI	—
4.2	Syntaxe abstraite des FAL-PDU de type F	NON	—
4.3	Affectation des types de données pour le type C	OUI	—
4.4	Affectation des types de données pour le type F	NON	—
5	Syntaxe de transfert FAL	—	—
5.1	Règles de codage	OUI	—
5.2	Codage des éléments de FAL-PDU de type C	OUI	—
5.3	Codage des éléments FAL-PDU de type F	NON	—
6	Structure du diagramme d'états de protocole FAL	OUI	—
7	Machine de protocole FSPM	—	—
7.1	Vue d'ensemble	OUI	—
7.2	FSPM de type C	OUI	—
7.3	FSPM de type F	NON	—
8	Machine protocolaire de relations entre applications (ARPM)	—	—
8.1	ARPM de type C	OUI	—
8.2	ARPM de type F	NON	—
9	Machine de protocole DMPM	—	—
9.1	DMPM de type C	OUI	—
9.2	DMPM de type F	NON	—

4.2.4 Sélection des indicateurs de performance

4.2.4.1 Vue d'ensemble des indicateurs de performance

Le Tableau 3 présente les indicateurs de performance du CP 8/4.

Tableau 3 – CP 8/4: 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	—
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	OUI	—
Débit RTE	OUI	—
Largeur de bande non-RTE	OUI	—
Exactitude de la synchronisation temporelle	NON	—
Exactitude de la synchronisation non périodique	NON	—
Temps de reprise de redondance	OUI	—

4.2.4.2 Dépendances entre les indicateurs de performance

Le Tableau 4 spécifie les dépendances entre les indicateurs de performance, en les associant les uns aux autres selon une structure en lignes et colonnes.

Tableau 4 – CP 8/4: 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	Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	Débit RTE	Largeur de bande non-RTE	Exactitude de la synchronisation non périodique	Temps de reprise de redondance
Temps de remise		Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui
Nombre de stations d'extrémité	Non		Non	Non	Non	Non	Non	Non
Topologie de réseau de base	Non	Non		Non	Non	Non	Non	Non
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	Non	Non	Non		Non	Non	Non	Non
Débit RTE	Oui	Oui	Non	Non		Oui	Non	Oui
Largeur de bande non-RTE	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	

4.2.4.3 Temps de remise

4.2.4.3.1 Calcul du temps de remise

Le temps de remise entre deux stations d'extrémité est calculé comme la somme des éléments suivants:

- *délai de l'émetteur* (voir 4.2.4.3.2);
- *temps de transmission* (voir 4.2.4.3.3);
- *délai du récepteur* (voir 4.2.4.3.4).

NOTE Sauf spécification contraire, les unités suivantes s'appliquent: toutes les unités de temps sont en microsecondes, toutes les vitesses sont en octets, et tous les débits sont en Mbit/s.

4.2.4.3.2 Délai de l'émetteur

4.2.4.3.2.1 Calcul du délai de l'émetteur

Le *délai de l'émetteur* est calculé comme la somme des éléments suivants:

- *temps de transfert de mémoire tampon d'envoi* (voir 4.2.4.3.2.2);
- *temps de transmission de trame* (voir 4.2.4.3.2.3);

- *délai de transmission* (voir 4.2.4.3.2.4).

4.2.4.3.2.2 Temps de transfert de mémoire tampon d'envoi

Le *temps de transfert de mémoire tampon d'envoi* est calculé comme le produit des éléments suivants:

- *taille de transfert de données cycliques*;
- *temps de transfert de mémoire tampon d'envoi* (µs/octet).

Le *temps de transfert de mémoire tampon d'envoi* est spécifié par le fabricant. Une valeur type est de 0,01 µs/octet.

4.2.4.3.2.3 Temps de transmission de trame

Le *temps de transmission de trame* est calculé comme la somme des éléments suivants:

- *temps de transfert de données cycliques*;
- *temps de transfert d'en-tête de données cycliques*;
- *temps intertrame*;
- *temps de préambule*.

Le *temps de transfert de données cycliques* est calculé par la Formule (1):

$$\text{temps de transfert de données cycliques} = \frac{\text{taille de transfert de données cycliques}}{8/\text{vitesse de transmission}} \quad (1)$$

La *vitesse de transmission* est spécifiée par le fabricant. Une valeur type est de 1 000 Mbit/s.

Le *temps de transfert d'en-tête de données cycliques* est calculé par la Formule (2):

$$\text{temps de transfert d'en-tête de données cycliques} = 44 \times \text{nombre de trames de données cycliques} \times 8 / \text{vitesse de transmission} \quad (2)$$

Le *nombre de trames de données cycliques* est calculé par la Formule (3):

$$\text{nombre de trames de données cycliques} = 1 + (\text{taille de transfert de données cycliques} / (1\,518 - 44)) \quad (3)$$

NOTE Dans la Formule (3), la valeur calculée est tronquée pour obtenir un résultat entier.

Le *temps intertrame* est calculé par la Formule (4):

$$\text{temps intertrame} = 12 \times (\text{nombre de trames de données cycliques} - 1) \times 8 / \text{vitesse de transmission} \quad (4)$$

Le *temps de préambule* est calculé par la Formule (5):

$$\text{temps de préambule} = 8 \times (\text{nombre de trames de données cycliques} - 1) \times 8 / \text{vitesse de transmission} \quad (5)$$

4.2.4.3.2.4 Délai de transmission

Le *délai de transmission* est spécifié par le fabricant. Une valeur type est de 0,35 µs.

4.2.4.3.3 Temps de transmission

4.2.4.3.3.1 Calcul du temps de transmission

Le *temps de transmission* est calculé comme la somme des éléments suivants:

- *délai des répéteurs* (voir 4.2.4.3.3.2);
- *délai du canal de transmission* (voir 4.2.4.3.3.3).

4.2.4.3.3.2 Délai des répéteurs

Le *délai de répéteur* est calculé par la Formule (6):

$$\text{délai de répéteur} = \text{délai de répéteur} \times (\text{nombre de stations} - 2) \quad (6)$$

Le *délai de répéteur* est spécifié par le fabricant. Une valeur type est de 0,7 µs.

4.2.4.3.3.3 Délai du canal de transmission

Le *délai du canal de transmission* est calculé par la Formule (7):

$$\text{délai du canal de transmission} = \frac{\text{longueur du canal de transmission (km)}}{210\,000 \text{ (km/s)}} \quad (7)$$

4.2.4.3.4 Délai du récepteur

4.2.4.3.4.1 Calcul du délai du récepteur

Le *délai du récepteur* est calculé par la Formule (8):

$$\text{délai du récepteur} = \text{délai du récepteur} + \text{temps de transfert de mémoire tampon du récepteur} \quad (8)$$

Voir 4.2.4.3.4.2 pour le délai du récepteur et 4.2.4.3.4.3 pour le temps de transfert de mémoire tampon du récepteur.

4.2.4.3.4.2 Délai du récepteur

Le *délai du récepteur* est spécifié par le fabricant. Une valeur type est de 0,35 µs.

4.2.4.3.4.3 Temps de transfert de mémoire tampon du récepteur

Le *temps de transfert de mémoire tampon du récepteur* est calculé par la Formule (9):

$$\text{temps de transfert de mémoire tampon du récepteur} = \text{taille de transfert de données cycliques} \times \text{temps de transfert de mémoire tampon du récepteur} \quad (9)$$

(µs/octet)

Le *temps de transfert de mémoire tampon du récepteur* est spécifié par le fabricant. Une valeur type est de 0,01 µs/octet.

4.2.4.4 Nombre de stations d'extrémité

Le nombre maximal de stations d'extrémité est de 256. Cette valeur n'est influencée par aucun autre indicateur de performance.

4.2.4.5 Topologie de réseau de base

La topologie de réseau de base, en anneau, est établie.

4.2.4.6 Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité

Aucun commutateur n'est utilisé.

4.2.4.7 Débit RTE

Le *débit RTE* est calculé par la Formule (10):

$$\text{débit RTE} = \frac{\text{taille de transfert de données cycliques} \times 8}{\text{temps de rotation du jeton}} \quad (10)$$

Le *temps de rotation du jeton* est calculé par la Formule (11):

$$\text{temps de rotation du jeton} = (\text{délai de l'émetteur} + \text{délai du canal de transmission} + \text{délai du récepteur} + \text{temps de trame de jeton}) \times \text{nombre de stations} \quad (11)$$

Le *temps de trame de jeton* est calculé par la Formule (12):

$$\text{temps de trame de jeton} = 64 \times 8 / \text{vitesse de transmission} \quad (12)$$

4.2.4.8 Largeur de bande non-RTE

La *largeur de bande non-RTE* est influencée par le *débit RTE*. La relation indiquée dans la Formule (13), exprimée comme le rapport de deux vitesses (tous les termes sont en Mbit/s), décrit cette dépendance:

$$\text{largeur de bande non-RTE} < (\text{vitesse de transmission} - \text{débit RTE} - \text{traitement de protocoles}) / \text{vitesse de transmission} \quad (13)$$

Le *traitement de protocoles* est calculé comme la somme des éléments suivants:

- *traitement des données cycliques;*
- *traitement des données acycliques.*

Le *traitement des données cycliques* est calculé par la Formule (14):

$$\text{traitement des données cycliques} = (44 \times 8 / \text{temps de rotation du jeton}) \times \text{nombre de trames de données cycliques} \quad (14)$$

Le *traitement des données acycliques* est calculé par la Formule (15):

$$\text{traitement des données acycliques} = (44 \times 8 / \text{temps de rotation du jeton}) \times \text{nombre de trames de données acycliques} \quad (15)$$

Le *nombre de trames de données acycliques* est calculé par la Formule (16):

$$\text{nombre de trames de données acycliques} = 1 + (\text{taille de transfert de données acycliques} / (1\,518 - 48)) \quad (16)$$

NOTE La valeur du nombre de trames de données acycliques, calculée avec la Formule (16) est tronquée pour obtenir un résultat entier.

4.2.4.9 Exactitude de la synchronisation temporelle

Vide.

4.2.4.10 Exactitude de la synchronisation non périodique

Vide.

4.2.4.11 Temps de reprise de redondance

Le *temps de reprise de redondance* ne dépend d'aucun autre indicateur de performance. Le *temps de reprise de redondance* influence le temps de remise et le débit RTE. L'influence sur le *temps de remise* n'est pas paramétrique, car le protocole de transmission ne comprend pas la procédure de retransmission. Cependant, un événement de reprise de redondance présente une corrélation directe sur le *débit RTE* influencé par la modification du trajet de transmission.

4.2.4.12 Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour les systèmes d'automatisation volumineux

Le Tableau 5 présente un ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour un système d'automatisation volumineux.

Tableau 5 – CP 8/4: ensemble cohérent d'indicateurs de performance (temps réel uniquement)

Indicateur de performance	Valeur	Contraintes
Temps de remise	200 µs	Sans défaillance
Nombre de stations d'extrémité	120	Topologie en anneau
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	n.a.	—
Débit RTE	50 Mo/s	—
Largeur de bande non-RTE	0	Dans ce scénario, le trafic non-RTE n'est pas configuré, bien que cela soit possible
Temps de reprise de redondance	< 100 ms	—

Le Tableau 6 présente un ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour un système d'automatisation volumineux. Le créneau des données en temps différé est de 240 000 octets par temps de cycle.

Tableau 6 – CP 8/4: ensemble cohérent d'indicateurs de performance (temps réel et temps différé)

Indicateur de performance	Valeur	Contraintes
Temps de remise	217 µs	Sans défaillance
Nombre de stations d'extrémité	120	Topologie en anneau
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	n.a.	—
Débit RTE	35 Mo/s	—
Largeur de bande non-RTE	48,4 %	Dans ce scénario, le créneau des données non-RTE est de 240 000 octets par temps de cycle.
Temps de reprise de redondance	< 100 ms	—

4.3 CP 8/5

4.3.1 Couche physique

La couche physique du CP 8/5 est spécifiée dans l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

4.3.2 Couche liaison de données

La couche liaison de données du CP 8/5 est spécifiée dans l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

4.3.3 Couche application

4.3.3.1 Sélection des services AL

Les méthodes d'essai applicables sont données dans l'IEC 61158-5-23. Le Tableau 7 présente les paragraphes inclus dans ce profil.

Tableau 7 – CP 8/5: sélection des services AL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	OUI	—
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	OUI	—
4	Concept	OUI	—
5	ASE de type de données	OUI	—
6	Spécification du modèle de communication	—	—
6.1	Modèle de communication	OUI	—
6.2	ASE	—	—
6.2.1	Vue d'ensemble du type C	NON	—
6.2.2	Vue d'ensemble du type F	OUI	—
6.2.3	ASE "Cyclic data" de type C	NON	—
6.2.4	ASE "Cyclic data" de type F	OUI	—
6.2.5	ASE "Acyclic data" type C	NON	—
6.2.6	ASE "Acyclic data" type F	OUI	—
6.2.7	Elément ASE de gestion	OUI	—
6.2.8	ASE de synchronisation	OUI	—
6.2.9	ASE de mesure	OUI	—
6.3	AR type C	NON	—
6.4	AR type F	OUI	—

4.3.3.2 Sélection du protocole AL

Les méthodes d'essai applicables sont données dans l'IEC 61158-6-23. Le Tableau 8 présente les paragraphes inclus dans ce profil.

Tableau 8 – CP 8/5: sélection du protocole AL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	OUI	—
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	OUI	—
4	Description de la syntaxe de FAL	—	—
4.1	Syntaxe abstraite des FAL-PDU de type C	NON	—
4.2	Syntaxe abstraite des FAL-PDU de type F	OUI	—
4.3	Affectation des types de données pour le type C	NON	—
4.4	Affectation des types de données pour le type F	OUI	—
5	Syntaxe de transfert FAL	—	—
5.1	Règles de codage	OUI	—
5.2	Codage des éléments de FAL-PDU de type C	NON	—
5.3	Codage des éléments FAL-PDU de type F	OUI	—
6	Structure du diagramme d'états de protocole FAL	OUI	—
7	Machine de protocole FSPM	—	—
7.1	Vue d'ensemble	OUI	—
7.2	FSPM de type C	NON	—
7.3	FSPM de type F	OUI	—
8	Machine protocolaire de relations entre applications (ARPM)	—	—
8.1	ARPM de type C	NON	—
8.2	ARPM de type F	OUI	—
9	Machine de protocole DMPM	—	—
9.1	DMPM de type C	NON	—
9.2	DMPM de type F	OUI	—

4.3.4 Sélection des indicateurs de performance

4.3.4.1 Vue d'ensemble des indicateurs de performance

Le Tableau 9 présente les indicateurs de performance du CP 8/5.

Tableau 9 – CP 8/5: 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	—
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	OUI	—
Débit RTE	OUI	—
Largeur de bande non-RTE	OUI	—
Exactitude de la synchronisation temporelle	NON	—
Exactitude de la synchronisation non périodique	OUI	—
Temps de reprise de redondance	OUI	—

4.3.4.2 Dépendances entre les indicateurs de performance

Le Tableau 10 spécifie les dépendances entre les indicateurs de performance, en les associant les uns aux autres selon une structure en lignes et colonnes.

Tableau 10 – CP 8/5: 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	Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	Débit RTE	Largeur de bande non-RTE	Exactitude de la synchronisation non périodique	Temps de reprise de redondance
Temps de remise		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	OUI
Nombre de stations d'extrémité	NON		NON	NON	NON	NON	NON	NON
Topologie de réseau de base	NON	NON		NON	NON	NON	NON	NON
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	OUI	NON	OUI		OUI	NON	NON	NON
Débit RTE	OUI	OUI	NON	OUI		NON	NON	OUI
Largeur de bande non-RTE	NON	NON	NON	NON	OUI		NON	NON
Exactitude de la synchronisation non périodique	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	NON		OUI
Temps de reprise de redondance	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON	

4.3.4.3 Temps de remise

4.3.4.3.1 Calcul du temps de remise

Le temps de remise entre deux stations d'extrémité est calculé comme la somme des éléments suivants:

- *délai de l'émetteur* (voir 4.3.4.3.2);
- *temps de transmission* (voir 4.3.4.3.3);
- *délai du récepteur* (voir 4.3.4.3.4).

NOTE Sauf spécification contraire, les unités suivantes s'appliquent: toutes les unités de temps sont en microsecondes, toutes les vitesses sont en octets, et tous les débits sont en Mbit/s.

4.3.4.3.2 Délai de l'émetteur

4.3.4.3.2.1 Calcul du délai de l'émetteur

Le *délai de l'émetteur* est calculé comme la somme des éléments suivants:

- *temps de transfert de mémoire tampon d'envoi* (voir 4.3.4.3.2.2);
- *temps de transmission de trame* (voir 4.3.4.3.2.3);

- *délai de transmission* (voir 4.3.4.3.2.4).

4.3.4.3.2.2 Temps de transfert de mémoire tampon d'envoi

Le *temps de transfert de mémoire tampon d'envoi* est calculé comme le produit des éléments suivants:

- *taille de transfert de données cycliques*;
- *temps de transfert de mémoire tampon d'envoi* (µs/octet).

Le *temps de transfert de mémoire tampon d'envoi* est spécifié par le fabricant. Une valeur type est de 0,05 µs/octet.

4.3.4.3.2.3 Temps de transmission de trame

Le *temps de transmission de trame* est calculé comme la somme des éléments suivants:

- *temps de transfert de données cycliques*;
- *temps de transfert d'en-tête de données cycliques*;
- *temps intertrame*;
- *temps de préambule*;
- *temps de trame de jeton*;
- *temps de trame "my status"*.

Le *temps de transfert de données cycliques* est calculé par la Formule (17):

$$\text{temps de transfert de données cycliques} = \text{taille de transfert de données cycliques} \times 8 / \text{vitesse de transmission} \quad (17)$$

La *vitesse de transmission* est spécifiée par le fabricant. Une valeur type est de 1 000 Mbit/s.

Le *temps de transfert d'en-tête de données cycliques* est calculé par la Formule (18):

$$\text{temps de transfert d'en-tête de données cycliques} = 40 \times \text{nombre de trames de données cycliques} \times 8 / \text{vitesse de transmission} \quad (18)$$

Le *nombre de trames de données cycliques* est calculé par la Formule (19):

$$\text{nombre de trames de données cycliques} = 1 + (\text{taille de transfert de données cycliques} / (1\,518 - 40)) \quad (19)$$

NOTE Dans la Formule (19), la valeur calculée est tronquée pour obtenir un résultat entier.

Le *temps intertrame* est calculé par la Formule (20):

$$\text{temps intertrame} = 12 \times (\text{nombre de trames de données cycliques} + 1) \times 8 / \text{vitesse de transmission} \quad (20)$$

Le *temps de préambule* est calculé par la Formule (21):

$$\text{temps de préambule} = 8 \times (\text{nombre de trames de données cycliques} + 2) \times 8 / \text{vitesse de transmission} \quad (21)$$

Le *temps de trame de jeton* est calculé par la Formule (22):

$$\text{temps de trame de jeton} = 64 \times 8 / \text{vitesse de transmission} \quad (22)$$

Le *temps de trame "my status"* est calculé par la Formule (23):

$$\text{temps de trame "my status"} = 64 \times 8 / \text{vitesse de transmission} \quad (23)$$

4.3.4.3.2.4 **Délai de transmission**

Le *délai de transmission* est spécifié par le fabricant. Une valeur type est de 0,165 µs.

4.3.4.3.3 **Temps de transmission**

4.3.4.3.3.1 **Calcul du temps de transmission**

Le *temps de transmission* est calculé comme la somme des éléments suivants:

- *délai des répéteurs* (voir 4.3.4.3.3.2);
- *délai du canal de transmission* (voir 4.3.4.3.3.3);
- *délai des commutateurs* (voir 4.3.4.3.3.4).

4.3.4.3.3.2 **Délai des répéteurs**

Le *délai des répéteurs* est calculé par la Formule (24):

$$\text{délai des répéteurs} = \text{délai de répéteur} \times (\text{nombre de stations} - 2) \quad (24)$$

Le *délai des répéteurs* est spécifié par le fabricant. Une valeur type est de 0,99 µs.

4.3.4.3.3.3 **Délai du canal de transmission**

Le *délai du canal de transmission* est calculé par la Formule (25):

$$\text{délai du canal de transmission} = \text{longueur du canal de transmission (km)} / 210\,000 \text{ (km/s)} \quad (25)$$