

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Industrial networks – Profiles –

**Part 2-17: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 17**

Réseaux industriels – Profils –

**Partie 2-17: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps
réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 17**



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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 2-17: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 17**

Réseaux industriels – Profils –

**Partie 2-17: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en
temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 17**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 35.100.20; 35.240.50

ISBN 978-2-8322-6906-0

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.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions, abbreviated terms, acronyms, and conventions	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Abbreviated terms and acronyms	7
3.3 Symbols.....	8
3.4 Conventions.....	8
4 CPF 17 (RAPIEnet) – RTE communication profiles	9
4.1 General overview	9
4.2 CP 17/1	9
4.2.1 Physical layer	9
4.2.2 Datalink layer	9
4.2.3 Application layer	10
4.2.4 Performance indicator selection	11
Bibliography.....	16
Table 1 – CPF 17 symbols	8
Table 2 – CPF 17: Overview of profile sets	9
Table 3 – CP 17/1: DLL service selection.....	9
Table 4 – CP 17/1: DLL protocol selection	10
Table 5 – CP 17/1: AL service selection.....	10
Table 6 – CP 17/1: AL protocol selection	10
Table 7 – CP 17/1: PI overview.....	11
Table 8 – CP 17/1: PI dependency matrix	11
Table 9 – Consistent set of PIs small size automation system.....	15
Table 10 – Parameters for Calculation of Consistent set of PIs	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL NETWORKS –
PROFILES –****Part 2-17: Additional real-time fieldbus profiles
based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 17****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 61784-2-17 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation. It is an International Standard.

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

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

- a) split of the original IEC 61784-2 into several subparts, one subpart for the material of a generic nature, and one subpart for each Communication Profile Family specified in the original document.

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

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

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

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

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

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

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

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

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

INDUSTRIAL NETWORKS – PROFILES –

Part 2-17: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 17

1 Scope

This part of IEC 61784-2 defines Communication Profile Family 17 (CPF 17). CPF 17 specifies a Real-Time Ethernet (RTE) communication profile (CP) and related network components based on the IEC 61158 series (Type 21), 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 profile uses ISO/IEC/IEEE 8802-3 communication networks and its related network components and in some cases amend those standards to obtain RTE features.

2 Normative references

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

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

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

IEC 61158-3-21:2019, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-21: Data-link layer service definition – Type 21 elements*

IEC 61158-4-21:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-21: Data-link layer protocol specification – Type 21 elements*

IEC 61158-5-21:2019, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-21: Application layer service definition – Type 21 elements*

IEC 61158-6-21:2019, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-21: Application layer protocol specification – Type 21 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*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.1 Terms and definitions

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

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

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

3.2 Abbreviated terms and acronyms

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

CP	Communication Profile [according to IEC 61784-1-0]
CPF	Communication Profile Family [according to IEC 61784-1-0]
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
Phy	PHY Physical layer entity sublayer (see ISO/IEC/IEEE 8802-3)
PI	Performance indicator
pps	Packets per second
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 and Table 1 apply.

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

Table 1 – CPF 17 symbols

Symbol	Definition	Unit
APDUsize	Size of the application protocol data unit in octets	octets
BW _{N RTE}	Non-RTE bandwidth, in %	%
LDR	Link data rate in bit per seconds	bps
LTC	Total cable length in meter	m
M	Number packets in the port transmit queue of node i in front on of this packet	–
N	Number of nodes between sending and receiving end-stations	–
NF _{E/S_MAX}	Maximum number of frames allowed to be sent per second for one end station	pps
NF _{RTE/S}	Number of frames allowed to be sent per second for one RTE end station	pps
Posize	Size of the protocol overhead in octets	octets
T _{CPD}	Cable propagation delay time in microseconds	µs
T _{CPD/M}	Cable propagation delay in nanoseconds per meter (depending on the characteristics of the selected cable)	ns/m
T _{DELAY}	Delivery time in microseconds	µs
T _{DELAY_MAX}	Maximum delivery time in microseconds	µs
T _{DELAY_MIN}	Minimum delivery time in microseconds	µs
Throughput_RTE	Throughput RTE	octets/s
Throughput_RTE _{MAX}	Maximum throughput RTE	octets/s
T _{NLD}	Node latency delay time in microseconds	µs
T _{NLD_i}	Node latency delay time of node i in microseconds	µs
T _{NPD}	Node propagation delay time in microseconds	µs
T _{NPD_i}	Node propagation delay time of node i in microseconds	µs
T _{PKT}	Packet transmit time in microseconds	µs
T _{PKT_i}	Packet transmit time of node i in microseconds	µs
T _{RCV}	Receiver stack traversal time including Phy and MAC in microseconds	µs
T _{SND}	Sender stack traversal time including Phy and MAC in microseconds	µs
T _{TX_PKT_ij}	Packet transmit time of packet j in microseconds in the port transmit queue of node i in front on of this packet (depending on APDU size of node i)	µs
T _{TX_PKT_j}	Packet transmit time of packet j in microseconds in the port transmit queue in front on of this packet (depending on APDU size of node i)	µs

3.4 Conventions

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

4 CPF 17 (RAPIEnet) – RTE communication profiles

4.1 General overview

Communication Profile Family 17 (CPF 17) defines one communication profile based on the IEC 61158 series protocol Type 21. This profile corresponds to the communication system commonly known as RAPIEnet.

- Profile 17/1 (RAPIEnet)

This profile is based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 (Ethernet) MAC and physical layers and selections of AL, and DLL services and protocol definitions from the IEC 61158 series Type 21.

Table 2 shows the overview of RAPIEnet profile set.

Table 2 – CPF 17: Overview of profile sets

Layer	Profile 17/1
Application	IEC 61158-5-21, IEC 61158-6-21
Data-link	IEC 61158-3-21, IEC 61158-4-21
Physical	ISO/IEC/IEEE 8802-3

4.2 CP 17/1

4.2.1 Physical layer

The physical layer shall be according to ISO/IEC/IEEE 8802-3.

The data rate shall be at least 100 Mbit/s and full-duplex mode shall be used at least for one port.

The auto negotiation and crossover function (see ISO/IEC/IEEE 8802-3) shall be used.

4.2.2 Datalink layer

4.2.2.1 DLL services selection

Table 3 specifies the DLL service selection within IEC 61158-3-21.

Table 3 – CP 17/1: DLL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions	Partial	If applicable
4	Data-link layer services and concepts	YES	—
5	Data-link management services	YES	—
6	MAC control service	YES	—
7	Ph-control service	YES	—

4.2.2.2 DLL protocol selection

Table 4 specifies the DLL protocol selection within IEC 61158-4-21.

Table 4 – CP 17/1: DLL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols and abbreviations	Partial	If applicable
4	Overview of the data-link protocol	YES	—
5	General structure and encoding	YES	—
6	DLPDU structure and procedure	YES	—
7	DLE elements of procedure	YES	—
8	Constants and error codes	YES	—

4.2.3 Application layer

4.2.3.1 AL service selection

Table 5 specifies the AL service selection within IEC 61158-5-21.

Table 5 – CP 17/1: AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviations, and conventions	Partial	If applicable
4	Concepts	YES	—
5	Data type ASE	YES	—
6	Communication model specification	YES	—

4.2.3.2 AL protocol selection

Table 6 specifies the AL protocol selection within IEC 61158-6-21.

Table 6 – CP 17/1: AL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviations, and conventions	Partial	If applicable
4	FAL syntax description	YES	—
5	Transfer Syntax	YES	—
6	FAL protocol state machines	YES	—
7	AP context state machine	YES	—
8	FAL service protocol machine	YES	—
9	AR protocol machine	YES	—
10	DLL mapping protocol machine	YES	—

4.2.4 Performance indicator selection

4.2.4.1 Performance indicator overview

Table 7 shows the performance indicators overview of CP 17/1.

Table 7 – CP 17/1: PI overview

Performance indicator	Applicable	Constraints
Delivery Time	YES	None
Number of end stations	YES	None
Basic network topology	YES	None
Number of switches between end stations	Not practically limited by the protocol	RAPIDnet nodes are 2-port switches
Throughput RTE	YES	None
Non-RTE bandwidth	YES	None
Time synchronization accuracy	YES	None
Non time-based synchronization accuracy	NO	None
Redundancy recovery time	YES	None

4.2.4.2 Performance indicator dependencies

4.2.4.2.1 Performance indicator dependency matrix

Table 8 shows the dependencies between performance indicators for CP 17/1.

Table 8 – CP 17/1: PI dependency matrix

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

4.2.4.2.2 Delivery time

The delivery time for communication between two RTE end stations can be calculated by Formula (1).

$$T_{DELAY} = T_{SND} + T_{PKT} + T_{CPD} + \sum_{i=0}^N T_{NLD_i} + T_{RCV} \quad (1)$$

where

T_{DELAY} is the delivery time in microseconds;

T_{SND} is the sender stack traversal time including Phy and MAC in microseconds;

T_{PKT} is the packet transmit time in microseconds, see Formula (2);

T_{CPD} is the cable propagation delay time in microseconds, see Formula (3);

T_{NLD_i} is the node latency delay time of node i in microseconds, see Formula (4);

T_{RCV} is the receiver stack traversal time including Phy and MAC in microseconds;

N is the number of nodes between sending and receiving end-stations.

The packet transmit time T_{PKT} can be calculated by Formula (2).

$$T_{PKT} = \frac{(APDUsize + PSize) \times 8}{LDR} \quad (2)$$

where

T_{PKT} is the packet transmit time in microseconds;

$APDUsize$ is the size of the application protocol data unit in octets;

LDR is the link data rate in bit per seconds;

$PSize$ is the size of the protocol overhead in octets.

The cable propagation delay time T_{CPD} can be calculated by Formula (3).

$$T_{CPD} = T_{CPD/M} \times L_{TC} \quad (3)$$

where

T_{CPD} is the cable propagation delay time in microseconds;

$T_{CPD/M}$ is the cable propagation delay in nanoseconds per meter (depending on the characteristics of the selected cable);

L_{TC} is the total cable length in meter.

The node latency delay time T_{NLD_i} can be calculated by Formula (4).

$$T_{NLD_i} = T_{NPD_i} + T_{PKT_i} + \sum_{j=0}^M T_{TX_PKT_ij} \quad (4)$$

where

- T_{NLD_i} is the node latency delay time of node i in microseconds;
- T_{NPD_i} is the node propagation delay time of node i in microseconds;
- T_{PKT_i} is the packet transmit time of node i in microseconds, see Formula (2);
- $T_{TX_PKT_ij}$ is the packet transmit time of packet j in microseconds in the port transmit queue of node i in front on of this packet (depending on APDU size of node i), see Formula (2);
- M is the number of packets in the port transmit queue of node i in front on of this packet.

4.2.4.2.3 Number of end stations

The maximum number of the end stations shall be 256.

4.2.4.2.4 Basic network topology

Basic network topology shall be a ring or a linear topology.

4.2.4.2.5 Redundancy recovery time

Redundancy recovery time of Media redundancy requires ring topology.

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

In case of copper media, the redundancy recovery time for communication between any two end stations is less than 160 ms (100 Mbit/s), 10 ms (1 000 Mbit/s).

In case of fiber optic media, the redundancy recovery time for communication between any two end stations is less than 8 ms (100 Mbit/s), 4 ms (1 000 Mbit/s).

4.2.4.2.6 Throughput RTE

Throughput RTE depends on the link data rate and protocol overhead. Throughput RTE for one direction of a CP 17/1 link operating can be calculated on the basis of Formula (5).

$$Throughput_RTE = APDUsize \times (NF_{RTE/S} \leq NF_{E/S_MAX}) \quad (5)$$

where

- $APDUsize$ is the size of the application protocol data unit in octets;
- $NF_{RTE/S}$ is the number of frames allowed to be sent per second for one RTE end station;
- NF_{E/S_MAX} is the maximum number of frames allowed to be sent per second for one end station, see Formula (6).

The maximum number of frames allowed to be sent per second for one end station NF_{E/S_MAX} can be calculated by Formula (6).

$$NF_{E/S_MAX} = \frac{LDR}{(APDUsize + POsize) \times 8} \quad (6)$$

where

LDR is the link data rate in mega bit per seconds;
 $APDUsize$ is the size of the application protocol data unit in octets;
 $POsize$ is the size of the protocol overhead in octets.

4.2.4.2.7 Non-RTE bandwidth

The time not occupied by RTE communication can be used for non-RTE communication. Non-RTE bandwidth can be calculated as shown below.

4.2.4.2.8 Relation between throughput RTE and non-RTE bandwidth

The total link bandwidth is limited by the end station throughput, which is the same as the end station maximum packet rate. The total link bandwidth is therefore a sum of end station RTE and non-RTE packet rates and can be calculated using Formula (7).

$$BW_{NRTE} = \frac{NF_{E/S_MAX} - NF_{RTE/S}}{NF_{E/S_MAX}} \times 100\% \quad (7)$$

where

BW_{NRTE} is the non-RTE bandwidth, in %.;
 NF_{E/S_MAX} is the maximum number of frames allowed to be sent per second for one end station;
 $NF_{RTE/S}$ is the number of frames allowed to be sent per second for one RTE end station.

4.2.4.3 Consistent set of performance indicators

Parameters used for the calculation of Table 9 are shown in Table 10. All these parameters are the result of the described scenario and the related calculations of performance indicators.

Table 9 – Consistent set of PIs small size automation system

Performance indicator	Value	Constraints
Delivery Time	110 μ s to 4 100 μ s 22 μ s to 240 μ s	Processing time is 10 μ s, no failure at 100 Mbit/s (full-duplex) Processing time is 10 μ s no failure at 1 000 Mbit/s (full-duplex)
Number of end stations	256	–
Number of switches between end stations	0	RAPIEnet nodes are 2-port switches
Throughput RTE	0 octets/s to $5,55 \times 10^6$ octets/s 0 octets/s to $5,55 \times 10^7$ octets/s	100 Mbit/s (full-duplex) 1 000 Mbit/s (full-duplex)
Non-RTE bandwidth	0 % to 100 %	—
Time synchronization accuracy	< 10 μ s	—
Redundancy recovery time	n.a. < 160 ms < 8 ms < 10 ms < 4 ms	Linear topology Ring topology (100BASE-TX) Ring topology (100BASE-FX) Ring topology (1000BASE-TX) Ring topology (1000BASE-FX)

Table 10 – Parameters for Calculation of Consistent set of PIs

Parameter	Definition	Value
T_{SND}	Sender stack traversal time including Phy and MAC	Depends on the selected hardware platform and the embedded software implementation
T_{RCV}	Receiver stack traversal time including Phy and MAC	Depends on the selected hardware platform and the embedded software implementation
$APDU_{\text{size}}$	Size of the application protocol data	32 octets
LDR	Link Data Rate	100 Mbit/s 1 000 Mbit/s
PO_{size}	Size of the protocol overhead	40 octets
$T_{\text{CPD/M}}$	Cable propagation delay (depending on the characteristics of the selected cable)	5 ns/m
L_{TC}	Total cable length	100 m
T_{NPD}	Node propagation delay time	10 μ s 100 Mbit/s 0,5 μ s 1 000 Mbit/s
N	Number of nodes between sending and receiving end-stations	Minimum: 0 Maximum: 254

Bibliography

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

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

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

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

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

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 61784-2-17:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions	23
3.1 Termes et définitions	23
3.2 Abréviations et acronymes	23
3.3 Symboles	24
3.4 Conventions.....	25
4 CPF 17 (RAPIEnet) – Profils de communication RTE.....	25
4.1 Présentation générale	25
4.2 CP 17/1	25
4.2.1 Couche physique	25
4.2.2 Couche liaison de données.....	26
4.2.3 Couche application	26
4.2.4 Sélection des indicateurs de performance.....	27
Bibliographie.....	33
Tableau 1 – Symboles applicables à la CPF 17.....	24
Tableau 2 – CPF 17: présentation de l'ensemble de profils	25
Tableau 3 – CP 17/1: sélection des services DLL.....	26
Tableau 4 – CP 17/1: sélection du protocole DLL.....	26
Tableau 5 – CP 17/1: sélection des services AL.....	26
Tableau 6 – CP 17/1: sélection du protocole AL.....	27
Tableau 7 – CP 17/1: vue d'ensemble des indicateurs de performance	27
Tableau 8 – CP 17/1: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance	28
Tableau 9 – Ensemble cohérent d'indicateurs de performance d'un système d'automatisation de petite taille.....	31
Tableau 10 – Paramètres de calcul de l'ensemble cohérent d'indicateurs de performance	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX INDUSTRIELS –
PROFILS –Partie 2-17: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux
en temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 –
CPF 17

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. 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 61784-2-17 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

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

- a) scission de l'IEC 61784-2 d'origine en plusieurs sous-parties, une sous-partie pour le matériel de nature générique et une sous-partie pour chaque famille de profils de communication spécifiée dans le document d'origine.

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

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

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

La version française de 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 2-17: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel fondés sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 17

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61784-2 définit la famille de profils de communication (CPF 17). La CPF 17 spécifie un profil de communication (CP) Ethernet en temps réel (RTE, Real-Time Ethernet) et des composants de réseau associés basés sur la série IEC 61158 (Type 21), 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 Le profil de communication RTE utilise les réseaux de communication ISO/IEC/IEEE 8802-3 et leurs composants de réseau connexes et amende dans certains cas ces normes, pour obtenir les fonctions RTE.

2 Références normatives

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

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

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

IEC 61158-3-21:2019, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-21: Définition des services de couche liaison de données – Éléments de Type 21*

IEC 61158-4-21:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 4-21: Spécification du protocole de la couche de liaison de données – Éléments de Type 21*

IEC 61158-5-21:2019, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-21: Définition des services de la couche application – Éléments de Type 21*

IEC 61158-6-21:2019, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-21: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de type 21*

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*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions

3.1 Termes et définitions

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

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

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

3.2 Abréviations et acronymes

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

CP	Communication Profile (profil de communication) [conformément à l'IEC 61784-1-0]
CPF	Communication Profile Family (famille de profils de communication) [conformément à l'IEC 61784-1-0]
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
Phy	Sous-couche de l'entité de couche physique PHY (voir l'ISO/IEC/IEEE 8802-3)
PI	Performance Indicator (indicateur de performance)
pps	Paquets par seconde
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 ainsi que ceux du Tableau 1 s'appliquent.

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

Tableau 1 – Symboles applicables à la CPF 17

Symbole	Définition	Unité
APDUsize	Taille de l'unité de données du protocole de la couche application, en octets	octets
BW _{N RTE}	Largeur de bande non-RTE, en %	%
LDR	Vitesse de transmission des données de liaison, en bits par seconde	bit/s
LTC	Longueur totale du câble, en mètres	m
M	Nombre de paquets dans la file d'attente de transmission de l'accès du nœud i en face de ce paquet	–
N	Nombre de nœuds entre les stations d'extrémité d'émission et de réception	–
NF _{E/S_MAX}	Nombre maximal de trames admises à envoyer toutes les secondes pour une station d'extrémité	pps
NF _{RTE/S}	Nombre de trames admises à envoyer toutes les secondes pour une station d'extrémité RTE	pps
Posize	Taille du traitement du protocole, en octets	octets
T _{CPD}	Délai de propagation du câble, en microsecondes	µs
T _{CPD/M}	Délai de propagation du câble, en nanosecondes par mètre (selon les caractéristiques du câble sélectionné)	ns/m
T _{DELAY}	Temps de remise, en microsecondes	µs
T _{DELAY_MAX}	Temps de remise maximal, en microsecondes	µs
T _{DELAY_MIN}	Temps de remise minimal, en microsecondes	µs
Throughput _{RTE}	Débit RTE	octets/s
Throughput _{RTE_MAX}	Débit RTE maximal	octets/s
T _{NLD}	Délai de latence du nœud, en microsecondes	µs
T _{NLD_i}	Délai de latence du nœud i, en microsecondes	µs
T _{NPD}	Délai de propagation du nœud, en microsecondes	µs
T _{NPD_i}	Délai de propagation du nœud i, en microsecondes	µs

Symbole	Définition	Unité
T_{PKT}	Temps de transmission du paquet, en microsecondes	μs
T_{PKT_i}	Temps de transmission du paquet du nœud i, en microsecondes	μs
T_{RCV}	Temps transversal de la pile du récepteur, y compris Phy et MAC, en microsecondes	μs
T_{SND}	Temps transversal de la pile de l'émetteur, y compris Phy et MAC, en microsecondes	μs
$T_{TX_PKT_ij}$	Temps de transmission du paquet j, en microsecondes, dans la file d'attente de transmission de l'accès du nœud i en face de ce paquet (selon la taille APDU du nœud i)	μs
$T_{TX_PKT_j}$	Temps de transmission du paquet j, en microsecondes, dans la file d'attente en face de ce paquet (selon la taille APDU du nœud i)	μs

3.4 Conventions

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

4 CPF 17 (RAPIEnet) – Profils de communication RTE

4.1 Présentation générale

La famille de profils de communication 17 (CPF 17) définit un profil de communication reposant sur le protocole de Type 21 de la série IEC 61158. Ce profil correspond au système de communication communément appelé RAPIEnet.

- Profil 17/1 (RAPIEnet)

Ce profil repose sur la couche MAC et la couche physique de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 (Ethernet), ainsi que les sélections de services AL et DLL et les définitions de protocole issues du Type 21 de la série IEC 61158.

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

Tableau 2 – CPF 17: présentation de l'ensemble de profils

Couche	Profil 17/1
Application	IEC 61158-5-21, IEC 61158-6-21
Liaison de données	IEC 61158-3-21, IEC 61158-4-21
Physique	ISO/IEC/IEEE 8802-3

4.2 CP 17/1

4.2.1 Couche physique

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

La vitesse de transmission des données doit être d'au moins 100 Mbit/s et le mode bidirectionnel simultané doit être utilisé pour au moins un accès.

Les fonctions d'autonégociation et d'autorecouvrement (voir l'ISO/IEC/IEEE 8802-3) doivent être utilisées.

4.2.2 Couche liaison de données

4.2.2.1 Sélection des services DLL

Le Tableau 3 spécifie la sélection des services DLL dans le cadre de l'IEC 61158-3-21.

Tableau 3 – CP 17/1: sélection des services DLL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	OUI	—
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	Partielle	Le cas échéant
4	Concepts et services de couche liaison de données	OUI	—
5	Services de gestion de liaison de données	OUI	—
6	Service de contrôle de MAC	OUI	—
7	Service de commande de Ph	OUI	—

4.2.2.2 Sélection du protocole DLL

Le Tableau 4 spécifie la sélection du protocole DLL dans le cadre de l'IEC 61158-4-21.

Tableau 4 – CP 17/1: sélection du protocole DLL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	OUI	—
3	Termes, définitions, symboles et abréviations	Partielle	Le cas échéant
4	Vue d'ensemble du protocole de liaison de données	OUI	—
5	Structure générale et codage	OUI	—
6	Structure et procédure de DLPDU	OUI	—
7	Eléments de procédure de DLE	OUI	—
8	Constantes et codes d'erreur	OUI	—

4.2.3 Couche application

4.2.3.1 Sélection des services AL

Le Tableau 5 spécifie la sélection des services AL dans le cadre de l'IEC 61158-5-21.

Tableau 5 – CP 17/1: 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	Partielle	Le cas échéant
4	Concepts	OUI	—
5	ASE de type de données	OUI	—
6	Spécification du modèle de communication	OUI	—

4.2.3.2 Sélection du protocole AL

Le Tableau 6 spécifie la sélection du protocole AL dans le cadre de l'IEC 61158-6-21.

Tableau 6 – CP 17/1: 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	Partielle	Le cas échéant
4	Description de la syntaxe de FAL	OUI	—
5	Transfer Syntax (Syntaxe de transfert)	OUI	—
6	Diagrammes d'états de protocole FAL	OUI	—
7	Diagramme d'états AP-Context (contexte d'AP)	OUI	—
8	Machine de protocole de service FAL	OUI	—
9	Machine de protocole AR	OUI	—
10	Machine de protocole de mapping de couche DL	OUI	—

4.2.4 Sélection des indicateurs de performance

4.2.4.1 Vue d'ensemble des indicateurs de performance

Le Tableau 7 présente les indicateurs de performance du CP 17/1.

Tableau 7 – CP 17/1: vue d'ensemble des indicateurs de performance

Indicateur de performance	Applicable	Contraintes
Temps de remise	OUI	Aucune
Nombre de stations d'extrémité	OUI	Aucune
Topologie de réseau de base	OUI	Aucune
Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité	Non limité par le protocole dans la pratique	Les nœuds RAPIEnet sont des commutateurs à 2 accès
Débit RTE	OUI	Aucune
Largeur de bande non-RTE	OUI	Aucune
Exactitude de la synchronisation temporelle	OUI	Aucune
Exactitude de la synchronisation non périodique	NON	Aucune
Temps de reprise de redondance	OUI	Aucune

4.2.4.2 Dépendances entre les indicateurs de performance

4.2.4.2.1 Matrice de dépendance entre les indicateurs de performance

Le Tableau 8 présente les dépendances entre les indicateurs de performance pour le CP 17/1.

Tableau 8 – CP 17/1: matrice de dépendance entre les indicateurs de performance

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

4.2.4.2.2 Temps de remise

Le temps de remise d'une communication entre deux stations d'extrémité RTE peut être calculé par la Formule (1).

$$T_{DELAY} = T_{SND} + T_{PKT} + T_{CPD} + \sum_{i=0}^N T_{NLD_i} + T_{RCV} \quad (1)$$

où:

T_{DELAY} est le temps de remise, en microsecondes;

T_{SND} est le temps transversal de la pile de l'émetteur, y compris Phy et MAC, en microsecondes;

T_{PKT} est le temps de transmission du paquet, en microsecondes, voir la Formule (2);

T_{CPD} est le délai de propagation du câble, en microsecondes, voir la Formule (3);

T_{NLD_i} est le délai de latence du nœud i, en microsecondes, voir la Formule (4);

T_{RCV} est le temps transversal de la pile du récepteur, y compris Phy et MAC, en microsecondes;

N est le nombre de nœuds entre les stations d'extrémité d'émission et de réception.