

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Industrial networks – Profiles –

Part 1-2: Fieldbus profiles – Communication Profile Family 2

Réseaux industriels – Profils –

Partie 1-2: Profils de bus de terrain – Famille de profils de communication 2

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-1-2:2023



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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 1-2: Fieldbus profiles – Communication Profile Family 2

Réseaux industriels – Profils –

Partie 1-2: Profils de bus de terrain – Famille de profils de communication 2

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 35.100.20; 35.240.50

ISBN 978-2-8322-6584-0

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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions, abbreviated terms, symbols, and conventions	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Abbreviations and symbols	9
3.2.1 Common abbreviations and symbols.....	9
3.2.2 Other abbreviations and symbols.....	9
3.3 Conventions.....	9
4 CPF 2 (CIP™)	9
4.1 General overview.....	9
4.2 CP 2/1 (ControlNet)	10
4.2.1 Physical layer.....	10
4.2.2 Data-link layer	12
4.2.3 Application layer.....	14
4.3 CP 2/2 (EtherNet/IP).....	17
4.3.1 Physical layer.....	17
4.3.2 Data-link layer	17
4.3.3 Application layer.....	19
4.4 CP 2/3 (DeviceNet).....	25
4.4.1 Physical layer.....	25
4.4.2 Data-link layer	25
4.4.3 Application layer.....	27
Annex A (informative) CPF 2 (CIP) communication concepts	33
A.1 Overview.....	33
A.2 CIP common characteristics.....	33
A.3 ControlNet	33
A.3.1 Physical layer characteristics.....	33
A.3.2 Data-link layer characteristics.....	34
A.3.3 Management characteristics	34
A.4 EtherNet/IP	34
A.5 DeviceNet.....	35
Bibliography.....	36
Table 1 – CPF 2: overview of profile sets.....	10
Table 2 – CP 2/1: PhL selection.....	11
Table 3 – CP 2/1: DLL service selection.....	12
Table 4 – CP 2/1: DLL protocol selection	13
Table 5 – CP 2/1: DLL protocol selection of management objects	13
Table 6 – CP 2/1: AL service selection.....	14
Table 7 – CP 2/1: AL protocol selection	15
Table 8 – ClockIdentity encoding for CP 2/1	16
Table 9 – CP 2/2: DLL protocol selection	18
Table 10 – CP 2/2: DLL protocol selection of management objects	19

Table 11 – CP 2/2: AL service selection	20
Table 12 – CP 2/2: AL protocol selection	21
Table 13 – ClockIdentity encoding for CP 2/2.....	22
Table 14 – CP 2/2 implementation profiles	23
Table 15 – Features Supported for Type 2 Ethernet Transports implementation profile	23
Table 16 – Type 2 Ethernet transport profile supported Features	24
Table 17 – Supported Encapsulation Commands for transport profiles	24
Table 18 – CP 2/3: DLL protocol selection	26
Table 19 – CP 2/3: DLL protocol selection of management objects	26
Table 20 – CP 2/3: AL service selection	27
Table 21 – CP 2/3: AL protocol selection	28
Table 22 – Unconnected_Send request format (modified)	29
Table 23 – Unconnected_Send_Good response format (modified)	30
Table 24 – Unconnected_Send_Bad response format (modified).....	30
Table 25 – ClockIdentity encoding for CP 2/3.....	31
Table 26 – Additional values of the state attribute	31
Table 27 – Additional value of the watchdog_timeout_action attribute	31

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-1-2:2023

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL NETWORKS –
PROFILES –****Part 1-2: Fieldbus profiles –
Communication Profile Family 2****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 61784-1-2 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 fifth edition of IEC 61784-1 published in 2019. This first edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC 61784-1:2019:

- a) split of the original IEC 61784-1 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 two DLL protocol management objects;
- c) addition of profile information removed from the Type standards.

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

Draft	Report on voting
65C/1207/FDIS	65C/1236/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 61784-1 series, published under the general title *Industrial networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*, 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 61784-1 series provides a set of Communication Profiles (CP) in the sense of ISO/IEC TR 10000-1. These answer the need of identifying the protocol families co-existing within the IEC 61158 series, as a result of the international harmonization of fieldbus technologies available on the market. More specifically, these profiles help to correctly state the compliance with the IEC 61158 series, and to avoid the spreading of divergent implementations, which would limit its use, clearness and understanding. Additional profiles to address specific market concerns, such as functional safety or information security, can be addressed by future parts of the IEC 61784-1 series.

The IEC 61784-1 series contains several Communication Profile Families (CPF), which specify one or more communication profiles. Such profiles identify, in a strict sense, protocol subsets of the IEC 61158 series via protocol specific communication profiles. They do not define device profiles that specify communication profiles together with application functions needed to answer the need of a specific application ("application profiles").

It is agreed that these latter classes of profiles would facilitate the use of the IEC 61158 series of standards; the profiles defined in the IEC 61784-1 series are a necessary step to achieve that task.

It is also important to clarify that interoperability – defined as the ability of two or more network systems to exchange information and to make mutual use of the information that has been exchanged (see ISO/IEC TR 10000-1) – can be directly achieved on the same link only for those devices complying with the same communication profile.

Profiles contained in the IEC 61784-1 series are constructed of references to IEC 61158-2 and the IEC 61158-3, IEC 61158-4, IEC 61158-5, and IEC 61158-6 series, and other IS, TS or worldwide-accepted standards, as appropriate¹. Each profile is required to reference at least one part of the IEC 61158 series in addition to IEC 61158-1.

Two or more Profiles, which are related to a common family, are specified within a "Communication Profile Family" (CPF).

¹ International Standardised Profiles may contain normative references to specifications other than International Standards; see ISO/IEC JTC 1 N 4047: *The Normative Referencing of Specifications other than International Standards in JTC 1 International Standardized Profiles – Guidelines for ISP Submitters*.

INDUSTRIAL NETWORKS – PROFILES –

Part 1-2: Fieldbus profiles – Communication Profile Family 2

1 Scope

This part of IEC 61784-1 defines Communication Profile Family 2 (CPF 2). CPF 2 specifies a set of protocol specific communication profiles (CPs) based on the IEC 61158 series (Type 2) and other standards, to be used in the design of devices involved in communications in factory manufacturing and process control.

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 Some CPs of CPF 2 are specified in IEC 61784-2-2.

Each CP selects an appropriate consistent and compatible subset of services and protocols from the relevant set that is defined and modelled in the IEC 61158 series. For the selected subset of services and protocols, the profile also describes any possible or necessary constraints in parameter values.

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 61158-2:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

IEC 61158-3-2:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-2: Data-link layer service definition – Type 2 elements*

IEC 61158-4-2:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-2: Data-link layer protocol specification – Type 2 elements*

IEC 61158-5-2:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-2: Application layer service definition – Type 2 elements*

IEC 61158-6-2:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-2: Application layer protocol specification – Type 2 elements*

IEC 61588:2021, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems*

IEC 61784-1-0:2023, *Industrial networks – Profiles – Part 1-0: Fieldbus profiles – General concepts and terminology*

IEC 61784-5-2, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-2: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 2*

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

IEC 62026-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet*

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

ISO 11898-1, *Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 1: Data link layer and physical signalling*

ISO 11898-2, *Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 2: High-speed medium access unit*

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

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

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

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

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

IETF RFC 894, C. Hornig, *A Standard for the Transmission of IP Datagrams over Ethernet*, April 1984, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc894> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 1112, S.E. Deering, *Host Extensions for IP Multicasting*, August 1989, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1112> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 1122, R. Braden, *Requirements for Internet Hosts – Communication Layers*, October 1989, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1122> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 1123, R. Braden, *Requirements for Internet Hosts – Application and Support*, October 1989, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1123> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 1127, R.T. Braden, *Perspective on the Host Requirements RFCs*, October 1989, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1127> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 2236, W. Fenner, *Internet Group Management Protocol, Version 2*, November 1997, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2236> [viewed 2022-02-18]

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

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in the IEC 61158 series and IEC 61784-1-0 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 Abbreviations and symbols

3.2.1 Common abbreviations and symbols

For the purposes of this document, all abbreviations and symbols defined in the IEC 61158 series and IEC 61784-1-0 apply.

CP	communication profile
CPF	communication profile family
MAU	medium attachment unit

3.2.2 Other abbreviations and symbols

CAN	Controller Area Network (see ISO 11898-1)
IP	internet protocol (see IETF RFC 791)
TCP	terminal control protocol (see IETF RFC 793)
UDP	user datagram protocol (see IETF RFC 768)

3.3 Conventions

For the purposes of this document, the conventions defined in IEC 61784-1-0 apply.

4 CPF 2 (CIP™²)

4.1 General overview

Communication Profile Family 2 defines several communication profiles based on IEC 61158-2 (protocol type 2), IEC 61158-3-2, IEC 61158-4-2, IEC 61158-5-2, and IEC 61158-6-2, and on other standards. These profiles all share for their upper layers the same communication system commonly known as the Common Industrial Protocol (CIP).

This document defines three communication profiles.

1) Profile 2/1 ControlNet™³

This profile contains a selection of AL, DLL and PhL services and protocol definitions from IEC 61158-2 type 2, IEC 61158-3-2, IEC 61158-4-2, IEC 61158-5-2, and IEC 61158-6-2.

² CIP™ is a trade name of ODVA, Inc. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance with this profile does not require use of the trade name CIP™. Use of the trade name CIP™ requires permission of ODVA, Inc.

³ ControlNet™ is a trade name of ODVA, Inc. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance with this profile does not require use of the trade name ControlNet™. Use of the trade name ControlNet™ requires permission of ODVA, Inc.

This profile uses the CIP common protocol and services in conjunction with the specific protocol type 2 DLL and PhL.

2) Profile 2/2 EtherNet/IP™⁴

This profile contains a selection of AL, DLL and PhL services and protocol definitions from IEC 61158-4-2, IEC 61158-5-2 and IEC 61158-6-2, and the TCP/UDP/IP/Ethernet protocol suite. This profile uses the CIP protocol and services in conjunction with the standard internet and Ethernet standards.

3) Profile 2/3 DeviceNet™⁵

This profile contains a selection of AL, DLL and PhL services and protocol definitions from IEC 61158-4-2, IEC 61158-5-2 and IEC 61158-6-2, and IEC 62026-3. This profile uses the CIP protocol and services in conjunction with the CAN DLL and PhL (ISO 11898-1 and ISO 11898-2), and additional elements specified in IEC 62026-3.

NOTE 1 See Annex A for an overview of CIP and related networks communications concepts.

NOTE 2 Additional CPs are defined in IEC 61784-2-2.

It is strongly recommended that implementers of a specific profile comply with the appropriate conformance tests and validations provided by ODVA.

Table 1 gives a general overview of the corresponding profile sets.

Table 1 – CPF 2: overview of profile sets

Layer	CP 2/1 (ControlNet)	CP 2/2 (EtherNet/IP)	CP 2/3 (DeviceNet)
Application	IEC 61158-5-2, IEC 61158-6-2	IEC 61158-5-2, IEC 61158-6-2	IEC 61158-5-2, IEC 61158-6-2, IEC 62026-3
Transport	—	TCP/UDP (IETF RFC 793, IETF RFC 768) ^a	—
Network	—	IP (IETF RFC 791) ^a	—
Data Link	IEC 61158-3-2, IEC 61158-4-2	ISO/IEC/IEEE 8802-3	ISO 11898-1, IEC 62026-3
Physical	Type 2 of IEC 61158-2	ISO/IEC/IEEE 8802-3 ^b	ISO 11898-1 and ISO 11898-2, IEC 62026-3
^a Additional IETF RFC standards apply.			
^b Recommended connectors and cables are specified in IEC 61918 and IEC 61784-5-2.			

4.2 CP 2/1 (ControlNet)

4.2.1 Physical layer

Table 2 specifies the PhL selection within IEC 61158-2.

⁴ EtherNet/IP™ is a trade name of ODVA, Inc. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance with this profile does not require use of the trade name EtherNet/IP™. Use of the trade name EtherNet/IP™ requires permission of ODVA, Inc.

⁵ DeviceNet™ is a trade name of ODVA, Inc. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance with this profile does not require use of the trade name DeviceNet™. Use of the trade name DeviceNet™ requires permission of ODVA, Inc.

Table 2 – CP 2/1: PhL selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	Partial	Relevant references only
3	Terms and definitions	—	—
3.1	Common terms and definitions	Partial	Relevant definitions only
3.2	Type 1: Terms and definitions	NO	—
3.3	Type 2: Terms and definitions	YES	—
Next subclauses	—	NO	—
4	Symbols and abbreviated terms	—	—
4.1	Symbols	—	—
4.1.1	Type 1: Symbols	NO	—
4.1.2	Type 2: Symbols	YES	—
Next subclauses	—	NO	—
4.2	Abbreviated terms	—	—
4.2.1	Type 1: Abbreviations	NO	—
4.2.2	Type 2: Abbreviations	YES	—
Next subclauses	—	NO	—
5	DLL – PhL interface	—	—
5.1	General	YES	—
5.2	Type 1: Required services	NO	—
5.3	Type 2: Required services	YES	—
Next subclauses	—	NO	—
6 – 8	—	NO	—
9	Medium dependent sublayer (MDS)	—	—
9.1	General	YES	—
9.2 – 9.3	—	NO	—
9.4	Type 2: MDS: Wire and optical media	YES	—
Next subclauses	—	NO	—
10	MDS – MAU interface	—	—
10.1	General	YES	—
10.2 – 10.3	—	NO	—
10.4	Type 2: MDS – MAU interface: Wire and optical media	YES	Used MAU(s) are selected at device level
Next subclauses	—	NO	—
11 – 17	—	NO	—
18	Type 2: Medium attachment unit: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire medium	YES	Used MAU(s) are selected at device level
19	Type 2: Medium attachment unit: 5 Mbit/s, optical medium	YES	Used MAU(s) are selected at device level
20	Type 2: Medium attachment unit: network access port (NAP)	YES	Used MAU(s) are selected at device level
Next clauses	—	NO	—

Clause	Header	Presence	Constraints
Annex A – E	—	NO	—
Annex F	(normative) Type 2: Connector specification	YES	—
Annex G	(normative) Type 2: Repeater machine sublayers (RM, RRM) and redundant PhLs	YES	—
Annex H	(informative) Type 2: Reference design examples	YES	—
Next annexes	—	NO	—

Recommended connectors and cables are specified in IEC 61918 and IEC 61784-5-2.

4.2.2 Data-link layer

4.2.2.1 DLL service selection

Table 3 specifies the DLL service selection within IEC 61158-3-2.

Table 3 – CP 2/1: DLL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Connection-mode and connectionless-mode data-link service	YES	—
5	DL-management services	YES	—

4.2.2.2 DLL protocol selection

4.2.2.2.1 General

Table 4 specifies the DLL protocol selection within IEC 61158-4-2.

Table 4 – CP 2/1: DLL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Overview of the data-link protocol	YES	—
5	General structure and encoding of PhIDUs and DLPDUs and related elements of procedure	YES	—
6	Specific DLPDU structure, encoding and procedures	YES	—
7	Objects for station management	—	See Table 5
8	Other DLE elements of procedure	YES	—
9	Detailed specification of DL components	YES	—
Next clauses	—	NO	—
Annex A	(normative) – Indicators and switches	—	—
A.1	Purpose	YES	—
A.2	Indicators	—	—
A.2.1	General indicator requirements	YES	—
A.2.2	Common indicator requirements	YES	—
A.2.3	Fieldbus specific indicator requirements – option 1	YES	—
A.2.4	Fieldbus specific indicator requirements – option 2	NO	—
A.2.5	Fieldbus specific indicator requirements – option 3	NO	—
A.3	Switches	—	—
A.3.1	Common switch requirements	YES	—
A.3.2	Fieldbus specific switch requirements – option 1	YES	—
A.3.3	Fieldbus specific switch requirements – option 2	NO	—
A.3.4	Fieldbus specific switch requirements – option 3	NO	—

Table 5 specifies the management objects selection.

Table 5 – CP 2/1: DLL protocol selection of management objects

Clause	Header	Presence	Constraints
7	Objects for station management	—	—
7.1	General	Partial	Relevant objects only
7.2	ControlNet object	YES	—
7.3	Keeper object	YES	—
7.4	Scheduling object	YES	—
7.5 – 7.7	—	NO	—
7.8	Connection configuration object	YES	See 4.2.2.2.2
7.9 – 7.10	—	NO	—
7.11	Port object	YES	See 4.2.2.2.3
Next subclauses	—	NO	—

4.2.2.2.2 Connection configuration object

The value of the class attribute Edit signature is incremented each time a change complete operation is performed.

The instance attribute CS Data Index Number is required for a device on CP 2/1.

4.2.2.2.3 Port object

The Port object refers to a logical link/network interface on the device, i.e. the interface used to address it. For CP 2/1, the logical link address is the MAC_ID.

4.2.3 Application layer

4.2.3.1 AL service selection

4.2.3.1.1 General

Table 6 specifies the AL service selection within IEC 61158-5-2.

Table 6 – CP 2/1: AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Common concepts	Partial	Differences are indicated in IEC 61158-5-2, 6.1
5	Data type ASE	Partial	Selection and restrictions are specified in IEC 61158-5-2, 6.1
6	Communication model specification	—	—
6.1	Concepts	YES	—
6.2	ASEs	—	—
6.2.1	Object management ASE	—	—
6.2.1.1	Overview	YES	—
6.2.1.2	FAL management model class specification	—	—
6.2.1.2.1	General formal model	YES	—
6.2.1.2.2	Identity formal model	YES	Required
6.2.1.2.3	Assembly formal model	YES	—
6.2.1.2.4	Message Router formal model	YES	Required
6.2.1.2.5	Acknowledge Handler formal model	YES	—
6.2.1.2.6	Time Sync formal model	YES	Optional. See 4.2.3.1.2
6.2.1.2.7	Parameter formal model	YES	—
6.2.1.3	FAL management model ASE service specification	YES	—
6.2.2	Connection manager ASE	YES	Single class in this ASE Required (every device shall implement instance 1)
6.2.3	Connection ASE	YES	Optional (internal or external)
6.3	ARs	YES	—
6.4	Summary of FAL classes	YES	—
6.5	Permitted FAL services by AR type	YES	—

4.2.3.1.2 Time Sync ASE

The Clock identity identifiers (subattribute ClockIdentity) are based on the Vendor Id and Serial Number.

CP 2/1 uses the Transport of PTP as specified in IEC 61588:2021, Annex G.

4.2.3.2 AL protocol selection

4.2.3.2.1 General

Table 7 specifies the AL protocol selection within IEC 61158-6-2.

Table 7 – CP 2/1: AL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Abstract syntax	—	—
4.1	FAL PDU abstract syntax	—	—
4.1.1	General	YES	—
4.1.2	PDU structure	YES	—
4.1.3	UCMM_PDUs	YES	—
4.1.4	Transport_Headers	YES	—
4.1.5	CM_PDUs	YES	—
4.1.6	CM PDU components	YES	See 4.2.3.2.2 and 4.2.3.2.3
4.1.7	MR headers	YES	—
4.1.8	OM_Service_PDU	YES	See 4.2.3.2.4
4.1.9	Message and connection paths	YES	See 4.2.3.2.5
4.1.10	Class, attribute and service codes	YES	—
4.1.11	Error codes	YES	See 4.2.3.2.6
4.2	Data abstract syntax specification	YES	—
4.3	Encapsulation abstract syntax	NO	—
5	Transfer syntax	YES	—
6	Structure of FAL protocol state machines	YES	—
7	AP-Context state machine	YES	—
8	FAL service protocol machine (FSPM)	YES	—
9	Application relationship protocol machines (ARPMs)	YES	—
10	DLL mapping protocol machine 1 (DMPM 1)	YES	—
11	DLL mapping protocol machine 2 (DMPM 2)	NO	—
12	DLL mapping protocol machine 3 (DMPM 3)	NO	—

4.2.3.2.2 Requested and actual packet interval (CM_RPI and CM_API)

The connection originator provides a requested time between productions for each direction of the connection. The target provides the actual time between productions. When a connection traverses CP 2/1, the actual time may be further adjusted as indicated in 4.2.3.2.3.

The CM_API shall equal the CM_RPI within the device's timer resolution limits, except as indicated for CP 2/1 in 4.2.3.2.3.

4.2.3.2.3 Connection priorities

CP 2/1 handles both URGENT and SCHEDULED priorities as follows:

- bandwidth shall be reserved using the Network Schedule segment;
- the data interval shall be restricted to the CM_API, which means that if data arrives at an intermediate node faster than the CM_API, the node shall filter the packets to the CM_API on CP 2/1;
- a tool that performs scheduling operations shall favor urgent priority over scheduled priority connections.

For CP 2/1, SCHEDULED data is prioritized on a link wide basis; however, the two unscheduled priorities (LOW and HIGH) are arbitrated independently at each node. One node may transmit a LOW priority packet while another node has HIGH priority data to send.

4.2.3.2.4 Time Sync object specific syntax elements

The ClockIdentity encoding is specified in Table 8.

Table 8 – ClockIdentity encoding for CP 2/1

Network	Octet 0	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4	Octet 5	Octet 6	Octet 7
CP 2/1	0xFF	0x02	Vendor ID ^a		Serial Number ^a			
^a Most significant octet of Vendor ID and Serial Number is assigned to most significant octet of ClockIdentity. For example, a Vendor ID of "0809" and a Serial Number of "03040506" results in a ClockIdentity of "FF 02 08 09 03 04 05 06".								

Within instance attribute #25 (PortPhysicalAddressInfo), the PhysicalProtocol value assigned to CP 2/1 is "ControlNet", and the PortPhysicalAddress shall use the MAC ID.

Within instance attribute #26 (PortProtocolAddressInfo), the NetworkProtocol value assigned to CP 2/1 is 5.

4.2.3.2.5 Schedule Segment

For intermediate nodes, if only one of the incoming or outgoing ports connects to a CP 2/1 subnet, then a single schedule segment is required if the priority is scheduled. The schedule segment applies to the port connected to the CP 2/1 subnet.

For intermediate nodes, if both the incoming and outgoing ports connect to CP 2/1 subnets, then two schedule segments are required if the priority is scheduled. The first schedule segment applies to the incoming port and the second schedule segment applies to the outgoing port.

For target nodes, a single schedule segment is required if the incoming port connects to a CP 2/1 subnet and the priority is scheduled.

4.2.3.2.6 CM error codes

CM error code (0x01, 0x0304) (NOT CONFIGURED TO SEND SCHEDULED PRIORITY DATA) shall be returned for example by a node whose MAC ID is greater than maximum scheduled node (SMAX).

CM error code (0x01, 0x0306) (SCHEDULE SIGNATURE VALIDATION NOT POSSIBLE) shall be returned for example when there is no Keeper in the active state.

CM error code (0x01, 0x0812) (NODE ADDRESS HAS CHANGED SINCE THE NETWORK WAS SCHEDULED) may be returned if a router on a CP 2/1 network has a different node address than the value configured in the connection originator.

4.3 CP 2/2 (EtherNet/IP)

4.3.1 Physical layer

The physical layer of the Ethernet/IP profile is according to ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Recommended connectors and cables are specified in IEC 61918 and IEC 61784-5-2.

EtherNet/IP can be used with a number of media options (e.g. copper, fiber, fiber ring, wireless) in conjunction with the Ethernet lower layers.

NOTE Additional information is provided in ODVA: The CIP Networks Library – Volume 2: EtherNet/IP™ Adaptation of CIP, Chapter 8: Physical Layer.

4.3.2 Data-link layer

4.3.2.1 DLL service selection

The Data-link layer of the Ethernet/IP profile is according to ISO/IEC/IEEE 8802-3.

4.3.2.2 DLL protocol selection

4.3.2.2.1 General

The Data-link layer of the Ethernet/IP profile is according to ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Table 9 specifies the DLL protocol selection within IEC 61158-4-2.

Table 9 – CP 2/2: DLL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	—	—
1.1	General	YES	—
1.2 – 1.3	—	NO	—
1.4	Applicability	YES	—
1.5	Conformance	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4 – 5	—	NO	—
6	Specific DLPDU structure, encoding and procedures	—	—
6.1	Modeling language	YES	—
Next subclauses	—	NO	—
7	Objects for station management	—	See Table 10
8 – 9	—	NO	—
10	Device Level Ring (DLR) protocol	YES	Optional
11	PRP and HSR redundancy protocols	YES	Optional
12	LLDP protocol	YES	Optional for legacy devices, otherwise required
Annex A	(normative) – Indicators and switches	—	—
A.1	Purpose	YES	—
A.2	Indicators	—	—
A.2.1	General indicator requirements	YES	—
A.2.2	Common indicator requirements	YES	—
A.2.3	Fieldbus specific indicator requirements – option 1	NO	—
A.2.4	Fieldbus specific indicator requirements – option 2	YES	—
A.2.5	Fieldbus specific indicator requirements – option 3	NO	—
A.3	Switches	—	—
A.3.1	Common switch requirements	YES	—
A.3.2	Fieldbus specific switch requirements – option 1	NO	—
A.3.3	Fieldbus specific switch requirements – option 2	YES	—
A.3.4	Fieldbus specific switch requirements – option 3	NO	—

Table 10 specifies the management objects selection.

Table 10 – CP 2/2: DLL protocol selection of management objects

Clause	Header	Presence	Constraints
7	Objects for station management	—	—
7.1	General	Partial	Relevant objects and features only
7.2 – 7.4	—	NO	—
7.5	TCP/IP interface object	YES	—
7.6	Ethernet link object	YES	—
7.7	DeviceNet object	NO	—
7.8	Connection configuration object	YES	—
7.9	DLR object	YES	Optional (required if DLR protocol is implemented)
7.10	QoS object	YES	Optional
7.11	Port object	YES	See 4.3.2.2.2
7.12	PRP/HSR Protocol object	YES	Optional (required if PRP/HSR protocol is implemented)
7.13	PRP/HSR Nodes Table object	YES	Optional (required if PRP/HSR protocol is implemented)
7.14	LLDP Management object	YES	Optional (required if LLDP protocol is implemented)
7.15	LLDP Data Table object	YES	Optional, and only if LLDP protocol is implemented

4.3.2.2.2 Port object

The Port object refers to a logical link/network interface on the device, i.e. the interface used to address it. For CP 2/2, the logical link address is the IP Address (reflected in the TCP/IP object), not the Ethernet MAC_ID.

4.3.3 Application layer

4.3.3.1 AL service selection

4.3.3.1.1 General

Table 11 specifies the AL service selection within IEC 61158-5-2.

Table 11 – CP 2/2: AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Common concepts	Partial	Differences are indicated in IEC 61158-5-2, 6.1
5	Data type ASE	Partial	Selection and restrictions are specified in IEC 61158-5-2, 6.1
6	Communication model specification	—	—
6.1	Concepts	YES	—
6.2	ASEs	—	—
6.2.1	Object management ASE	—	—
6.2.1.1	Overview	YES	—
6.2.1.2	FAL management model class specification	—	—
6.2.1.2.1	General formal model	YES	—
6.2.1.2.2	Identity formal model	YES	Required
6.2.1.2.3	Assembly formal model	YES	—
6.2.1.2.4	Message Router formal model	YES	Required
6.2.1.2.5	Acknowledge Handler formal model	YES	—
6.2.1.2.6	Time Sync formal model	YES	Optional. See 4.3.3.1.2
6.2.1.2.7	Parameter formal model	YES	—
6.2.1.3	FAL management model ASE service specification	YES	—
6.2.2	Connection manager ASE	YES	Single class in this ASE Required (every device shall implement instance 1)
6.2.3	Connection ASE	YES	Optional (internal or external)
6.3	ARs	—	—
6.3.1	Overview	YES	—
6.3.2	UCMM AR formal model	NO	—
6.3.3	Transport AR formal model	YES	—
6.3.4	AR ASE services	YES	—
6.4	Summary of FAL classes	YES	—
6.5	Permitted FAL services by AR type	YES	—

In addition, AL services are mapped onto the TCP/UDP/IP protocol suite.

The corresponding minimum requirements for EtherNet/IP devices are as specified in IETF RFC 1122, IETF RFC 1123, IETF RFC 1127 and subsequent documents that could supersede them. All EtherNet/IP devices shall as a minimum support requirements specified in IETF RFC 768, IETF RFC 791, IETF RFC 792, IETF RFC 793, IETF RFC 826 and IETF RFC 894.

EtherNet/IP devices that support consumption of Type 2 Class 0/1 multicast connections (see IGMP Usage in IEC 61158-6-2, 11.6) shall also support IETF RFC 1112 and IETF RFC 2236.

If a feature or internet protocol is implemented by an EtherNet/IP device, this feature shall be implemented in accordance with the appropriate IETF RFC documents, whether the feature or protocol is considered required or optional by this IETF RFC document.

4.3.3.1.2 Time Sync ASE

The Clock identity identifiers (subattribute ClockIdentity) are based on the MAC address.

CP 2/2 uses the Transport of PTP over UDP/IPv4 as specified in IEC 61588:2021, Annex C.

4.3.3.2 AL protocol selection

4.3.3.2.1 General

Table 12 specifies the AL protocol selection within IEC 61158-6-2.

Table 12 – CP 2/2: AL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Abstract syntax	—	—
4.1	FAL PDU abstract syntax	—	—
4.1.1	General	YES	—
4.1.2	PDU structure	YES	—
4.1.3	UCMM_PDUs	NO	—
4.1.4	Transport_Headers	YES	—
4.1.5	CM_PDUs	YES	—
4.1.6	CM PDU components	YES	—
4.1.7	MR headers	YES	—
4.1.8	OM_Service_PDU	YES	See 4.3.3.2.2
4.1.9	Message and connection paths	Partial	Network segments Schedule and Fixed Tag are not supported
4.1.10	Class attribute and service codes	YES	—
4.1.11	Error codes	YES	See 4.3.3.2.3
4.2	Data abstract syntax specification	YES	—
4.3	Encapsulation abstract syntax	YES	See 4.3.3.2.4
5	Transfer syntax	YES	—
6	Structure of FAL protocol state machines	YES	—
7	AP-Context state machine	YES	—
8	FAL service protocol machine (FSPM)	YES	—
9	Application relationship protocol machines (ARPMs)	—	—
9.1	General	YES	—
9.2	Connection-less ARPM (UCMM)	—	—
9.2.1	General	YES	—

Clause	Header	Presence	Constraints
Next subclauses	—	NO	—
9.3	Connection-oriented ARPMs (transports)	YES	—
10	DLL mapping protocol machine 1 (DMPM 1)	NO	—
11	DLL mapping protocol machine 2 (DMPM 2)	YES	See 4.3.3.2.4
12	DLL mapping protocol machine 3 (DMPM 3)	NO	—

In addition, the AL protocol is mapped onto the TCP/UDP/IP protocol suite according to Type 2 Ethernet transport profiles (see 4.3.3.2.4).

The corresponding minimum requirements for EtherNet/IP devices are as specified in IETF RFC 1122, IETF RFC 1123, IETF RFC 1127 and subsequent documents that could supersede them. All EtherNet/IP devices shall as a minimum support requirements specified in IETF RFC 768, IETF RFC 791, IETF RFC 792, IETF RFC 793, IETF RFC 826 and IETF RFC 894.

EtherNet/IP devices that support consumption of Type 2 Class 0/1 multicast connections (see IGMP Usage in IEC 61158-6-2, 11.6) shall also support IETF RFC 1112 and IETF RFC 2236.

If a feature or internet protocol is implemented by an EtherNet/IP device, this feature shall be implemented in accordance with the appropriate IETF RFC documents, whether the feature or protocol is considered required or optional by this IETF RFC document.

4.3.3.2.2 Time Sync object specific syntax elements

The ClockIdentity encoding is specified in Table 13.

Table 13 – ClockIdentity encoding for CP 2/2

Network	Octet 0	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4	Octet 5	Octet 6	Octet 7
CP 2/2	MAC Address ^a			0xFF	0xFE	MAC Address ^a		
^a Most significant octet of MAC Address is assigned to most significant octet of ClockIdentity. For example, a MAC address of "00 01 02 03 04 05" results in a ClockIdentity of "00 01 02 FF FE 03 04 05".								

Within instance attribute #25 (PortPhysicalAddressInfo), the PhysicalProtocol value assigned to CP 2/2 is "IEEE 802.3", and the PortPhysicalAddress shall use the MAC address (same as for UDP/Ipv4).

Within instance attribute #26 (PortProtocolAddressInfo), the NetworkProtocol value assigned to CP 2/2 is 1 (same as for UDP/Ipv4).

4.3.3.2.3 CM error codes

CM error codes (0x01, 0x0A01) to (0x01, 0x0AFF) are reserved for use by CP 2/2.

4.3.3.2.4 Type 2 Ethernet Transports implementation profile

4.3.3.2.4.1 General

The need to support different CP 2/2 capabilities based on application requirements drives the need to define different CP 2/2 implementation profiles. These implementation profiles can be used to simplify the complexity and memory requirements of the CP 2/2 stack and the TCP/IP stack for some application use cases.

The dedicated CP 2/2 implementation profiles are listed in Table 14.

Table 14 – CP 2/2 implementation profiles

Implementation profile ID	Implementation profile name
2	Type 2 Ethernet Transports

Table 15 specifies the Features Supported member of the Type 2 Ethernet Transports implementation profile (reported in the Implementation Profiles attribute (#25) of the Identity object).

Table 15 – Features Supported for Type 2 Ethernet Transports implementation profile

Bit Number(s)	Feature Name	Description
0 ^a	UCMM over TCP	The device supports receiving UCMM messages as defined in IEC 61158-6-2, 11.2 via a TCP Encapsulation Session as defined in IEC 61158-6-2, 11.8.
1 ^a	UCMM over UDP	The device supports receiving UCMM messages as defined in IEC 61158-6-2, 11.2 via UDP as defined in IEC 61158-6-2, 11.9.
2	Class 3 Connections via TCP	The device supports at least one Transport Class 3 connection over TCP as defined in IEC 61158-6-2, 11.4.
3	Class 3 Connections via UDP	The device supports at least one Transport Class 3 connection over UDP as defined in IEC 61158-6-2, 11.4.
4	Class 2 Connections via TCP	The device supports at least one Transport Class 2 connection over TCP as defined in IEC 61158-6-2, 11.4.
5	Class 2 Connections via UDP	The device supports at least one Transport Class 2 connection over UDP as defined in IEC 61158-6-2, 11.4.
6	Class 1 Connections	The device supports at least one Transport Class 1 connection over UDP as defined in IEC 61158-6-2, 11.3.
7	Class 0 Connections	The device supports at least one Transport Class 0 connection over UDP as defined in IEC 61158-6-2, 11.3.
8-31	Reserved	
^a At least one of bits 0 and 1 shall be set to 1.		

4.3.3.2.4.2 Type 2 Ethernet transports profile

The Type 2 Ethernet Transports implementation profile (Implementation Profile ID = 2) defines two Type 2 Ethernet transport profiles, “Full EtherNet/IP” and “UDP-Only EtherNet/IP”.

The Full EtherNet/IP transport profile specifies the use of TCP and EtherNet/IP encapsulation sessions for Type 2 connection management and connected explicit messaging, and UDP transport protocols for implicit message transmission.

The UDP-Only EtherNet/IP transport profile is a simplified profile which specifies the exclusive use of UDP for the transmission of all Type 2 messages.

NOTE 1 This transport profile does not need any TCP connections, session management, or any communication bindings between TCP connections and CP 2/2 sessions. The client directly communicates with the server without pre-established communication channel bindings. This results in a simplified messaging structure and the stack complexity is reduced. Therefore, this transport profile is typically used for resource-constrained device use cases.

NOTE 2 With a UDP-Only transport profile, when using Type 2 unconnected explicit messaging, the failure of delivering a request or response will be detected by the CP 2/2 client application. The application will then decide if it should retry the message transmission or stop the communications.

Table 16 specifies the combinations of Features that may be supported for each transport profile.

Table 16 – Type 2 Ethernet transport profile supported Features

Features	Type 2 Ethernet transport profile	
	Full EtherNet/IP	UDP-Only EtherNet/IP
UCMM over TCP	Required	Not Supported
UCMM over UDP	Not Supported	Required
Class 3 over TCP	Optional	Not Supported
Class 3 over UDP	Not Supported	Optional
Class 2 over TCP	Optional	Not Supported
Class 2 over UDP	Not Supported	Optional
Class 1 over UDP	Optional	Optional
Class 0 over UDP	Optional	Optional

Table 17 shows the encapsulated commands allowed for the various transport profiles. The use of Command codes other than those specified in Table 17 shall result in the receiving device returning an Unsupported Command error back to the sender of the message.

Table 17 – Supported Encapsulation Commands for transport profiles

Code	Name	Full EtherNet/IP Transport Profile	UDP-Only EtherNet/IP Transport Profile
0x0000	NOP	TCP	Not Supported
0x0004	ListServices	TCP or UDP	Not Supported
0x0063	ListIdentity	TCP or UDP	UDP
0x0064	ListInterfaces	TCP or UDP	Not Supported
0x0065	RegisterSession	TCP	Not Supported
0x0066	UnRegisterSession	TCP	Not Supported
0x006F	SendRRData	TCP	UDP
0x0070	SendUnitData	TCP	UDP
0x00C8	StartDTLS	Not Supported	UDP

Devices that support the UDP-Only transport profile shall report the Type 2 Ethernet Transports implementation profile in the Implementation Profiles attribute (#25) of instance 1 of their Identity object.

The Encapsulation Inactivity Timeout attribute (#13) of the TCP/IP Interface object is required if a device implements the Full EtherNet/IP transport profile, otherwise it is not allowed.

Originator devices may support the Full EtherNet/IP transport profile and/or the UDP-Only EtherNet/IP transport profile. The originating device can determine which EtherNet/IP profile to apply to a given target based on the absence or contents of the EtherNet/IP Capability Item embedded in the ListIdentity reply (see IEC 61158-6-2, 4.3.3.5). An originating device can also learn which profile to apply to a given target through vendor-specific offline configuration.

Target devices may support the Full EtherNet/IP transport profile and/or the UDP-Only EtherNet/IP transport profile.

4.4 CP 2/3 (DeviceNet)

4.4.1 Physical layer

The physical layer of the DeviceNet profile is specified in IEC 62026-3, ISO 11898-1 and ISO 11898-2.

Recommended connectors and cables are specified in IEC 61918 and IEC 61784-5-2.

4.4.2 Data-link layer

4.4.2.1 DLL service selection

The Data-link layer of the DeviceNet profile is specified in IEC 62026-3 and ISO 11898-1. The DeviceNet profile only supports the Classical CAN format of ISO 11898-1.

4.4.2.2 DLL protocol selection

4.4.2.2.1 General

The Data-link layer of the DeviceNet profile is specified in IEC 62026-3 and ISO 11898-1. The DeviceNet profile only supports the Classical CAN format of ISO 11898-1.

Table 18 specifies the DLL protocol selection within IEC 61158-4-2.

Table 18 – CP 2/3: DLL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	—	—
1.1	General	YES	—
1.2 – 1.3	—	NO	—
1.4	Applicability	YES	—
1.5	Conformance	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4 – 5	—	NO	—
6	Specific DLPDU structure, encoding and procedures	—	—
6.1	Modeling language	YES	—
Next subclauses	—	NO	—
7	Objects for station management	—	See Table 19
Next clauses	—	NO	—
Annex A	(normative) – Indicators and switches	—	—
A.1	Purpose	YES	—
A.2	Indicators	—	—
A.2.1	General indicator requirements	YES	—
A.2.2	Common indicator requirements	YES	—
A.2.3	Fieldbus specific indicator requirements – option 1	NO	—
A.2.4	Fieldbus specific indicator requirements – option 2	NO	—
A.2.5	Fieldbus specific indicator requirements – option 3	YES	—
A.3	Switches	—	—
A.3.1	Common switch requirements	YES	—
A.3.2	Fieldbus specific switch requirements – option 1	NO	—
A.3.3	Fieldbus specific switch requirements – option 2	NO	—
A.3.4	Fieldbus specific switch requirements – option 3	YES	—

Table 19 specifies the management objects selection.

Table 19 – CP 2/3: DLL protocol selection of management objects

Clause	Header	Presence	Constraints
7	Objects for station management	—	—
7.1	General	Partial	Relevant objects and features only
7.2 – 7.6	—	NO	—
7.7	DeviceNet object	YES	—
7.8	Connection configuration object	YES	—
7.9 – 7.10	—	NO	—
7.11	Port object	YES	See 4.4.2.2.2
Next subclauses	—	NO	—

4.4.2.2 Port object

The Port object refers to a logical link/network interface on the device, i.e. the interface used to address it. For CP 2/3, the logical link address is the MAC_ID, not the CAN address.

In the instance attribute Port Routing Capabilities, bit 6 is set if the port supports routing of outgoing CP 2/3 safety connections (see IEC 61784-3-2 for details).

4.4.3 Application layer

4.4.3.1 AL service selection

4.4.3.1.1 General

Table 20 specifies the AL service selection within IEC 61158-5-2.

Table 20 – CP 2/3: AL service selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Common concepts	Partial	Differences are indicated in IEC 61158-5-2, 6.1
5	Data type ASE	Partial	Selection and restrictions are specified in IEC 61158-5-2, 6.1
6	Communication model specification	—	—
6.1	Concepts	YES	—
6.2	ASEs	—	—
6.2.1	Object management ASE	—	—
6.2.1.1	Overview	YES	—
6.2.1.2	FAL management model class specification	—	—
6.2.1.2.1	General formal model	YES	—
6.2.1.2.2	Identity formal model	YES	Required At the instance level, the service Get_Attributes_All is optional
6.2.1.2.3	Assembly formal model	YES	—
6.2.1.2.4	Message Router formal model	YES	Required
6.2.1.2.5	Acknowledge Handler formal model	YES	—
6.2.1.2.6	Time Sync formal model	YES	Optional. See 4.4.3.1.2
6.2.1.2.7	Parameter formal model	YES	—
6.2.1.3	FAL management model ASE service specification	YES	See 4.4.3.1.3
6.2.2	Connection manager ASE	YES	Required for routing devices, otherwise not supported
6.2.3	Connection ASE	YES	Single class in this ASE Required (every device shall implement at least 2 instances, one for explicit messaging, one for I/O messaging)
6.3	ARs	—	—
6.3.1	Overview	YES	—
6.3.2	UCMM AR formal model	NO	—

Clause	Header	Presence	Constraints
6.3.3	Transport AR formal model	Partial	Transport ARs 0, 2 and 3 only
6.3.4	AR ASE services	YES	—
6.4	Summary of FAL classes	YES	—
6.5	Permitted FAL services by AR type	YES	—

In addition, AL services are mapped onto the CAN (ISO 11898-1 and ISO 11898-2) protocol suite, as specified in IEC 62026-3.

4.4.3.1.2 Time Sync ASE

The Clock identity identifiers (subattribute ClockIdentity) are based on the VendorId and Serial Number.

CP 2/3 uses the Transport of PTP as specified in IEC 61588:2021, Annex F.

4.4.3.1.3 FAL service status codes

FAL service status code "Group 2 only server general failure" may only be reported by CP 2/3 Group 2 Only servers with 4 octets or less code space and only in place of "Service not supported", "Attribute not supported" and "Attribute not settable".

4.4.3.2 AL protocol selection

4.4.3.2.1 General

Table 21 specifies the AL protocol selection within IEC 61158-6-2.

Table 21 – CP 2/3: AL protocol selection

Clause	Header	Presence	Constraints
1	Scope	YES	—
2	Normative references	YES	—
3	Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	YES	—
4	Abstract syntax	—	—
4.1	FAL PDU abstract syntax	—	—
4.1.1	General	YES	—
4.1.2	PDU structure	YES	—
4.1.3	UCMM_PDUs	YES	—
4.1.4	Transport_Headers	YES	—
4.1.5	CM_PDUs	YES	See 4.4.3.2.2
4.1.6	CM PDU components	YES	—
4.1.7	MR headers	YES	—
4.1.8	OM_Service_PDU	YES	See 4.4.3.2.3 and 4.4.3.2.4
4.1.9	Message and connection paths	Partial	Network segments Schedule and Fixed Tag are not supported
4.1.10	Class, attribute and service codes	YES	—
4.1.11	Error codes	YES	See 4.4.3.2.5
4.2	Data abstract syntax specification	YES	—
4.3	Encapsulation abstract syntax	NO	—
5	Transfer syntax	YES	—
6	Structure of FAL protocol state machines	YES	—
7	AP-Context state machine	YES	See 4.4.3.2.6

8	FAL service protocol machine (FSPM)	YES	—
9	Application relationship protocol machines (ARPMs)	—	—
9.1	General	YES	—
9.2	Connection-less ARPM (UCMM)	—	—
9.2.1	General	YES	—
Next subclauses	—	NO	—
9.3	Connection-oriented ARPMs (transports)	Partial	Transport classes 0, 2 and 3 only
10	DLL mapping protocol machine 1 (DMPM 1)	NO	—
11	DLL mapping protocol machine 2 (DMPM 2)	NO	—
12	DLL mapping protocol machine 3 (DMPM 3)	YES	—

In addition, the AL protocol is mapped onto the CAN (ISO 11898-1 and ISO 11898-2) protocol suite, as specified in IEC 62026-3.

4.4.3.2.2 Modifications of the Unconnected_Send service

4.4.3.2.2.1 General

The services of the Connection Manager are not supported by CP 2/3 nodes when they are the target of the request. Thus, only nodes which provide routing to or from CP 2/3 support the Connection Manager object. When the target node of a message is on CP 2/3, these routers are required to translate the message into normal CP 2/3 explicit messaging format (see IEC 62026-3). As a result, CP 2/3 nodes require no changes to accept routed messages from other Type 2 subnets.

In order to allow these routers the ability to handle multiple outstanding transactions on CP 2/3, the Unconnected_Send service of the Connection Manager is modified when traversing a CP 2/3 subnet, as specified in 4.4.3.2.2.2 and 4.4.3.2.2.3.

4.4.3.2.2.2 Unconnected_Send request modification

When sent on a CP 2/3 subnet, the Unconnected_Send service data is prepended with a 16 bit transaction ID. This transaction identifier is generated by the requesting device and returned by the router along with the response from the target. The modified service request is as shown in Table 22.

Table 22 – Unconnected_Send request format (modified)

Parameter name	Format	Description
Transaction_ID	UINT	Used for transaction management in the CP 2/3 requesting device and CP 2/3 routers. This field is used for transaction matching by message originators on CP 2/3 not passed on to other subnets.
priority/tick time	SWORD	Used to calculate request timeout information
conn time-out ticks	USINT	
Message_size	UINT	Number of octets in the embedded Message Router PDU
Message Router PDU	OM_Request	Embedded Messenger Router PDU
pad	USINT	Only present if Message_size is an odd value. This allows the remaining fields to be aligned on a 16-bit boundary.
route_path_size	USINT	Number of 16-bit words in the route_path field
Reserved	USINT	Reserved, shall be set to zero (0)
route_path	Padded EPATH	Indicates the route to the remote target device

4.4.3.2.2.3 Unconnected_Send response modification

A CP 2/3 router shall always return a successful response to an Unconnected_Send service request. This success response may actually indicate that an error was encountered. This is necessary because additional error information is needed to handle routing errors and this additional information does not conform to the Error Response format defined for CP 2/3 (see IEC 62026-3). As specified in IEC 61158-6-2, 4.1.5.6.5, the Service code returned may be either the Service code sent inside the Unconnected_Send service data or the Unconnected_Send Service code. The 0x94 Error Response Service code (see IEC 62026-3) is never returned.

The modified successful and unsuccessful service responses are as shown in Table 23 and Table 24. This is the data placed within the application_response service data area; the response Service code is earlier in the packet.

Table 23 – Unconnected_Send_Good response format (modified)

Parameter name	Format	Description
Transaction_ID	UINT	Echoes the value received in the associated Unconnected_Send request
General status	USINT	This value is zero (0) for successful transactions.
Reserved	USINT	Shall be zero (0).
actual_application_response []	OCTET	

The actual_application_response field contains the data returned by the target device/object in the Service_ResponsePDU for the embedded request. If the Service_ResponsePDU returned by the target device/object did not contain any data, then this field shall be empty.

EXAMPLE This field would contain Attribute Data in response to an embedded Get_Attribute_Single request.

The response Service Data associated with an unsuccessful Unconnected_Send response is defined below.

Table 24 – Unconnected_Send_Bad response format (modified)

Parameter name	Format	Description
Transaction_ID	UINT	Echoes the value received in the associated Unconnected_Send request
General Status	USINT	One of the General Status codes listed in IEC 61158-6-2, 4.1.11.2.1. If a routing error occurred, it shall be limited to the values indicated as detected by router devices in IEC 61158-6-2, 4.1.11.1.
Size of Additional Status	USINT	Number of 16 bit words in the Additional Status array
Additional Status []	UINT	When returning an error from a target which is a CP 2/3 node, the Additional Status shall contain the 8 bit Additional Error Code from the target in the lower 8 bits and a zero (0) in the upper 8 bits.
remaining_path_size	USINT	This field is only present with routing type errors and indicates the number of words in the original route path (route_path parameter of the Unconnected_Send request) as seen by the router that detects the error.

4.4.3.2.3 Time Sync object specific syntax elements

The ClockIdentity encoding is specified in Table 25.

Table 25 – ClockIdentity encoding for CP 2/3

Network	Octet 0	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4	Octet 5	Octet 6	Octet 7
CP 2/3	0xFF	0x01	Vendor ID ^a		Serial Number ^a			
^a Most significant octet of Vendor ID and Serial Number is assigned to most significant octet of ClockIdentity. For example, a Vendor ID of "0809" and a Serial Number of "03040506" results in a ClockIdentity of "FF 01 08 09 03 04 05 06".								

Within instance attribute #25 (PortPhysicalAddressInfo), the PhysicalProtocol value assigned to CP 2/3 is "DeviceNet", and the PortPhysicalAddress shall use the MAC ID.

Within instance attribute #26 (PortProtocolAddressInfo), the NetworkProtocol value assigned to CP 2/3 is 4.

4.4.3.2.4 Connection object specific syntax elements

Additional values for CP 2/3 of the instance attribute State are specified in Table 26.

Table 26 – Additional values of the state attribute

Value	State Name	Description
02	Waiting For Connection ID	The Connection instance is waiting exclusively for its consumed_connection_id and/or produced_connection_id attribute to be set. ^a
05	Deferred Delete	If an Explicit Messaging Connection object experiences an Inactivity/Watchdog timeout, then a transition may be made to this state. See the watchdog_timeout_action attribute description and the description of the Inactivity/Watchdog Timer for more details.
^a When the Connection instance attributes are applied, it can be impossible for the module to generate the produced_connection_id and/or consumed_connection_id values (see initial_comm_characteristics attribute for rules). If this is the case then all the tasks required to apply the attributes are performed except for the initialization of these attributes within the Connection and associated Link Producer/Consumer objects and a transition is made to this state. In this state, the Connection instance is waiting exclusively for its produced_connection_id and/or consumed_connection_id attributes to be set.		

The instance attributes DN_produced_connection_id, DN_consumed_connection_id, and DN_initial_comm_characteristics are required for a CP 2/3 subnet.

The instance attributes MSG_produced_connection_id and MSG_consumed_connection_id shall not be implemented when the subnet type is CP 2/3.

An additional value for CP 2/3 of the instance attribute watchdog_timeout_action is specified in Table 27.

Table 27 – Additional value of the watchdog_timeout_action attribute

Value	Meaning
3	<i>Deferred Delete</i> . The Connection transitions to the Deferred state if any child connection instances are in the Established state. If no child connection instances are in the Established state, the connection is deleted. This value is only used on CP 2/3 and is invalid for I/O Messaging Connections.

4.4.3.2.5 CM and OM error codes

CM error code (0x01, 0x0307) (STROBE OUTPUT NOT SUPPORTED) is only reported by a CP 2/3 router device. The size specified indicates application data will be sent in the O2T direction and the trigger is Strobe. CP 2/3 router devices do not support application data in the O2T direction for Strobe triggered connections.

OM general status code 0x2A (Group 2 only server general failure) may only be reported by CP 2/3 Group 2 Only servers with 4 octets or less code space and only in place of “Service not supported”, “Attribute not supported” and “Attribute not settable”.

OM extended status code “0x00FF” is reserved for use by some services on CP 2/3 (see IEC 62026-3).

4.4.3.2.6 Explicit Messaging Connection state event matrix

In case of a Receive_Data event when the Explicit Messaging Connection object state is "Established" or "Deferred Delete", the MAC ID field within the Message Header of all Explicit Messages and/or Message Fragments is examined. If the Destination MAC ID is specified in the Connection ID (CAN Identifier Field), then the Source MAC ID of the other end-point shall be specified in the Message Header. If the Source MAC ID is specified in the Connection ID, then the receiving module's MAC ID shall be specified in the Message Header. If either of these checks fail, then the Inactivity/Watchdog Timer IS NOT reset and the message/message fragment is discarded.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-1-2:2023

Annex A (informative)

CPF 2 (CIP) communication concepts

A.1 Overview

Communication Profile Family 2 defines several communication profiles (ControlNet, EtherNet/IP and DeviceNet), which all share for their upper layers the same communication system commonly known as the Common Industrial Protocol (CIP). These profiles allow seamless integration of all components in an automation system, from the simplest device to the internet: application requirements will determine which profile(s) will be used in the system, based on their different data-link and physical layers characteristics.

A.2 CIP common characteristics

The CIP specification comprises communication objects and services, and the associated management functions.

Devices exchange data packets using the Producer/Consumer communication model. Instead of specifying source and destination addresses, data packets are individually labelled with a shorthand name CID (Connection ID). A producer broadcasts a data packet on the wire, while all interested consumers can pick this packet off the wire at the same time by filtering on the CID, and use this same data. This model allows virtually all classical modes of communication: controller/device, multi-controller, or peer-to-peer.

For monitoring purpose, CIP requires that a formal connection is established between applications entities before information can be transferred. A connection defines a path or virtual circuit between end points for data to be transferred. Specific mechanisms allow some unconnected transfers, e.g. for connection establishment.

Multiple options are available for connections, and can be combined to fit a wide range of various application needs. Connections can be peer-to-peer or multicast. Data trigger may be “cyclic”, “change-of-state”, “application triggered”, “poll” or “bit-strobe”. Other options allow to select duplicate detection, acknowledge, verification, fragmentation (for large messages). Available options depend on the selected communication profile.

CIP protocol layers are based on object-oriented design principles. Both communication and application entities are referred to as objects. CIP explicit messaging connections are used to request services to be performed on corresponding object instances (or their attributes). This scheme provides an explicit reference to all configuration, status, and runtime variables data in a node. At the same time, (implicit) I/O connections allows direct and efficient exchange with the I/O database, without intermediate processing.

CIP specifies harmonized behaviors for specific communication indicators, in order to ease overall network troubleshooting.

A.3 ControlNet

A.3.1 Physical layer characteristics

ControlNet provides three media variants:

- RG6 (cable TV) coaxial cable is used with BNC or TNC connectors in a passive bus topology (coax Tap devices connect products to the main trunk via drop lines).
- Fiber optic is supported as a point to point link or ring topology.

- Network Access Port (local TIA-422 type connection), allows temporary and direct access to the network for system commissioning, troubleshooting, or programming.

NOTE It is possible to design coax and fiber systems to meet the requirements of intrinsic safety environments.

Various bus topologies are allowed, such as linear trunk, tree, star, and combinations of any of these. A ControlNet network supports up to 99 nodes. It can passively extend to 1 000 m with two nodes, 250 m with 48 nodes, and up to 25 km if repeaters are used.

Media redundancy is supported: all components of a redundant system are connected and listen continuously to both cables, and decide independently which cable has the best signal.

Data is transmitted at the rate of 5 Mbit/s. It is Manchester encoded, which provides accurate clock recovery and synchronization, and increased transmission reliability. Transmitted packets include a 16-bit CRC for additional error detection.

A.3.2 Data-link layer characteristics

ControlNet uses for Media Access a specific method called CTDMA (Concurrent Time Domain Multiple Access), designed to ensure that performance of time critical data transfer (e.g. I/O, analog, control, peer to peer interlocking data) is not impacted by non-time critical data transfer (e.g. messaging, programming, connection establishment).

A time slice algorithm is used: time is divided into repeating NUTs (Network Update Times), whose duration can be configured between 2 ms and 100 ms. Transmission time is allocated in each NUT based on the time critical nature of the data to be transmitted:

- Nodes reserve (by configuration) transmission time for real time data, based on application requirements (exchange rate can be different for each packet of application data). This scheduled service is deterministic and repeatable.
- Remaining transmission time is used for non time critical data. This unscheduled service is not reserved by individual nodes, but is used as needed. This way, data sent in the unscheduled service does not impact delivery of data sent in the scheduled service, and is still predictable (maximum delivery time).

Media access is granted to individual nodes using an implicit token rotation algorithm within each NUT. This access method also includes duplicate node address detection.

Individual variable size data packets from the application are assembled within a node in MAC frames of up to 510 bytes of useful data, for increased transmission efficiency.

A.3.3 Management characteristics

ControlNet provides dynamic rescheduling of the network. Each node holds a copy of the link parameters and local scheduling information. Specific Keeper nodes hold the link and scheduling parameters for the global network: the primary Keeper ensures overall configuration consistency during startup and on-line re-configuration of the network, while secondary Keepers automatically backup the primary one. As a result, individual scheduled connections can be changed without affecting current data exchanges on the link, and even nodes can be added or removed without affecting other nodes.

A.4 EtherNet/IP

The EtherNet/IP profile, as detailed in the profile section above, uses the CIP application layer in conjunction with the standard, unmodified TCP/UDP/IP/Ethernet protocol suite.

EtherNet/IP uses ISO/IEC/IEEE 8802.3 technology at the physical and data link layers.

Compliance with IEEE Ethernet standards provides users with a choice of network interface speeds (e.g. 10 Mbit/s, 100 Mbit/s and 1 Gbit/s), and a flexible network architecture compatible with available Ethernet media options including copper, fiber, fiber ring and wireless.

EtherNet/IP uses an active infrastructure, and is typically configured using a series of network segments constructed of point-to-point connections in a star configuration. The core of this topology is an interconnection of Ethernet layer 2 and layer 3 switches that can accommodate an unlimited number of point-to-point nodes. At a higher level, EtherNet/IP networks can be either isolated (not connected directly to the enterprise network) or non-isolated, meaning the network is either connected to or integrated with the enterprise network.

At the upper layers, EtherNet/IP utilizes the Internet standards known as the Transmission Control Protocol / User Datagram Protocol / Internet Protocol (TCP/UDP/IP) suite to send messages between one or more devices.

- Since TCP is ideal for the reliable transmission of large quantities of data, EtherNet/IP uses TCP/IP to encapsulate CIP explicit messages, which are generally used to transmit configuration, diagnostic and event data.
- Since UDP messages are smaller, they can be processed more quickly; they can also be multicast to a group of destination addresses. Therefore, EtherNet/IP uses UDP/IP to transport (implicit) I/O messages that typically contain time-critical control data. The CIP connection mechanism provides timeout mechanisms that can detect data delivery problems.

EtherNet/IP is also compatible with standard Internet protocols and standard industrial protocols for data access and exchange.

A.5 DeviceNet

The DeviceNet profile is intended to connect simple industrial devices (such as sensors and actuators) with controlling devices (such as programmable controllers): it supports the transmission of I/O data, diagnostics, messaging and programming/configuration.

The DeviceNet profile, as detailed in the profile section above, uses the CIP application layer in conjunction with the CAN (ISO 11898-1 and ISO 11898-2) data-link and physical layers, with additional elements specified in IEC 62026-3 (mapping of CIP onto CAN, transceiver and media specifications).

DeviceNet uses two twisted shielded conductor pairs within one cable – one of these pairs provides a differential communication medium, and the other pair provides power to the devices. The maximum current supported is 8 A at 24 V DC. Data is transmitted at bit rates of 125 kbit/s, 250 kbit/s or 500 kbit/s with maximum cable lengths of 500 m, 250 m, and 100 m respectively. 64 nodes may be connected using a linear topology with a trunk line and drop lines. Up to 8 bytes of data may be transmitted without fragmentation.

Bibliography

IEC 60793 (all parts), *Optical fibres*

IEC 60807-3, *Rectangular connectors for frequencies below 3 MHz – Part 3: Detail specification for a range of connectors with trapezoidal shaped metal shells and round contacts – Removable crimp contact types with closed crimp barrels, rear insertion/rear extraction*

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

IEC 61158-3 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3: Data-link layer service definition*

IEC 61158-4 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4: Data-link layer protocol specification*

IEC 61158-5 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5: Application layer service definition*

IEC 61158-6 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6: Application layer protocol specification*

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

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

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

ISO/IEC 2022, *Information technology – Character code structure and extension techniques*

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

ISO/IEC 7498-3, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: Naming and addressing*

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

ISO/IEC 10731, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Conventions for the definition of OSI services*

TIA-422-B:1994, *Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital Interface Circuits*

ODVA: THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 1: *Common Industrial Protocol (CIP™) – Edition 3.32, April 2022*, available at <<http://www.odva.org>> [viewed 2022-05-10]

ODVA: THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 2: *EtherNet/IP™ Adaptation of CIP – Edition 1.30, April 2022*, available at <<http://www.odva.org>> [viewed 2022-05-10]

ODVA: THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 3: *DeviceNet™ Adaptation of CIP – Edition 1.16, April 2021*, available at <<http://www.odva.org>> [viewed 2022-05-10]

ODVA: THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 4: *ControlNet™ Adaptation of CIP – Edition 1.9, April 2021*, available at <<http://www.odva.org>> [viewed 2022-05-10]

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61784-1-2:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	40
INTRODUCTION.....	42
1 Domaine d'application	43
2 Références normatives	43
3 Termes, définitions, abréviations, symboles et conventions	45
3.1 Termes et définitions	45
3.2 Abréviations et symboles	45
3.2.1 Abréviations et symboles communs	45
3.2.2 Autres abréviations et symboles	45
3.3 Conventions.....	45
4 CPF 2 (CIP™)	46
4.1 Présentation générale.....	46
4.2 CP 2/1 (ControlNet)	47
4.2.1 Couche physique	47
4.2.2 Couche liaison de données.....	49
4.2.3 Couche application	51
4.3 CP 2/2 (EtherNet/IP)	54
4.3.1 Couche physique	54
4.3.2 Couche liaison de données.....	54
4.3.3 Couche application	56
4.4 CP 2/3 (DeviceNet)	61
4.4.1 Couche physique	61
4.4.2 Couche liaison de données.....	61
4.4.3 Couche application	63
Annexe A (informative) Concepts de communication CPF 2 (CIP).....	70
A.1 Vue d'ensemble	70
A.2 Caractéristiques CIP communes	70
A.3 ControlNet	71
A.3.1 Caractéristiques de la couche physique.....	71
A.3.2 Caractéristiques de la couche liaison de données.....	71
A.3.3 Caractéristiques de gestion	72
A.4 EtherNet/IP	72
A.5 DeviceNet	73
Bibliographie.....	74
Tableau 1 – CPF 2: vue d'ensemble des jeux de profils	47
Tableau 2 – CP 2/1: sélection de la PhL	47
Tableau 3 – CP 2/1: Sélection des services DLL	49
Tableau 4 – CP 2/1: sélection du protocole DLL.....	49
Tableau 5 – CP 2/1: sélection du protocole DLL - objets de gestion.....	50
Tableau 6 – CP 2/1: sélection des services AL.....	51
Tableau 7 – CP 2/1: sélection du protocole AL.....	52
Tableau 8 – Encodage de ClockIdentity pour le CP 2/1	53
Tableau 9 – CP 2/2: sélection du protocole DLL.....	54
Tableau 10 – CP 2/2: sélection du protocole DLL – objets de gestion	55

Tableau 11 – CP 2/2: sélection des services AL.....	56
Tableau 12 – CP 2/2: sélection du protocole AL.....	57
Tableau 13 – Encodage de ClockIdentity pour le CP 2/2	58
Tableau 14 – Profils de mise en œuvre du CP 2/2	59
Tableau 15 – Fonctionnalités prises en charge pour le profil de mise en œuvre de transport Ethernet de type 2	59
Tableau 16 – Fonctionnalités prises en charge par le profil de transport Ethernet de type 2	60
Tableau 17 – Commandes d'encapsulation prises en charge pour les profils de transport	61
Tableau 18 – CP 2/3: sélection du protocole DLL.....	62
Tableau 19 – CP 2/3: sélection du protocole DLL – objets de gestion	63
Tableau 20 – CP 2/3: sélection des services AL.....	63
Tableau 21 – CP 2/3: sélection du protocole AL.....	65
Tableau 22 – Format de la demande Unconnected_Send (modifiée)	66
Tableau 23 – Format de la réponse Unconnected_Send_Good (modifié)	67
Tableau 24 – Format de la réponse Unconnected_Send_Bad (modifié).....	67
Tableau 25 – Encodage de ClockIdentity pour le CP 2/3	67
Tableau 26 – Valeurs supplémentaires de l'attribut d'état	68
Tableau 27 – Valeur supplémentaire de l'attribut watchdog_timeout_action	68

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX INDUSTRIELS –
PROFILS –Partie 1-2: Profils de bus de terrain –
Famille de profils de communication 2

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 dans la série IEC 61784-2.

L'IEC 61784-1-2 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 cinquième édition de l'IEC 61784-1 parue en 2019. Cette première édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC 61784-1:2019:

- a) scission de l'IEC 61784-1 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 de deux objets de gestion de protocole DLL;
- c) ajout d'informations de profil retirées des normes de type.

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

Projet	Rapport de vote
65C/1207/FDIS	65C/1236/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61784-1, publiées sous le titre général *Réseaux industriels – Profils – Partie 1: Profils de bus de terrain*, 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 61784-1 fournit un jeu de profils de communication (CP) au sens de l'ISO/IEC TR 10000-1. Il répond ainsi à la nécessité d'identifier les familles de protocoles qui coexistent au sein de la série IEC 61158, après l'harmonisation internationale des technologies de bus de terrain disponibles sur le marché. De manière plus spécifique, ces profils permettent d'établir correctement la conformité à la série IEC 61158 et d'éviter la prolifération d'applications divergentes qui en restreindraient l'utilisation, la clarté et la compréhension. Des profils supplémentaires couvrant des aspects spécifiques du marché, tels que la sûreté fonctionnelle ou la sécurité des informations, peuvent faire l'objet de futures parties de la série IEC 61784-1.

La série IEC 61784-1 couvre plusieurs familles de profils de communication (CPF), qui décrivent un ou plusieurs profils de communication. Ces profils identifient, au sens strict du terme, des sous-ensembles de protocoles de la série IEC 61158 au moyen de profils de communication spécifiques au protocole. Ils ne définissent pas de profils d'appareils qui spécifient des profils de communication parallèlement aux fonctions d'application nécessaires pour répondre aux besoins d'une application spécifique (ci-après dénommés les "profils d'application").

Il est convenu que ces dernières classes de profils faciliteraient l'utilisation de la série de normes IEC 61158; les profils définis dans la série IEC 61784-1 sont une étape nécessaire à la réalisation de cette tâche.

Il est également important de souligner que l'interopérabilité – définie comme l'aptitude d'au moins deux systèmes de réseaux à échanger des informations et à faire une utilisation mutuelle des informations ainsi échangées (voir ISO/IEC TR 10000-1) – ne peut être directement obtenue sur la même liaison que pour des appareils conformes à un même profil de communication.

Les profils contenus dans la série IEC 61784-1 sont construits en se référant à l'IEC 61158-2 et aux séries IEC 61158-3, IEC 61158-4, IEC 61158-5 et IEC 61158-6, ainsi qu'à d'autres normes IS, TS ou normes reconnues dans le monde entier, suivant le cas¹. Il est exigé de chaque profil qu'il fasse référence à au moins une partie de la série IEC 61158, en plus de l'IEC 61158-1.

Deux profils ou plus qui sont liés à une même famille sont spécifiés au sein d'une "famille de profils de communication" (CPF).

¹ Les profils internationaux normalisés peuvent contenir des références normatives à des spécifications autres que des Normes internationales; voir l'ISO/IEC JTC 1 N 4047: *The Normative Referencing of Specifications other than International Standards in International Standardized Profiles – Guidelines for ISP Submitters* (disponible en anglais seulement).

RÉSEAUX INDUSTRIELS – PROFILS –

Partie 1-2: Profils de bus de terrain – Famille de profils de communication 2

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61784-1 définit la famille de profils de communication 2 (CPF 2). La CPF 2 spécifie un jeu de profils de communication spécifiques à un protocole (CP) basé sur la série IEC 61158 (Type 2) et d'autres normes, à utiliser pour la conception des dispositifs impliqués dans les communications dans la fabrication en usine et la commande de processus.

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

NOTE 2 Certains CP de la CPF 2 sont spécifiés dans l'IEC 61784-2-2.

Chaque CP sélectionne un sous-ensemble de services et de protocoles approprié, cohérent et compatible, à partir de l'ensemble du jeu pertinent défini et modélisé dans la série IEC 61158. Le profil décrit également, pour le sous-ensemble sélectionné de services et de protocoles, toute contrainte possible ou nécessaire au niveau des valeurs des paramètres.

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 61158-2:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique*

IEC 61158-3-2:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-2: Définition des services des couches de liaison de données – Éléments de type 2*

IEC 61158-4-2:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 4-2: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de Type 2*

IEC 61158-5-2:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-2: Définition des services de la couche application – Éléments de type 2*

IEC 61158-6-2:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-2: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de Type 2*

IEC 61588:2021, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems* (disponible en anglais seulement)

IEC 61784-1-0:2023, *Réseaux industriels – Profils – Partie 1-0: Profils de bus de terrain – Concepts généraux et terminologie*

IEC 61784-5-2, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 5-2: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 2*

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

IEC 62026-3, , *Appareillage à basse tension – Interface appareil de commande-appareil (CDI) – Partie 3: DeviceNet*

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

ISO 11898-1, *Véhicules routiers – Gestionnaire de réseau de communication (CAN) – Partie 1: Couche liaison de données et signalisation physique*

ISO 11898-2, *Véhicules routiers – Gestionnaire de réseau de communication (CAN) – Partie 2: Unité d'accès au support à haute vitesse*

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]

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

IETF RFC 894, C. Hornig, *A Standard for the Transmission of IP Datagrams over Ethernet*, avril 1984, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc894> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 1112, S.E. Deering, *Host Extensions for IP Multicasting*, août 1989, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1112> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 1122, R. Braden, *Requirements for Internet Hosts – Communication Layers*, octobre 1989, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1122> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 1123, R. Braden, *Requirements for Internet Hosts – Application and Support*, octobre 1989, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1123> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 1127, R.T. Braden, *Perspective on the Host Requirements RFCs*, octobre 1989, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1127> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 2236, W. Fenner, *Internet Group Management Protocol, Version 2*, novembre 1997, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2236> [consulté le 18/02/2022]

3 Termes, définitions, abréviations, symboles et conventions

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de la série IEC 61158 et de l'IEC 61784-1-0 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 symboles

3.2.1 Abréviations et symboles communs

Pour les besoins du présent document, tous les symboles et abréviations définis dans la série IEC 61158 et l'IEC 61784-1-0 s'appliquent.

CP	Communication Profile (profil de communication)
CPF	Communication Profile Family (famille de profils de communication)
MAU	Medium Attachment Unit (unité de liaison au support)

3.2.2 Autres abréviations et symboles

CAN	Controller Area Network (gestionnaire de réseau de communication) (voir ISO 11898-1)
IP	Internet Protocol (protocole Internet) (voir IETF RFC 791)
TCP	Terminal Control Protocol (protocole de commande de terminal) (voir IETF RFC 793)
UDP	User Datagram Protocol (protocole de datagramme utilisateur) (voir IETF RFC 768)

3.3 Conventions

Pour les besoins du présent document, les conventions définies dans l'IEC 61784-1-0 s'appliquent.

4 CPF 2 (CIP™²)

4.1 Présentation générale

La famille de profils de communication 2 définit plusieurs profils de communication reposant sur l'IEC 61158-2 (type de protocole 2), l'IEC 61158-3-2, l'IEC 61158-4-2, l'IEC 61158-5-2, et l'IEC 61158-6-2 et sur d'autres normes. Pour leurs couches supérieures, tous ces profils partagent le même système de communication, communément appelé Protocole industriel commun (CIP – common industrial protocol).

Le présent document définit trois profils de communication.

1) Profil 2/1 ControlNet™³

Ce profil contient une sélection de services AL, DLL et PhL et de définitions de protocole issus du type 2 de l'IEC 61158-2, de l'IEC 61158-3-2, de l'IEC 61158-4-2, de l'IEC 61158-5-2, et de l'IEC 61158-6-2. Ce profil utilise le protocole et les services CIP communs conjointement aux DLL et PhL de type 2 du protocole spécifique.

2) Profil 2/2 EtherNet/IP™⁴

Ce profil contient une sélection de services AL, DLL et PhL et de définitions de protocole issus de l'IEC 61158-4-2, l'IEC 61158-5-2 et l'IEC 61158-6-2, et la suite de protocoles TCP/UDP/IP/Ethernet. Il s'appuie sur le protocole CIP et sur des services conjointement avec les normes Internet et Ethernet classiques.

3) Profil 2/3 DeviceNet™⁵

Ce profil contient une sélection de services AL, DLL et PhL et de définitions de protocole issus de l'IEC 61158-4-2, l'IEC 61158-5-2, l'IEC 61158-6-2 et l'IEC 62026-3. Ce profil utilise le protocole et les services CIP conjointement avec la DLL et avec la PhL du gestionnaire de réseau de communication CAN (ISO 11898-1 et ISO 11898-2), ainsi que des éléments supplémentaires spécifiés dans l'IEC 62026-3.

NOTE 1 Voir l'Annexe A pour une vue d'ensemble de CIP et des concepts de communication réseaux correspondants.

NOTE 2 Des CP supplémentaires sont spécifiés dans l'IEC 61784-2-2.

Il est fortement recommandé que les personnes chargées de la mise en application d'un profil spécifique satisfassent aux essais et validations de conformité appropriés fournis par ODVA.

Le Tableau 1 donne une vue d'ensemble des jeux de profils correspondants.

² CIP™ est une appellation commerciale de ODVA, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'exige pas l'utilisation de l'appellation commerciale CIP™. L'utilisation de l'appellation commerciale CIP™ exige l'autorisation de ODVA, Inc.

³ ControlNet™ est une appellation commerciale de ODVA, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande le détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'exige pas l'utilisation de l'appellation commerciale ControlNet™. L'utilisation de l'appellation commerciale ControlNet™ exige l'autorisation de ODVA, Inc.

⁴ EtherNet/IP™ est une appellation commerciale de ODVA, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve le détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'exige pas l'utilisation de l'appellation commerciale EtherNet/IP™. L'utilisation de l'appellation commerciale EtherNet/IP™ exige l'autorisation de ODVA, Inc.

⁵ DeviceNet™ est une appellation commerciale de ODVA, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve le détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'exige pas l'utilisation de l'appellation commerciale DeviceNet™. L'utilisation de l'appellation commerciale DeviceNet™ exige l'autorisation de ODVA, Inc.

Tableau 1 – CPF 2: vue d'ensemble des jeux de profils

Couche	CP 2/1 (ControlNet)	CP 2/2 (EtherNet/IP)	CP 2/3 (DeviceNet)
Application	IEC 61158-5-2, IEC 61158-6-2	IEC 61158-5-2, IEC 61158-6-2	IEC 61158-5-2, IEC 61158-6-2, IEC 62026-3
Transport	—	TCP/UDP (IETF RFC 793, IETF RFC 768) ^a	—
Réseau	—	IP (IETF RFC 791) ^a	—
Liaison de données	IEC 61158-3-2, IEC 61158-4-2	ISO/IEC/IEEE 8802-3	ISO 11898-1, IEC 62026-3
Physique	Type 2 de l'IEC 61158-2	ISO/IEC/IEEE 8802-3 ^b	ISO 11898-1 et ISO 11898-2, IEC 62026-3
^a D'autres normes IETF RFC s'appliquent également.			
^b Les connecteurs et câbles recommandés sont spécifiés dans l'IEC 61918 et l'IEC 61784-5-2.			

4.2 CP 2/1 (ControlNet)

4.2.1 Couche physique

Le Tableau 2 spécifie la sélection de la PhL dans le cadre de l'IEC 61158-2.

Tableau 2 – CP 2/1: sélection de la PhL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	Partielle	Références pertinentes uniquement
3	Termes et définitions	—	—
3.1	Termes et définitions communs	Partielle	Définitions pertinentes uniquement
3.2	Type 1: Termes et définitions	NON	—
3.3	Type 2: Termes et définitions	OUI	—
Paragraphe suivants	—	NON	—
4	Symboles et abréviations	—	—
4.1	Symboles	—	—
4.1.1	Type 1: Symboles	NON	—
4.1.2	Type 2: Symboles	OUI	—
Paragraphe suivants	—	NON	—
4.2	Abréviations	—	—
4.2.1	Type 1: Abréviations	NON	—
4.2.2	Type 2: Abréviations	OUI	—
Paragraphe suivants	—	NON	—
5	Interface DLL – PhL	—	—
5.1	Généralités	OUI	—
5.2	Type 1: Services exigés	NON	—
5.3	Type 2: Services exigés	OUI	—

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
Paragraphe suivants	—	NON	—
6 – 8	—	NON	—
9	Sous-couche dépendante du support (MDS)	—	—
9.1	Généralités	OUI	—
9.2 – 9.3	—	NON	—
9.4	Type 2: MDS: Supports câblés et optiques	OUI	—
Paragraphe suivants	—	NON	—
10	Interface MDS – MAU	—	—
10.1	Généralités	OUI	—
10.2 – 10.3	—	NON	—
10.4	Type 2: Interface MDS – MAU: Supports câblés et optiques	OUI	La ou les unités MAU sont sélectionnées au niveau de l'appareil
Paragraphe suivants	—	NON	—
11 – 17	—	NON	—
18	Type 2: Unité de liaison au support: 5 Mbit/s, mode tension, support câblé coaxial	OUI	La ou les unités MAU sont sélectionnées au niveau de l'appareil
19	Type 2: Unité de liaison au support: 5 Mbit/s, support optique	OUI	La ou les unités MAU sont sélectionnées au niveau de l'appareil
20	Type 2: Unité de liaison au support (MAU): Port d'accès au réseau (NAP)	OUI	La ou les unités MAU sont sélectionnées au niveau de l'appareil
Articles/ paragraphes suivants	—	NON	—
Annexe A – E	—	NON	—
Annexe F	(normative) Type 2: Spécification de connecteur	OUI	—
Annexe G	(normative) Type 2: Sous-couches machine répéteur (RM, RRM) et PhL redondantes	OUI	—
Annexe H	(informative) Type 2: Exemples de conceptions de référence	OUI	—
Annexes suivantes	—	NON	—

Les connecteurs et câbles recommandés sont spécifiés dans l'IEC 61918 et l'IEC 61784-5-2.

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 61158-3-2.

Tableau 3 – CP 2/1: Sélection des services DLL

Para- graphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	OUI	—
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	OUI	—
4	Service de liaison de données en mode connexion et en mode sans connexion	OUI	—
5	Services de gestion DL	OUI	—

4.2.2.2 Sélection du protocole DLL

4.2.2.2.1 Généralités

Le Tableau 4 spécifie la sélection du protocole DLL dans le cadre de l'IEC 61158-4-2.

Tableau 4 – CP 2/1: sélection du protocole DLL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	OUI	—
2	Références normatives	OUI	—
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	OUI	—
4	Vue d'ensemble du protocole de Liaison de données	OUI	—
5	Structure générale et encodage des PhIDU et DLPDU et éléments de procédure correspondants	OUI	—
6	Structure, encodage et procédures spécifiques aux DLPDU	OUI	—
7	Objets de gestion de la station	—	Voir Tableau 5
8	Autres éléments de procédure de DLE	OUI	—
9	Spécification détaillée de composants DL	OUI	—
Articles/ paragraphes suivants	—	NON	—
Annexe A	(normative) – Indicateurs et commutateurs	—	—
A.1	Objectif	OUI	—
A.2	Indicateurs	—	—
A.2.1	Exigences générales de l'indicateur	OUI	—
A.2.2	Exigences communes de l'indicateur	OUI	—
A.2.3	Exigences de l'indicateur spécifique au bus de terrain — option 1	OUI	—
A.2.4	Exigences de l'indicateur spécifique au bus de terrain — option 2	NON	—
A.2.5	Exigences de l'indicateur spécifique au bus de terrain — option 3	NON	—

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
A.3	Contacts	—	—
A.3.1	Exigences communes du commutateur	OUI	—
A.3.2	Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain — option 1	OUI	—
A.3.3	Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain — option 2	NON	—
A.3.4	Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain — option 3	NON	—

Le Tableau 5 spécifie la sélection des objets de gestion.

Tableau 5 – CP 2/1: sélection du protocole DLL - objets de gestion

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
7	Objets de gestion de la station	—	—
7.1	Généralités	Partielle	Objets pertinents uniquement
7.2	Objet ControlNet	OUI	—
7.3	Objet Keeper	OUI	—
7.4	Objet d'ordonnancement	OUI	—
7.5 – 7.7	—	NON	—
7.8	Objet de configuration de connexion	OUI	Voir 4.2.2.2.2
7.9 – 7.10	—	NON	—
7.11	Objet Port	OUI	Voir 4.2.2.2.3
Paragraphe suivants	—	NON	—

4.2.2.2.2 Objet de configuration de connexion

La valeur de l'attribut de classe "Édition signature" est incrémentée chaque fois qu'une opération de modification complète est effectuée.

L'attribut d'instance CS Data Index Number est exigé pour un appareil sur CP 2/1.

4.2.2.2.3 Objet Port

L'objet Port fait référence à une interface réseau/liaison logique sur l'appareil, c'est-à-dire l'interface utilisée pour l'adresser. Pour le CP 2/1, l'adresse de liaison logique est le MAC_ID.

4.2.3 Couche application

4.2.3.1 Sélection des services AL

4.2.3.1.1 Généralités

Le Tableau 6 spécifie la sélection des services AL dans le cadre de l'IEC 61158-5-2.

Tableau 6 – CP 2/1: 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	OUI	—
4	Concepts communs	Partielle	Les différences sont indiquées en 6.1 de l'IEC 61158-5-2
5	ASE de type de données	Partielle	La sélection et les restrictions sont spécifiées en 6.1 de l'IEC 61158-5-2
6	Spécification du modèle de communication	—	—
6.1	Concepts	OUI	—
6.2	ASE	—	—
6.2.1	ASE de gestion d'objet	—	—
6.2.1.1	Vue d'ensemble	OUI	—
6.2.1.2	Spécification de la classe de modèle de gestion FAL	—	—
6.2.1.2.1	Modèle formel général	OUI	—
6.2.1.2.2	Modèle formel d'identité	OUI	Exigé
6.2.1.2.3	Modèle formel d'assemblage	OUI	—
6.2.1.2.4	Modèle formel de routeur de message	OUI	Exigé
6.2.1.2.5	Modèle formel de gestionnaire d'acquittement	OUI	—
6.2.1.2.6	Modèle formel de synchronisation temporelle	OUI	Facultatif. Voir 4.2.3.1.2
6.2.1.2.7	Modèle formel de paramètre	OUI	—
6.2.1.3	Spécification de service ASE du modèle de gestion FAL	OUI	—
6.2.2	ASE du gestionnaire de connexion	OUI	Classe unique dans cette ASE Exigé (tous les appareils doivent mettre en œuvre l'instance 1)
6.2.3	ASE de connexion	OUI	Facultatif (interne ou externe)
6.3	AR	OUI	—
6.4	Récapitulatif des classes FAL	OUI	—
6.5	Services FAL autorisés par le type d'AR	OUI	—

4.2.3.1.2 ASE Time Sync

Les identificateurs d'identité d'horloge (sous-attribut ClockIdentity) sont basés sur l'ID fournisseur et le numéro de série.

CP 2/1 utilise le transport de PTP tel que spécifié dans l'IEC 61588:2021, Annexe G.

4.2.3.2 Sélection du protocole AL

4.2.3.2.1 Généralités

Le Tableau 7 spécifie la sélection du protocole AL dans le cadre de l'IEC 61158-6-2.

Tableau 7 – CP 2/1: 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	OUI	—
4	Syntaxe abstraite	—	—
4.1	Syntaxe abstraite de PDU FAL	—	—
4.1.1	Généralités	OUI	—
4.1.2	Structure PDU	OUI	—
4.1.3	UCMM_PDU	OUI	—
4.1.4	Transport_Headers	OUI	—
4.1.5	CM_PDU	OUI	—
4.1.6	Composants de PDU CM	OUI	Voir 4.2.3.2.2 et 4.2.3.2.3
4.1.7	En-têtes de MR	OUI	—
4.1.8	OM_Service_PDU	OUI	Voir 4.2.3.2.4
4.1.9	Chemins de message et de connexion	OUI	Voir 4.2.3.2.5
4.1.10	Codes de classe, d'attribut et de service	OUI	—
4.1.11	Codes d'erreur	OUI	Voir 4.2.3.2.6
4.2	Spécification de la syntaxe abstraite des données	OUI	—
4.3	Syntaxe abstraite d'encapsulation	NON	—
5	Syntaxe de transfert	OUI	—
6	Structure des diagrammes d'états de protocole FAL	OUI	—
7	Diagramme d'états de contexte AP	OUI	—
8	Machine de protocole de service FAL (FSMP)	OUI	—
9	Machines de protocole de relation d'application (ARPM)	OUI	—
10	Machine de protocole de mapping DLL 1 (DMPM 1)	OUI	—
11	Machine de protocole de mapping DLL 2 (DMPM 2)	NON	—
12	Machine de protocole de mapping DLL 3 (DMPM 3)	NON	—

4.2.3.2.2 Intervalle réel et demandé entre paquets (CM_RPI et CM_API)

L'émetteur de la connexion indique le temps nécessaire entre deux productions pour chaque direction de la connexion. La cible indique le temps réel entre les productions. Quand une connexion traverse CP 2/1, le temps réel peut encore être réglé comme indiqué en 4.2.3.2.3.

Le CM_API doit être égal au CM_RPI dans les limites de résolution de temporisation de l'appareil, sauf pour le CP 2/1 comme indiqué en 4.2.3.2.3.

4.2.3.2.3 Priorités de connexion

CP 2/1 traite les priorités URGENT et SCHEDULED comme suit:

- la largeur de bande doit être réservée en utilisant le segment Network Schedule;
- l'intervalle de données doit être restreint au CM_API, ce qui signifie que si des données arrivent au nœud intermédiaire plus vite que celles de CM_API, le nœud doit filtrer les paquets à destination du CM_API sur CP 2/1;
- un outil chargé des opérations d'ordonnancement doit favoriser la priorité Urgent par rapport aux connexions à priorité ordonnancée.

Pour CP 2/1, les données SCHEDULED sont classées par ordre de priorité sur toute la liaison; cependant, les deux priorités non ordonnancées (LOW et HIGH) sont arbitrées de façon indépendante en chaque nœud. Un nœud peut transmettre un paquet de priorité LOW alors qu'un autre nœud a des données de priorité HIGH à envoyer.

4.2.3.2.4 Éléments de syntaxe spécifiques à un objet Time Sync

L'encodage de ClockIdentity est spécifié dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Encodage de ClockIdentity pour le CP 2/1

Réseau	Octet 0	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4	Octet 5	Octet 6	Octet 7
CP 2/1	0xFF	0x02	ID fournisseur ^a	Numéro de série ^a				
^a L'octet de poids fort du Vendor ID et du Serial Number est attribué à l'octet de poids fort de ClockIdentity. Par exemple, un ID de fournisseur de "0809" et un numéro de série de "03040506" donnent une ClockIdentity de "FF 02 08 09 03 04 05 06".								

Dans l'attribut d'instance n°25 (PortPhysicalAddressInfo), la valeur PhysicalProtocol attribuée à CP 2/1 est "ControlNet" et PortPhysicalAddress doit utiliser l'ID MAC.

Dans l'attribut d'instance n°26 (PortProtocolAddressInfo), la valeur NetworkProtocol attribuée à CP 2/1 est 5.

4.2.3.2.5 Segment d'ordonnancement

Pour les nœuds intermédiaires, si seul le port d'entrée ou le port de sortie est connecté au sous-réseau CP 2/1, un seul segment d'ordonnancement est alors exigé si la priorité est ordonnancée. Le segment d'ordonnancement s'applique au port connecté au sous-réseau CP 2/1.

Pour les nœuds intermédiaires, si le port d'entrée et le port de sortie sont à la fois connectés au sous-réseau CP 2/1, deux segments d'ordonnancement sont alors exigés si la priorité est ordonnancée. Le premier segment d'ordonnancement s'applique au port d'entrée et le deuxième segment d'ordonnancement s'applique au port de sortie.

Pour les nœuds cible, un seul segment d'ordonnancement est exigé si le port d'entrée est connecté au sous-réseau CP 2/1 et que la priorité est ordonnancée.

4.2.3.2.6 Codes d'erreur CM

Le code d'erreur CM (0x01, 0x0304) (NON CONFIGURED TO SEND SCHEDULED PRIORITY DATA, non configuré pour envoyer des données de priorité ordonnancée) doit être retourné par exemple par un nœud dont l'ID MAC est supérieur au nœud ordonnancé maximal (SMAX).

Le code d'erreur CM (0x01, 0x0306) (SCHEDULE SIGNATURE VALIDATION NOT POSSIBLE, validation impossible de la signature d'ordonnancement) doit être retourné par exemple lorsqu'il n'y a pas de Keeper dans l'état actif.

Le code d'erreur CM (0x01, 0x0812) (NODE ADDRESS HAS CHANGED SINCE THE NETWORK WAS SCHEDULED l'adresse de nœud a changé depuis que le réseau a été ordonnancé) peut être retourné si un routeur sur un réseau CP 2/1 a une adresse de nœud différente de la valeur configurée dans l'émetteur de la connexion.

4.3 CP 2/2 (EtherNet/IP)

4.3.1 Couche physique

La couche physique du Profil Ethernet/IP est conforme à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Les connecteurs et câbles recommandés sont spécifiés dans l'IEC 61918 et l'IEC 61784-5-2.

EtherNet/IP peut être utilisé avec un certain nombre de supports (par exemple cuivre, fibre, anneau optique, liaison sans fil) conjointement aux couches Ethernet de bas niveau.

NOTE Des informations supplémentaires sont fournies par ODVA: The CIP Networks Library – Volume 2: EtherNet/IP™ Adaptation of CIP, Chapter 8: Physical Layer.

4.3.2 Couche liaison de données

4.3.2.1 Sélection des services DLL

La couche liaison de données du profil Ethernet/IP est conforme à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

4.3.2.2 sélection du protocole DLL

4.3.2.2.1 Généralités

La couche liaison de données du profil Ethernet/IP est conforme à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Le Tableau 9 spécifie la sélection du protocole DLL dans l'IEC 61158-4-2.

Tableau 9 – CP 2/2: sélection du protocole DLL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	—	—
1.1	Généralités	OUI	—
1.2 – 1.3	—	NON	—
1.4	Applicabilité	OUI	—
1.5	Conformité	OUI	—
2	Références normatives	OUI	—
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	OUI	—
4 – 5	—	NON	—
6	Structure, encodage et procédures spécifiques aux DLPDU	—	—
6.1	Langage de modélisation	OUI	—
Paragraphe suivants	—	NON	—
7	Objets de gestion de la station	—	Voir Tableau 10
8 – 9	—	NON	—

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
10	Protocole DLR (Device Level Ring)	OUI	Facultatif
11	Protocoles de redondance PRP et HSR	OUI	Facultatif
12	Protocole LLDP	OUI	Facultatif pour les appareils hérités, sinon exigé
Annexe A	(normative) – Indicateurs et commutateurs	—	—
A.1	Objectif	OUI	—
A.2	Indicateurs	—	—
A.2.1	Exigences générales de l'indicateur	OUI	—
A.2.2	Exigences communes de l'indicateur	OUI	—
A.2.3	Exigences de l'indicateur spécifique au bus de terrain — option 1	NON	—
A.2.4	Exigences de l'indicateur spécifique au bus de terrain — option 2	OUI	—
A.2.5	Exigences de l'indicateur spécifique au bus de terrain — option 3	NON	—
A.3	Contacts	—	—
A.3.1	Exigences communes du commutateur	OUI	—
A.3.2	Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain — option 1	NON	—
A.3.3	Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain — option 2	OUI	—
A.3.4	Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain — option 3	NON	—

Le Tableau 10 spécifie la sélection des objets de gestion.

Tableau 10 – CP 2/2: sélection du protocole DLL – objets de gestion

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
7	Objets de gestion de la station	—	—
7.1	Généralités	Partielle	Objets et fonctions pertinents uniquement
7.2 – 7.4	—	NON	—
7.5	Objet d'interface TCP/IP	OUI	—
7.6	Objet de liaison Ethernet	OUI	—
7.7	Objet DeviceNet	NON	—
7.8	Objet de configuration de connexion	OUI	—
7.9	Objet DLR	OUI	Facultatif (exigé si le protocole DLR est mis en œuvre)
7.10	Objet QoS	OUI	Facultatif
7.11	Objet Port	OUI	Voir 4.3.2.2.2
7.12	Objet de protocole PRP/HSR	OUI	Facultatif (exigé si le protocole PRP/HSR est mis en œuvre)
7.13	Objet des tableaux de nœuds PRP/HSR	OUI	Facultatif (exigé si le protocole PRP/HSR est mis en œuvre)
7.14	Objet de gestion LLDP	OUI	Facultatif (exigé si le protocole LLDP est mis en œuvre)
7.15	Objet de tableau de données LLDP	OUI	Facultatif, et uniquement si le protocole LLDP est mis en œuvre

4.3.2.2.2 Objet Port

L'objet Port fait référence à une interface réseau/liaison logique sur l'appareil, c'est-à-dire l'interface utilisée pour l'adresser. Pour CP 2/2, l'adresse de liaison logique est l'adresse IP (reflétée dans l'objet TCP/IP), et non le MAC_ID Ethernet.

4.3.3 Couche application

4.3.3.1 Sélection des services AL

4.3.3.1.1 Généralités

Le Tableau 11 spécifie la sélection des services AL dans le cadre de l'IEC 61158-5-2.

Tableau 11 – CP 2/2: 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	Concepts communs	Partielle	Les différences sont indiquées en 6.1 de l'IEC 61158-5-2
5	ASE de type de données	Partielle	La sélection et les restrictions sont spécifiées en 6.1 de l'IEC 61158-5-2
6	Spécification du modèle de communication	—	—
6.1	Concepts	OUI	—
6.2	ASE	—	—
6.2.1	ASE de gestion d'objet	—	—
6.2.1.1	Vue d'ensemble	OUI	—
6.2.1.2	Spécification de la classe de modèle de gestion FAL	—	—
6.2.1.2.1	Modèle formel général	OUI	—
6.2.1.2.2	Modèle formel d'identité	OUI	Exigé
6.2.1.2.3	Modèle formel d'assemblage	OUI	—
6.2.1.2.4	Modèle formel de routeur de message	OUI	Exigé
6.2.1.2.5	Modèle formel de gestionnaire d'acquiescement	OUI	—
6.2.1.2.6	Modèle formel de synchronisation temporelle	OUI	Facultatif. Voir 4.3.3.1.2
6.2.1.2.7	Modèle formel de paramètre	OUI	—
6.2.1.3	Spécification de service ASE du modèle de gestion FAL	OUI	—
6.2.2	ASE du gestionnaire de connexion	OUI	Classe unique dans cette ASE Exigé (tous les appareils doivent mettre en œuvre l'instance 1)
6.2.3	ASE de connexion	OUI	Facultatif (interne ou externe)
6.3	AR	—	—
6.3.1	Vue d'ensemble	OUI	—
6.3.2	Modèle formel d'AR d'UCMM	NON	—
6.3.3	Modèle formel d'AR de transport	OUI	—
6.3.4	Services ASE de l'AR	OUI	—
6.4	Récapitulatif des classes FAL	OUI	—
6.5	Services FAL autorisés par le type d'AR	OUI	—

En outre, les services AL sont mis en correspondance avec la suite de protocoles TCP/UDP/IP.

Les exigences minimales correspondantes des appareils EtherNet/IP sont spécifiées dans les IETF RFC 1122, IETF RFC 1123, IETF RFC 1127 et les documents suivants qui peuvent les remplacer. Tous les appareils EtherNet/IP doivent au moins prendre en charge les exigences spécifiées dans les IETF RFC 768, IETF RFC 791, IETF RFC 792, IETF RFC 793, IETF RFC 826 et IETF RFC 894.

Les appareils EtherNet/IP prenant en charge la consommation de connexions multidestinatoires de Classe 0/1 de type 2 (voir Utilisation de l'IGMP dans l'IEC 61158-6-2, 11.6) doivent également prendre en charge l'IETF RFC 1112 et l'IETF RFC 2236.

Si une fonctionnalité ou un protocole Internet sont mis en œuvre par un appareil EtherNet/IP, ils doivent être déployés conformément aux documents IETF RFC pertinents, compte tenu du fait que la fonctionnalité ou le protocole sont considérés comme exigés ou facultatifs par ce document IETF RFC.

4.3.3.1.2 ASE Time Sync

Les identificateurs d'identité d'horloge (sous-attribut ClockIdentity) sont basés sur l'adresse MAC.

CP 2/2 utilise le transport de PTP sur UDP/IPv4 tel que spécifié dans l'IEC 61588:2021, Annexe C.

4.3.3.2 Sélection du protocole AL

4.3.3.2.1 Généralités

Le Tableau 12 spécifie la sélection du protocole AL dans le cadre de l'IEC 61158-6-2.

Tableau 12 – CP 2/2: 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	Syntaxe abstraite	—	—
4.1	Syntaxe abstraite de PDU FAL	—	—
4.1.1	Généralités	OUI	—
4.1.2	Structure PDU	OUI	—
4.1.3	UCMM_PDU	NON	—
4.1.4	Transport_Headers	OUI	—
4.1.5	CM_PDU	OUI	—
4.1.6	Composants de PDU CM	OUI	—
4.1.7	En-têtes de MR	OUI	—
4.1.8	OM_Service_PDU	OUI	Voir 4.3.3.2.2
4.1.9	Chemins de message et de connexion	Partielle	Les segments de réseau Schedule et Fixed Tag ne sont pas pris en charge
4.1.10	Codes de classe, d'attribut et de service	OUI	—
4.1.11	Codes d'erreur	OUI	Voir 4.3.3.2.3
4.2	Spécification de la syntaxe abstraite des données	OUI	—
4.3	Syntaxe abstraite d'encapsulation	OUI	Voir 4.3.3.2.4

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
5	Syntaxe de transfert	OUI	—
6	Structure des diagrammes d'états de protocole FAL	OUI	—
7	Diagramme d'états de contexte AP	OUI	—
8	Machine de protocole de service FAL (FSPM)	OUI	—
9	Machines de protocole de relation d'application (ARPM)	—	—
9.1	Généralités	OUI	—
9.2	ARPM sans connexion (UCMM)	—	—
9.2.1	Généralités	OUI	—
Paragraphe suivants	—	NON	—
9.3	ARPM orientés connexion (transports)	OUI	—
10	Machine de protocole de mapping DLL 1 (DMPM 1)	NON	—
11	Machine de protocole de mapping DLL 2 (DMPM 2)	OUI	Voir 4.3.3.2.4
12	Machine de protocole de mapping DLL 3 (DMPM 3)	NON	—

En outre, le protocole AL est mis en correspondance avec la suite de protocoles TCP/UDP/IP conformément aux profils de transport Ethernet de type 2 (voir 4.3.3.2.4).

Les exigences minimales correspondantes des appareils EtherNet/IP sont spécifiées dans les IETF RFC 1122, IETF RFC 1123, IETF RFC 1127 et les documents suivants qui peuvent les remplacer. Tous les appareils EtherNet/IP doivent au moins prendre en charge les exigences spécifiées dans les IETF RFC 768, IETF RFC 791, IETF RFC 792, IETF RFC 793, IETF RFC 826 et IETF RFC 894.

Les appareils EtherNet/IP prenant en charge la consommation de connexions multidestinatoires de Classe 0/1 de type 2 (voir Utilisation de l'IGMP dans l'IEC 61158-6-2, 11.6) doivent également prendre en charge l'IETF RFC 1112 et l'IETF RFC 2236.

Si une fonctionnalité ou un protocole Internet sont mis en œuvre par un appareil Ethernet/IP, ils doivent être déployés conformément aux documents IETF RFC pertinents, compte tenu du fait que la fonctionnalité ou le protocole sont considérés comme exigés ou facultatifs par ce document IETF RFC.

4.3.3.2.2 Éléments de syntaxe spécifiques à un objet Time Sync

L'encodage de ClockIdentity est spécifié dans le Tableau 13.

Tableau 13 – Encodage de ClockIdentity pour le CP 2/2

Réseau	Octet 0	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4	Octet 5	Octet 6	Octet 7
CP 2/2	Adresse MAC ^a			0xFF	0xFE	Adresse MAC ^a		
^b L'octet de poids fort de l'adresse MAC est attribué à l'octet de poids fort de ClockIdentity. Par exemple, une adresse MAC "00 01 02 03 04 05" donne une ClockIdentity de "00 01 02 FF FE 03 04 05".								

Dans l'attribut d'instance n°25 (PortPhysicalAddressInfo), la valeur PhysicalProtocol attribuée au CP 2/2 est "IEEE 802.3" et PortPhysicalAddress doit utiliser l'adresse MAC (comme pour UDP/IPv4).

Dans l'attribut d'instance n°26 (PortProtocolAddressInfo), la valeur NetworkProtocol attribuée à CP 2/2 est 1 (comme pour UDP/Ipv4).

4.3.3.2.3 Codes d'erreur CM

Les codes d'erreur CM (0x01, 0x0A01) à (0x01, 0x0AFF) sont réservés à l'utilisation par le CP 2/2.

4.3.3.2.4 Profil de mise en œuvre de transport Ethernet de type 2

4.3.3.2.4.1 Généralités

La nécessité de prendre en charge différentes capacités du CP 2/2 en fonction des exigences de l'application entraîne la nécessité de définir différents profils de mise en œuvre du CP 2/2. Ces profils de mise en œuvre peuvent être utilisés pour simplifier les exigences de complexité et de mémoire de la pile CP 2/2 et de la pile TCP/IP pour certains cas d'utilisation d'application.

Les profils de mise en œuvre dédiés à CP 2/2 sont énumérés dans le Tableau 14.

Tableau 14 – Profils de mise en œuvre du CP 2/2

ID de profil de mise en œuvre	Nom du profil de mise en œuvre
2	Transport Ethernet de type 2

Le Tableau 15 spécifie le membre "Fonctionnalités prises en charge" du profil de mise en œuvre de transport Ethernet de type 2 (rapporté dans l'attribut Implementation Profiles (n°25) de l'objet Identity).

Tableau 15 – Fonctionnalités prises en charge pour le profil de mise en œuvre de transport Ethernet de type 2

Numéro(s) de bit	Nom de la fonctionnalité	Description
0 ^a	UCMM sur TCP	L'appareil prend en charge la réception des messages UCMM comme défini dans l'IEC 61158-6-2, 11.2 par l'intermédiaire d'une session d'encapsulation TCP comme défini dans l'IEC 61158-6-2, 11.8.
1 ^a	UCMM sur UDP	L'appareil prend en charge la réception des messages UCMM comme défini dans l'IEC 61158-6-2, 11.2 par UDP comme défini dans l'IEC 61158-6-2, 11.9.
2	Connexions de classe 3 par TCP	L'appareil prend en charge au moins une connexion de classe de transport 3 sur TCP comme défini dans l'IEC 61158-6-2, 11.4.
3	Connexions de classe 3 par UDP	L'appareil prend en charge au moins une connexion de classe de transport 3 sur UDP comme défini dans l'IEC 61158-6-2, 11.4.
4	Connexions de classe 2 par TCP	L'appareil prend en charge au moins une connexion de classe de transport 2 sur TCP comme défini dans l'IEC 61158-6-2, 11.4.
5	Connexions de classe 2 par UDP	L'appareil prend en charge au moins une connexion de classe de transport 2 sur UDP comme défini dans l'IEC 61158-6-2, 11.4.
6	Connexion de classe 1	L'appareil prend en charge au moins une connexion de classe de transport 1 sur UDP comme défini dans l'IEC 61158-6-2, 11.3.
7	Connexion de classe 0	L'appareil prend en charge au moins une connexion de classe de transport 0 sur UDP comme défini dans l'IEC 61158-6-2, 11.3.
8-31	Réservé	
^a Au moins l'un des bits 0 et 1 doit être réglé sur 1.		

4.3.3.2.4.2 Profil de transport Ethernet de type 2

Le profil de mise en œuvre de transport Ethernet de type 2 (ID de profil de mise en œuvre = 2) définit deux profils de transport Ethernet de type 2, "EtherNet/IP complet" et "EtherNet/IP UDP uniquement"

Le profil de transport Full EtherNet/IP spécifie l'utilisation des sessions d'encapsulation TCP et EtherNet/IP pour la gestion de connexion de type 2 et la messagerie explicite connectée, ainsi que des protocoles de transport UDP pour la transmission de messages implicite.

Le profil de transport EtherNet/IP UDP uniquement est un profil simplifié qui spécifie l'utilisation exclusive de l'UDP pour la transmission de tous les messages de type 2.

NOTE 1 Ce profil de transport n'a pas besoin de connexions TCP, de gestion de session ou de rattachement de communication entre les connexions TCP et les sessions CP 2/2. Le client communique directement avec le serveur sans rattachement de canal de communication préétabli. Cela entraîne une structure de messagerie simplifiée et la complexité de la pile est réduite. Par conséquent, ce profil de transport est habituellement utilisé pour les cas d'utilisation d'appareils à contrainte de ressources.

NOTE 2 Avec un profil de transport UDP uniquement, lors de l'utilisation d'une messagerie explicite non connectée de type 2, l'échec de la remise d'une demande ou d'une réponse est détecté par l'application cliente CP 2/2. L'application décide alors s'il convient de retenter la transmission du message ou d'arrêter les communications.

Le Tableau 16 spécifie les combinaisons de fonctionnalités pouvant être prises en charge pour chaque profil de transport.

Tableau 16 – Fonctionnalités prises en charge par le profil de transport Ethernet de type 2

Caractéristiques	Profil de transport Ethernet de type 2	
	EtherNet/IP complet	EtherNet/IP UDP uniquement
UCMM sur TCP	Exigé	Non pris en charge
UCMM sur UDP	Non pris en charge	Exigé
Classe 3 sur TCP	Facultatif	Non pris en charge
Classe 3 sur UDP	Non pris en charge	Facultatif
Classe 2 sur TCP	Facultatif	Non pris en charge
Classe 2 sur UDP	Non pris en charge	Facultatif
Classe 1 sur UDP	Facultatif	Facultatif
Classe 0 sur UDP	Facultatif	Facultatif

Le Tableau 17 indique les commandes encapsulées autorisées pour les différents profils de transport. L'utilisation de codes de commande autres que ceux spécifiés dans le Tableau 17 doit entraîner le retour d'une erreur de commande non prise en charge par l'appareil récepteur à destination de l'expéditeur du message.

Tableau 17 – Commandes d'encapsulation prises en charge pour les profils de transport

Code	Nom	Profil de transport EtherNet/IP complet	Profil de transport EtherNet/IP UDP uniquement
0x0000	NOP	TCP	Non pris en charge
0x0004	ListServices	TCP ou UDP	Non pris en charge
0x0063	ListIdentity	TCP ou UDP	UDP
0x0064	ListInterfaces	TCP ou UDP	Non pris en charge
0x0065	RegisterSession	TCP	Non pris en charge
0x0066	UnRegisterSession	TCP	Non pris en charge
0x006F	SendRRData	TCP	UDP
0x0070	SendUnitData	TCP	UDP
0x00C8	StartDTLS	Non pris en charge	UDP

Les appareils qui prennent en charge le profil de transport UDP uniquement doivent signaler le profil de mise en œuvre de transport Ethernet de type 2 dans l'attribut Implementation Profiles (n°25) de l'instance 1 de leur objet Identity.

L'attribut Encapsulation Inactivity Timeout (n°13) de l'objet d'interface TCP/IP est exigé si un appareil met en œuvre le profil de transport EtherNet/IP complet, autrement il n'est pas autorisé.

Les appareils émetteurs peuvent prendre en charge le profil de transport EtherNet/IP complet et/ou le profil de transport EtherNet/IP UDP uniquement. L'appareil émetteur peut déterminer le profil EtherNet/IP à appliquer à une cible donnée en fonction de l'absence ou du contenu de l'élément de capacité EtherNet/IP intégré dans la réponse ListIdentity (voir IEC 61158-6-2, 4.3.3.5). Un appareil émetteur peut également savoir quel profil appliquer à une cible donnée par l'intermédiaire d'une configuration hors ligne spécifique au fournisseur.

Les appareils cibles peuvent prendre en charge le profil de transport EtherNet/IP complet et/ou le profil de transport EtherNet/IP UDP uniquement.

4.4 CP 2/3 (DeviceNet)

4.4.1 Couche physique

La couche physique du profil DeviceNet est spécifiée dans l'IEC 62026-3, l'ISO 11898-1 et l'ISO 11898-2.

Les connecteurs et câbles recommandés sont spécifiés dans l'IEC 61918 et l'IEC 61784-5-2.

4.4.2 Couche liaison de données

4.4.2.1 Sélection des services DLL

La couche liaison de données du profil DeviceNet est spécifiée dans l'IEC 62026-3 et l'ISO 11898-1. Le profil DeviceNet prend uniquement en charge le format CAN classique de l'ISO 11898-1.

4.4.2.2 sélection du protocole DLL

4.4.2.2.1 Généralités

La couche liaison de données du profil DeviceNet est spécifiée dans l'IEC 62026-3 et l'ISO 11898-1. Le profil DeviceNet prend uniquement en charge le format CAN classique de l'ISO 11898-1.

Le Tableau 18 spécifie la sélection du protocole DLL dans l'IEC 61158-4-2.

Tableau 18 – CP 2/3: sélection du protocole DLL

Paragraphe	En-tête	Présence	Contraintes
1	Domaine d'application	—	—
1.1	Généralités	OUI	—
1.2 – 1.3	—	NON	—
1.4	Applicabilité	OUI	—
1.5	Conformité	OUI	—
2	Références normatives	OUI	—
3	Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	OUI	—
4 – 5	—	NON	—
6	Structure, encodage et procédures spécifiques aux DLPDU	—	—
6.1	Langage de modélisation	OUI	—
Paragraphe suivants	—	NON	—
7	Objets de gestion de la station	—	Voir Tableau 19
Articles/para graphes suivants	—	NON	—
Annexe A	(normative) – Indicateurs et commutateurs	—	—
A.1	Objectif	OUI	—
A.2	Indicateurs	—	—
A.2.1	Exigences générales de l'indicateur	OUI	—
A.2.2	Exigences communes de l'indicateur	OUI	—
A.2.3	Exigences de l'indicateur spécifique au bus de terrain — option 1	NON	—
A.2.4	Exigences de l'indicateur spécifique au bus de terrain — option 2	NON	—
A.2.5	Exigences de l'indicateur spécifique au bus de terrain — option 3	OUI	—
A.3	Contacts	—	—
A.3.1	Exigences communes du commutateur	OUI	—
A.3.2	Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain — option 1	NON	—
A.3.3	Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain — option 2	NON	—
A.3.4	Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain — option 3	OUI	—