

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 1: Vue d'ensemble et recommandations pour les séries IEC 61158 et
IEC 61784**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-1:2023



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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 communication networks – Fieldbus specifications –
Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 1: Vue d'ensemble et recommandations pour les séries IEC 61158 et
IEC 61784**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40; 33.040.40; 35.100.05

ISBN 978-2-8322-6543-7

**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.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and abbreviated terms	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviations and symbols.....	9
4 Guidelines for implementers and users	10
4.1 Background and purpose	10
4.2 Supported options.....	10
4.3 Benefits from using a common and formal style	11
5 Concept of the IEC 61158 series	11
6 Mapping onto the OSI Basic Reference Model	13
6.1 Overview.....	13
6.2 Physical layer service and protocol	14
6.3 Data-link layer service	15
6.4 Data-link layer protocol	16
6.5 Application layer service	16
6.6 Application layer protocol.....	17
7 Structure of the IEC 61158 and IEC 61784 series.....	18
7.1 The IEC 61158 physical layer	18
7.2 The IEC 61158 data-link layer.....	18
7.3 The IEC 61158 application layer	18
7.4 IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series fieldbus profiles	19
7.5 IEC 61784-3 series functional safety communication profiles	23
7.5.1 General	23
7.5.2 General concepts and technology-specific profiles.....	24
7.5.3 Assessment Guideline	25
7.6 IEC 61784-5 series installation profiles	25
7.7 Communication profiles for wireless communication networks.....	27
8 Brief summary of the characteristics of service and protocol for each fieldbus type	28
8.1 Summary of the physical layer service and protocol and media used characteristics	28
8.1.1 General	28
8.1.2 Type 1: media.....	28
8.1.3 Type 2: Coaxial wire and optical media.....	29
8.1.4 Type 3: Twisted-pair wire and optical media	29
8.1.5 Type 4: Wire medium.....	29
8.1.6 Type 5: Wire and optical media.....	29
8.1.7 Type 6: Void	29
8.1.8 Type 7: Wire and optical media.....	29
8.1.9 Type 8: Twisted-pair wire and optical media	29
8.1.10 Type 9: Wire and optical media.....	29
8.1.11 Type 10: Wire, optical media and wireless	30
8.1.12 Type 11: Wire and optical media.....	30
8.1.13 Type 12: Wire and optical media.....	30
8.1.14 Type 13: Wire and optical media.....	30

8.1.15	Type 14: Wire and optical media.....	30
8.1.16	Type 15: Wire and optical media.....	30
8.1.17	Type 16: Optical media.....	30
8.1.18	Type 17: Wire and optical media.....	30
8.1.19	Type 18: Wire media.....	30
8.1.20	Type 19: Wire and optical media.....	30
8.1.21	Type 20: Wire media.....	30
8.1.22	Type 21: Wire and optical media.....	30
8.1.23	Type 22: Wire and optical media.....	30
8.1.24	Type 23: Wire and optical media.....	31
8.1.25	Type 24: Twisted-pair wire media	31
8.1.26	Type 25: Wire media.....	31
8.1.27	Type 26: Wire and optical media.....	31
8.1.28	Type 27: Wire media.....	31
8.1.29	Type 28: Twisted-pair wire and coaxial media.....	31
8.2	Summary of data-link layer service characteristics	31
8.3	Summary of data-link layer protocol characteristics.....	33
8.4	Summary of application layer service characteristics.....	34
8.5	Summary of application layer protocol characteristics.....	36
9	Application layer service description concepts	39
9.1	Overview.....	39
9.2	Architectural relationships.....	39
9.2.1	Relationship to the application layer of the OSI Basic Reference Model.....	39
9.2.2	Relationships to other fieldbus entities.....	40
9.3	Fieldbus application layer structure.....	41
9.3.1	Overview	41
9.3.2	Fundamental concepts.....	42
9.3.3	Fieldbus application processes	42
9.3.4	Application process objects	46
9.3.5	Application entities	48
9.3.6	Fieldbus application service elements.....	48
9.3.7	Application relationships.....	52
9.4	Fieldbus application layer naming and addressing	54
9.4.1	General	54
9.4.2	Identifying objects accessed through the FAL	54
9.4.3	Addressing APs accessed through the FAL.....	55
9.5	Architecture summary	55
9.6	Notional FAL service procedures	55
9.6.1	Notional FAL confirmed service procedures	55
9.6.2	Notional FAL unconfirmed service procedures	56
9.7	Common FAL attributes	56
9.8	Common FAL service parameters	57
9.9	APDU size	58
10	Data type ASE.....	58
10.1	Overview.....	58
10.1.1	General	58
10.1.2	Overview of basic types	59
10.1.3	Overview of fixed-length types.....	60
10.1.4	Overview of constructed types.....	60

10.1.5	Specification of user-defined data types	60
10.1.6	Transfer of user data	60
10.2	Formal definition of data type objects	61
10.2.1	Data type class	61
10.2.2	Void	62
11	Fieldbus system requirements	63
11.1	General	63
11.2	Industrial control network	63
11.3	Communication between industrial control networks and other networks	63
11.4	Quality of service features of an industrial control network	64
11.4.1	General	64
11.4.2	Control data transfer mechanisms	64
11.5	Special requirements for wireless networks	65
Annex A (informative)	Trade name declarations	66
Annex B (informative)	Media selection for fieldbus systems	69
B.1	General	69
B.2	Cabled media	69
B.3	Wireless media	69
B.4	Media needing special consideration	69
B.5	Performance characteristics of open and public networks	69
B.5.1	Public network types	69
B.5.2	Performance characteristics of public networks	70
Bibliography		71
Figure 1	– Example of a fieldbus system	12
Figure 2	– Concept of DL/AL to separate service and protocol parts	13
Figure 3	– Basic fieldbus reference model	14
Figure 4	– General model of physical layer	15
Figure 5	– Relationship of the Data-link layer to other fieldbus layers and to users of the fieldbus data-link service	16
Figure 6	– Relationship of the fieldbus Application layer to other fieldbus layers and to users of the fieldbus application service	17
Figure 7	– Structure of communication profile families	20
Figure 8	– Example of a CPF structure	21
Figure 9	– Document structure of IEC 61918 and the CPF specific part of the IEC 61784-5 series	27
Figure 10	– Relationship to the OSI Basic Reference Model	40
Figure 11	– Architectural positioning of the fieldbus application layer	40
Figure 12	– Client/server interactions	43
Figure 13	– Pull model interactions	44
Figure 14	– Push model interactions	45
Figure 15	– APOs services conveyed by the FAL	46
Figure 16	– Application entity structure	48
Figure 17	– Example FAL ASEs	50
Figure 18	– FAL management of objects	50
Figure 19	– ASE service conveyance	51

Figure 20 – Defined and established AREPs	54
Figure 21 – FAL architectural components	55
Figure 22 – Data-type class hierarchy example	59
Table 1 – OSI and IEC 61158 layers	14
Table 2 – CPF, CP, and type relations	22
Table 3 – Types of timeliness defined for publisher/subscriber interactions	45
Table A.1 – Trade names of CPFs and CPs	66

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-1:2023

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series

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 61158-1 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 third edition cancels and replaces the second edition published in 2019. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) added the new technology AUTBUS specified in Type 28;
- b) additional profile within IEC 61784-2-8 referring to Type 23 (CP 8/6, CC-Link IE TSN);
- c) additional profile referring to Type 24 (CP 19/3, Σ -LINKII);
- d) additional profile within IEC 61784-2-19 referring to a new Type 27 (CP 19/4, MECHATROLINK-4).

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

Draft	Report on voting
65C/1199/FDIS	65C/1240/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.

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

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series

1 Scope

This part of IEC 61158 specifies the generic concept of fieldbuses.

This document also presents an overview and guidance for the IEC 61158¹ series by:

- explaining the structure and content of the IEC 61158 series;
- relating the structure of the IEC 61158 series to the ISO/IEC 7498-1 OSI Basic Reference Model;
- showing the logical structure of the IEC 61784² series;
- showing how to use parts of the IEC 61158 series in combination with the IEC 61784 series;
- providing explanations of some aspects of the IEC 61158 series that are common to the type specific parts of the IEC 61158-5 series including the application layer service description concepts and the generic fieldbus data types.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms, definitions and abbreviated terms 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>

3.1.1

communication system

arrangement of hardware, software and propagation media to allow the transfer of messages from one application to another

3.1.2

fieldbus

communication system based on serial data transfer as typically used in industrial automation and process control applications

¹ In the following pages of this document, "IEC 61158" will be used as a qualifier for "IEC 61158 (all parts)".

² In the following pages of this document, "IEC 61784" will be used as a qualifier for "IEC 61784 (all parts)".

3.1.3**fieldbus system**

system using a fieldbus with connected devices

3.1.4**message**

ordered series of octets intended to convey information

3.1.5**network**

all of the media, connectors, repeaters, routers, gateways and associated node communication elements by which a given set of communicating devices are interconnected

3.2 Abbreviations and symbols

For the purposes of this document, the following abbreviations, based partially on the concepts developed in ISO/IEC 7498-1, apply:

AE	application entity
AL	application layer (N = 7)
APDU	application layer protocol data unit
APO	application process object
AR	application relationship
AREP	application relationship endpoint
ASE	application service element
CP	communication profile
CPF	communication profile family
DL-	data-link layer (as a prefix)
DLL	data-link layer (N = 2)
FAL	fieldbus application layer
FSCP	functional safety communication profile
IETF	Internet Engineering Task Force
IO	input output
IP	Internet protocol (see IETF RFC 791)
kbit/s	thousand bit per second
Mbit/s	million bit per second
LME	layer management entity
(n)-layer	layer n of the OSI basic reference model
OSI	open systems interconnection
Ph-	physical layer (as a prefix)
PhL	physical layer (N = 1)
SIL	safety integrity level

4 Guidelines for implementers and users

4.1 Background and purpose

Communication in global markets requires a global understanding of a specification (standard or not). ISO/OSI related specifications provide a common basis for understanding and acceptance between international experts (manufacturers and end-users).

Examples are

- ISO/IEC 7498-1 for general layering and structuring;
- ISO/IEC 9545 for general application layer modeling;
- ISO/IEC 8886 for data-link layer modeling.

IEC 61158 series specifies a number of different fieldbus types in each of its parts (IEC 61158-2 and the type specific parts of IEC 61158-3-*tt*, IEC 61158-4-*tt*, IEC 61158-5-*tt* and IEC 61158-6-*tt*). As a result of the editorial harmonization work done by IEC, each PhL, DLL and AL specification within IEC 61158 series is shown in a homogeneous way. The description of each layer offers, as far as possible, common views, concepts, definitions, and descriptive methods.

NOTE The lists of parts in the IEC 61158 series are abbreviated as IEC 61158-3-*tt*, IEC 61158-4-*tt*, IEC 61158-5-*tt*, or IEC 61158-6-*tt*, where *tt* represents one or more type numbers.

This common approach has been adopted to assist users and implementers in understanding the several specifications. It is also intended to assist in comparing available products and their communications-related features.

The added value of having more than one fieldbus standardized in IEC 61158 series, IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series is provided in IEC 61784-1-0, Annex A.

4.2 Supported options

Most of the fieldbus types specified in IEC 61158 series include a range of selectable and configurable options within their detailed specifications. In general, only certain restricted combinations of options will interwork or interoperate correctly.

The recommended combinations of options are collected in IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series.

IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series provide users and implementers with details of supported fieldbus specifications based on selected options that are intended to work together consistently and correctly. In most cases, available product demonstrations and working plant experience support these profiles.

IEC 61784-1-0 and IEC 61784-2-0 provide the common elements of the communication profile families (CPF) specified in the subparts 1 to n of the IEC 61784-1 and IEC 61784-2 series corresponding to the CPF numbers 1 to n.

Annex A of each CPF part of the IEC 61784-1 series and Annex A of each CPF part of the IEC 61784-2 series help selecting the needed fieldbus by showing the key features of each of the profiled fieldbus protocol families.

As a result, the route map recommended to select a fieldbus is:

- Clause 5 to Clause 8 of this document;
- IEC 61784-1 series, Annex A of each CPF part: Communication concepts;
- IEC 61784-2 series, Annex A of each CPF part: Performance indicator calculation;

- the parts of the IEC 61784-1 and IEC 61784-2 series that specify the CPF;
- the parts of the IEC 61158 series as referenced in the relevant CPF parts of the IEC 61784-1 and IEC 61784-2 series for the selected communication profile of interest.

4.3 Benefits from using a common and formal style

The benefits gained from using a common and formal style to specify the communication system are:

- the common look and feel of a specification saves effort during evaluation;
- a common structure helps to identify and to specify common parts and contents;
- the common approach represents a first step to ensure long-term quality and stability;
- the missing parts and items of any specification are more readily identified by comparison with the other specifications, leading to a simplified review and evaluation procedure;
- a common basis facilitates the development of test and certification procedures;
- the modular concepts support future enhancements, extensions and adaptation of new technologies.

5 Concept of the IEC 61158 series

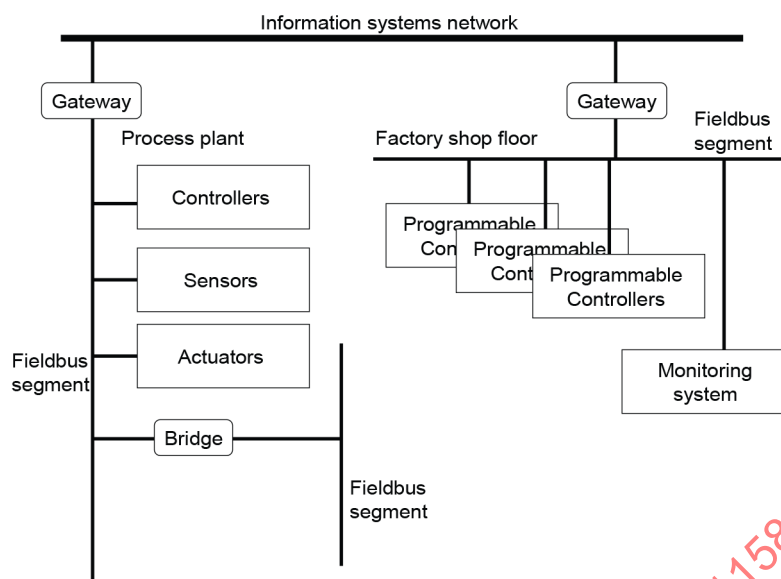
Conceptually, a fieldbus is an industrial digital communication network for integration of industrial control and instrumentation devices into a system. Examples of such devices are transducers, sensors, actuators and controllers.

IEC 61158 series specifies a number of fieldbus protocol types. Each protocol type is designed to permit multiple measurement and control devices to communicate. Devices communicate directly only with other devices of the same protocol type. The basic requirements of industrial communication networks for measurement and control are given in Clause 11.

Devices which use the same lower-layer protocols in a compatible fashion but differ in their higher-layer protocols could be able to share a lower-layer medium.

In all cases, a particular data-link layer protocol type may be used without restriction when coupled with physical layer and application layer protocols of the same type or with other combinations as specified in IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series. Use of the various protocol types in other combinations could require permission from their respective copyright holders.

The protocol types in IEC 61158 series have been engineered to support information processing, monitoring and control systems for any industrial sector and related domains. An example application for high-integrity low-level communication between sensors, actuators and local controllers in a process plant, together with the interconnection of programmable controllers, is shown in Figure 1.



IEC

Figure 1 – Example of a fieldbus system

A number of fieldbus types are specified in IEC 61158 series using the following concepts for decomposition.

- a) **First concept:** The complex communication task is divided into different layers based on an adaptation of ISO/IEC 7498-1, the ISO/OSI Basic Reference Model, thereby facilitating well-structured functions and interfaces (see Clause 6). This has the following benefits:
 - decomposition of complex tasks;
 - modular structure to adapt different technologies.
- b) **Second concept:** Each fieldbus type is composed of one or more layer specifications. Most types include a number of services and protocol options that require an appropriate selection to support a working system. Compatible selections of options and services within one of the IEC 61158 fieldbus types are specified as standardized communication profiles in IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series. Most of these profiles are supported by consortia or trade associations which are identified in the profile specification.
- c) **Third concept:** The physical, data-link and application layers are described in complementary ways, in terms of the offered services and the protocol which provides those services.

Figure 2 illustrates the differences between service and protocol viewpoints of the data-link and application layers. The protocol parts show the layer implementer's oriented view and the service parts show the layer user's oriented view.

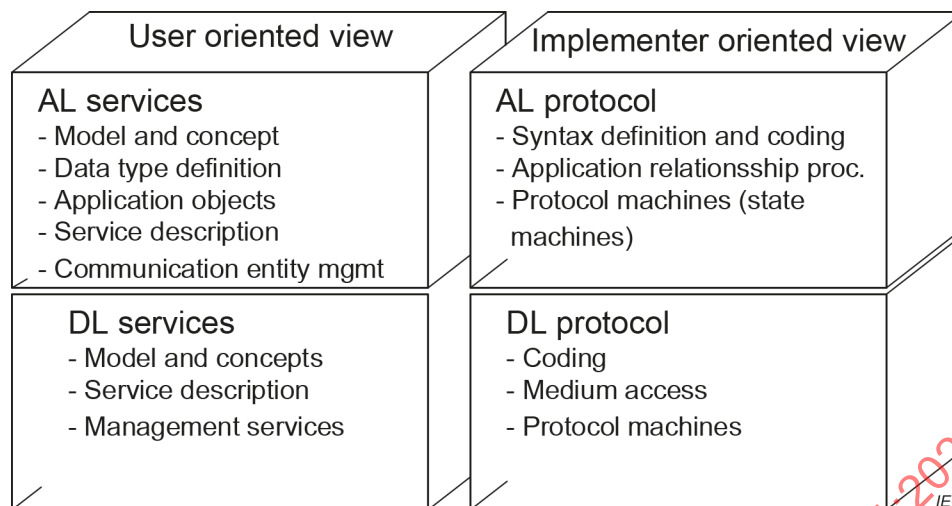


Figure 2 – Concept of DL/AL to separate service and protocol parts

The application layer structure is as follows:

- the user layer view (the what) is described by application layer service elements (ASE) in the type specific parts of the IEC 61158-5 series; and
- the implementer oriented view (the how) is described by application layer relationships (AR) in the type specific parts of the IEC 61158-6 series.

The data-link layer structure is as follows:

- the user layer view (the what) is described by data-link layer services and models in the type specific parts of the IEC 61158-3 series; and
- the implementer oriented view (the how) is described by data-link layer protocol machines and medium access principles in the type specific parts of the IEC 61158-4 series.

The physical layer is structured similarly, but, because its services are readily described, they are described in IEC 61158-2 together with the definitions of the physical protocols:

- the "what" is described by physical layer services and models, and
- the "how" is described by physical layer electrical and mechanical specifications.

6 Mapping onto the OSI Basic Reference Model

6.1 Overview

IEC 61158 protocol types are described using the principles, methodology and model of ISO/IEC 7498-1. The OSI model provides a layered approach to communications standards, whereby the layers can be developed and modified independently. IEC 61158 series specifies functionality from top to bottom of a full OSI stack and, potentially, some functions for the users of the stack. Functions of the intermediate OSI layers, layers 3 through 6, may be consolidated into either the IEC 61158 data-link layer or the IEC 61158 application layer, or may be realized by a separate layer. Likewise, some features common to users of the fieldbus application layer may be provided by the IEC 61158 application layer to simplify user operation.

Table 1 shows the OSI layers, their functions, and the equivalent layers in the IEC 61158 basic fieldbus reference model (Figure 3).

Table 1 – OSI and IEC 61158 layers

OSI layer	Function	IEC 61158 layer
7 Application	Translates demands placed on the communications stack into a form understood by the lower layers and vice versa	Application (IEC 61158-5- <i>tt</i> , IEC 61158-6- <i>tt</i>)
6 Presentation	Converts data to/from standardized network formats	↑
5 Session	Creates and manages dialogue among lower layers	↑
4 Transport	Provides transparent reliable data transfer (end-to-end transfer across a network which may include multiple links)	↓ or ↑
3 Network	Performs message routing	↓ or ↑
2 Data-link	Controls access to the communication medium. Performs error detection (point-to-point transfer on a link)	Data-link (IEC 61158-3- <i>tt</i> , IEC 61158-4- <i>tt</i>)
1 Physical	Encodes/decodes signals for transmission/reception in a form appropriate to the communications medium. Specifies communication media characteristics	Physical (IEC 61158-2)

NOTE 1 -*tt* is a placeholder for the part numbers representing types.

NOTE 2 ↓ and ↑ indicate that the functionality of this layer, when present, is included in the fieldbus layer that is nearest in the direction of the arrow. Thus it is possible that the network and transport functionality are included in either the data-link or application layers, and it is possible that the session and presentation functionality are included in the application layer but not in the data-link layer.

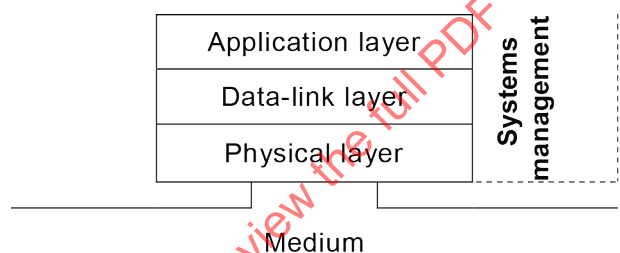


Figure 3 – Basic fieldbus reference model

6.2 Physical layer service and protocol

IEC 61158-2 comprises physical layer specifications corresponding to many of the different DL-Layer protocol types specified in the type specific parts of the IEC 61158-4 series.

NOTE 1 The type numbers used are consistent throughout IEC 61158 series.

NOTE 2 Not all types have a physical layer specification in IEC 61158-2. In that case the communication profile in IEC 61784-1 series or IEC 61784-2 series provides appropriate references to other standards.

NOTE 3 For ease of reference, type numbers are given in clause names. This means that the specification given therein applies to this type but does not exclude its use for other types.

NOTE 4 It is up to the user of IEC 61158 series to select interoperating sets of provisions. Refer to IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series for standardized communication profiles based on IEC 61158 series.

A general model of the physical layer is shown in Figure 4.

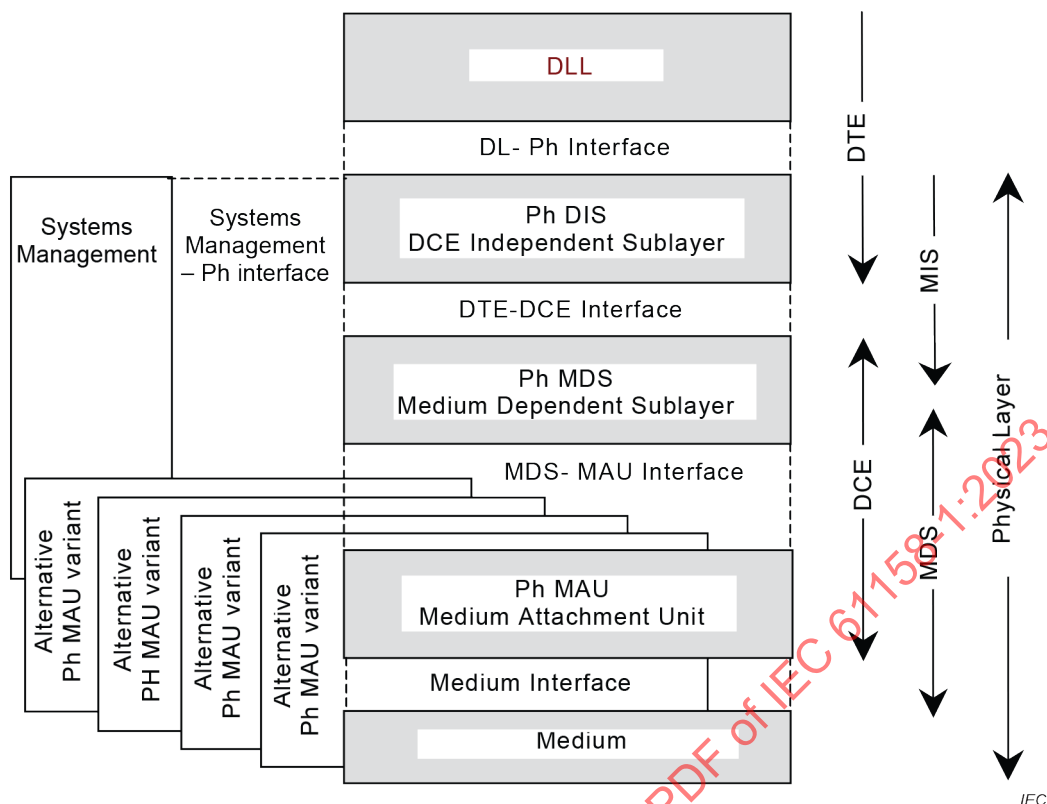


Figure 4 – General model of physical layer

NOTE 5 The protocol types use a subset of the structure elements.

NOTE 6 Since Type 8 uses a more complex DIS than the other types, it uses the term MIS to differentiate.

The common characteristics for all variants and types are as follows:

- digital data transmission; and
- either half-duplex communication (bi-directional but in only one direction at a time) or full-duplex communication.

6.3 Data-link layer service

The data-link service is provided by the data-link protocol making use of the services available from the physical layer. This and related parts of the IEC 61158 series defines the data-link service characteristics that the immediately higher-level protocol may exploit. The relationship between the international standards for fieldbus data-link service, fieldbus data-link protocol, fieldbus application protocol and systems management is illustrated in Figure 5.

NOTE Systems management, as used in IEC 61158 series, is a local mechanism for managing the layer protocols.

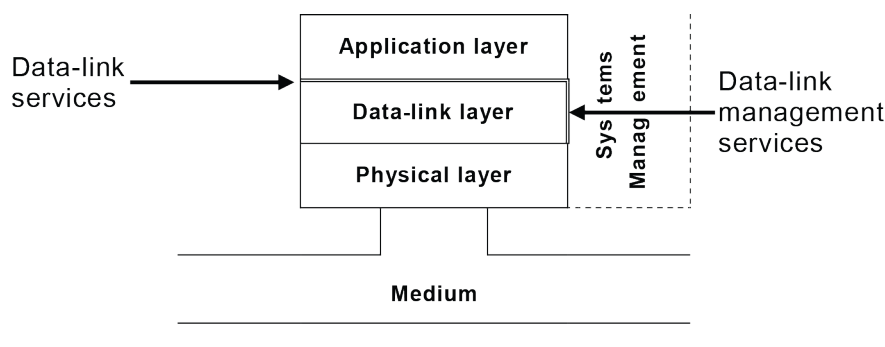


Figure 5 – Relationship of the Data-link layer to other fieldbus layers and to users of the fieldbus data-link service

Throughout the set of fieldbus standards, the term "service" refers to the abstract capability provided by one layer of the OSI Basic Reference Model to the layer immediately above. Thus, a data-link service defined in IEC 61158 series is a conceptual architectural service, independent of administrative and implementation divisions.

6.4 Data-link layer protocol

The data-link protocol provides the data-link service by making use of the services available from the physical layer. The relationship between the International Standards for fieldbus data-link service, fieldbus data-link protocol, fieldbus physical service and systems management is illustrated in Figure 5.

NOTE 1 Systems management, as used in IEC 61158 series, is a local mechanism for managing the layer protocols.

NOTE 2 Not all types have a data-link layer specification. In that case the communication profile in IEC 61784-1 series or IEC 61784-2 series provides appropriate references to other standards.

The primary aim of the data-link protocol standards is to provide a set of rules for communication expressed in terms of the procedures to be carried out by peer data-link entities (DLEs) at the time of communication. These rules for communication are intended to provide a sound basis for development in order to serve a variety of purposes:

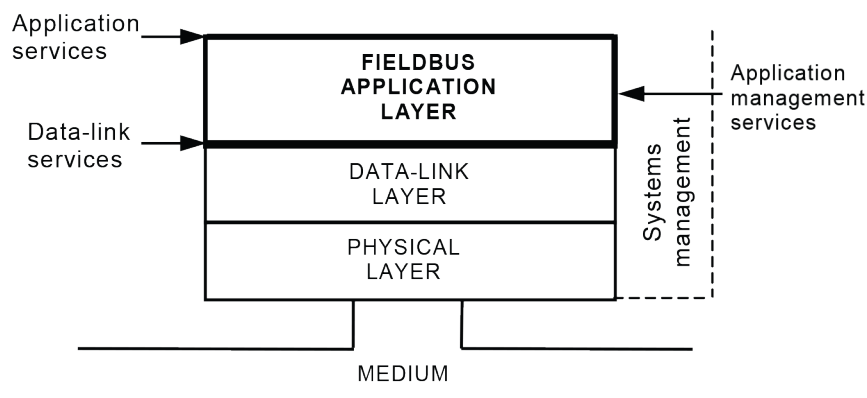
- a) as a guide for implementers and designers;
- b) for use in the testing and procurement of equipment;
- c) as part of an agreement for the admittance of systems into the open systems environment;
- d) as a refinement to the understanding of time-critical communications within OSI.

These data-link protocol standards are concerned, in particular, with the communication and interworking of sensors, effectors and other automation devices, using these standards, together with other standards positioned within the OSI or fieldbus reference models; otherwise, incompatible systems may work together in any combination.

6.5 Application layer service

The application service is provided by the application protocol making use of the services available from the data-link or other immediately lower layer. Each part of the IEC 61158-5 series defines the application service characteristics that any immediately higher-level protocols may exploit. The relationship between the international standards for fieldbus application service, fieldbus application protocol and systems management is illustrated in Figure 6.

NOTE Systems management, as used in IEC 61158 series, is a local mechanism for managing the layer protocols.



IEC

Figure 6 – Relationship of the fieldbus Application layer to other fieldbus layers and to users of the fieldbus application service

6.6 Application layer protocol

The application protocol provides the application service by making use of the services available from the data-link layer or other immediately lower layer. The relationship between the International Standards for fieldbus application service, fieldbus application protocol, fieldbus data-link service and system management is illustrated in Figure 6.

NOTE Systems management, as used in IEC 61158 series, is a local mechanism for managing the layer protocols.

An application process uses the fieldbus application layer services to exchange information with other application processes. The services define the abstract interface between the application process and the application layer.

The application layer protocol is the set of rules that governs the format and meaning of the information exchange between the application layers in various devices. The application layer uses the protocol to implement the application layer services definitions.

The protocol machine defines the various states of an application layer and the valid transitions between the states. It can be considered as a finite state machine. The protocol machine is described using state tables. The information is exchanged between the application process and the protocol machine through application service data units. The protocol machine exchanges information with other protocol machines through application protocol data units (APDU).

This set of application layer standards does not contain test procedures to ensure compliance with such requirements.

The primary aim of an application layer protocol in IEC 61158 series is to provide a set of rules for communication expressed in terms of the procedures to be carried out by peer application entities (AE) at the time of communication. These rules for communication are intended to provide a sound basis for development in order to serve a variety of purposes:

- a) as a guide for implementers and designers;
- b) for use in the testing and procurement of equipment;
- c) as part of an agreement for the admittance of systems into the open systems environment;
- d) as a refinement to the understanding of time-critical communications within OSI.

IEC 61158 series is concerned, in particular, with the communication and interworking of sensors, effectors and other automation devices, by using IEC 61158 series together with other standards positioned within the OSI or fieldbus reference models; otherwise, incompatible systems may work together in any combination.

7 Structure of the IEC 61158 and IEC 61784 series

7.1 The IEC 61158 physical layer

The IEC 61158 physical layer receives data units from the data-link layer, encapsulates them if necessary by adding communications framing information, encodes the bits and framing information into signals, and transmits the resulting physical signals to the transmission medium connected to the transmitting node.

Signals are then received at one or more other node(s) and decoded, and any communications framing information is checked and removed, before the data units are passed to the data-link layer of the receiving device.

IEC 61158-2 comprises physical layer specifications to support the DL-protocol types specified in the IEC 61158 data-link layer. It defines the services provided

- a) to the various types of fieldbus data-link layer at the boundary between the data-link and physical layers of the fieldbus reference model;
- b) to systems management at the boundary between the physical layer and systems management of the fieldbus reference model.

NOTE This combination of physical service definition and physical protocol specification into a single standard is an historic anomaly; it is not common standards practice.

7.2 The IEC 61158 data-link layer

In the absence of persistent errors, the IEC 61158 data-link layers (see IEC 61158-3-*tt* and IEC 61158-4-*tt*) provide basic time-critical support for data communications among devices in an automation environment. The term "time-critical" is used to describe applications having a time-window, within which one or more specified actions are required to be completed with some defined level of certainty. Failure to complete specified actions within the time window risks failure of the applications requesting the actions, with attendant risk to equipment, plant and possibly human life.

IEC 61158 data-link layer specifies, in an abstract way, the externally visible service provided by the fieldbus data-link layer in terms of

- a) the primitive actions and events of the service;
- b) the parameters associated with each primitive action and event, and the form which they take;
- c) the interrelationship between these actions and events, and their valid sequences.

IEC 61158 data-link layer defines the services provided

- a) to the various types of fieldbus application layer at the boundary between the application and data-link layers of the fieldbus reference model;
- b) to systems management at the boundary between the data-link layer and systems management of the fieldbus reference model.

IEC 61158-4-*tt* define a number of distinct and non-interoperable fieldbus data-link protocols. Each protocol is most closely related to, and lies within the field of application of, the corresponding services of IEC 61158-3-*tt*.

7.3 The IEC 61158 application layer

The IEC 61158 application layers (see IEC 61158-5-*tt* and IEC 61158-6-*tt*) are designed to support the conveyance of time-critical application requests and responses among devices in an automation environment.

IEC 61158-5 series specifies interactions between remote applications in terms of

- a) an abstract model for defining application resources (objects) capable of being manipulated by users via the use of fieldbus application layer (FAL) services;
- b) the service primitives (interactions between the FAL and the FAL user) associated with each FAL service;
- c) the parameters associated with each service primitive;
- d) the interrelationship between, and the valid sequences of, the primitives for each service.

Although these services specify, from the perspective of applications, how request and responses are issued and delivered, they do not include a specification of what the requesting and responding applications are to do with them. That is, the behavioral aspects of the applications are not specified; only a definition of what requests and responses they can send/receive is specified. This permits greater flexibility to the FAL users in standardizing such object behavior. In addition to these services, some supporting services are also defined to provide access to the FAL to control certain aspects of its operation.

IEC 61158-5 series defines the services provided

- a) to the various user(s) of the fieldbus application layer at the boundary between the user(s) and the application layer of the fieldbus reference model;
- b) to systems management at the boundary between the application layer and systems management of the fieldbus reference model.

IEC 61158-6 series defines a number of distinct and non-interoperable fieldbus application protocols. Each protocol is most closely related to, and lies within the field of application of, the services of the corresponding part of the IEC 61158-5 series.

7.4 IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series fieldbus profiles

IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series provide sets 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 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 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, could be addressed by future parts of the IEC 61158 series.

IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series contain several communication profile families (CPF), which specify one or more communication profiles. Such profiles identify, in a strict sense, protocol subsets of 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").

NOTE IEC TR 62390 provides guidance for the development of device profiles for industrial field devices and control devices. IEC TR 62390 also defines the relation between device profiles and communication profiles including the levels of functional compatibility and the relations between profiles and products.

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 10000-1:1998, 3.2.1) – can be directly achieved on the same link only for those devices complying with the same communication profile.

Profiles contained in IEC 61784-1 series and IEC 61784-2 series are made up of references to IEC 61158-2 and IEC 61158-3-**tt** through IEC 61158-6-**tt**, ISO/IEC/IEEE 8802-3 or IEEE Std 802.3 and other International Standards, Technical Specifications or worldwide-accepted standards, as appropriate. Each profile is required to reference at least one part of IEC 61158-2 and IEC 61158-3-**tt** through IEC 61158-6-**tt**.

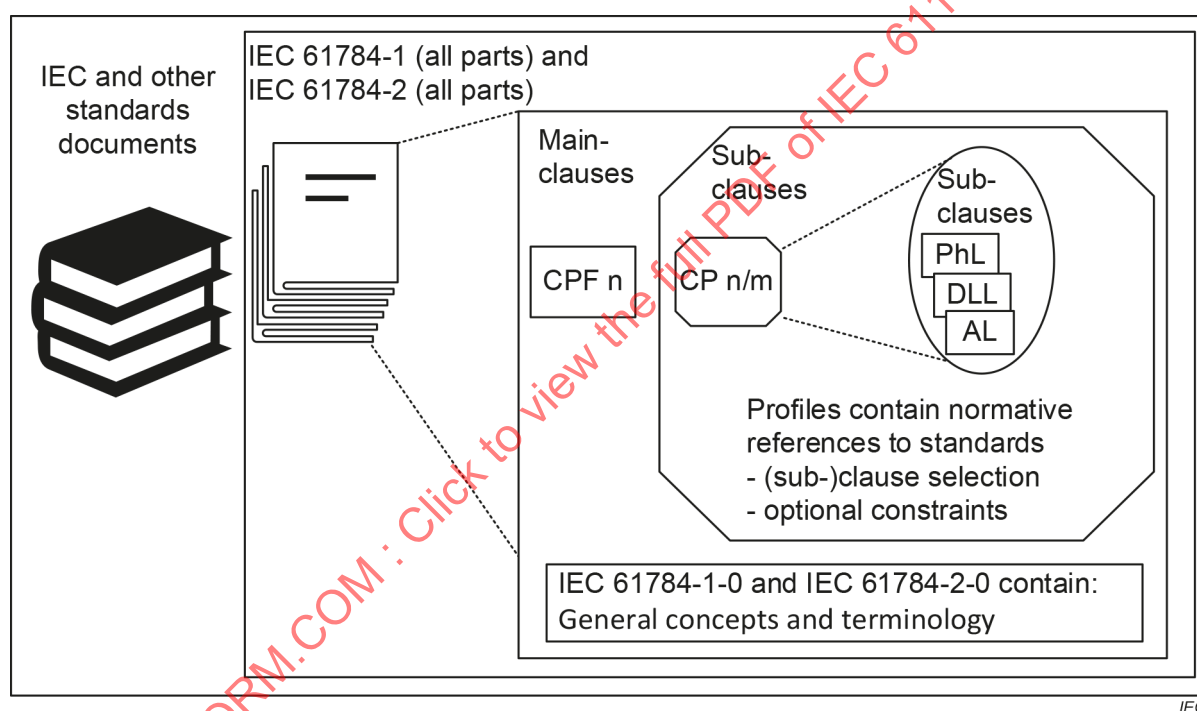
Two or more profiles, which are related to a common family, are specified within a CPF.

The IEC 61784-2 series specifies additional profiles that meet the industrial automation market objective of identifying real-time Ethernet (RTE) communication networks coexisting with ISO/IEC/IEEE 8802-3 or IEEE Std 802.3 (commonly known as Ethernet). These RTE communication networks use provision from ISO/IEC/IEEE 8802-3 for the lower communication stack layers and, additionally, provide more predictable and reliable real-time data transfer and means for support of precise synchronization of automation equipment.

More specifically, these profiles help to correctly state the compliance with RTE communication networks with ISO/IEC/IEEE 8802-3 or IEEE Std 802.3, and to avoid the spreading of divergent implementations.

Each profile selects an appropriate consistent and compatible subset of services and protocols from the total available set of communication types that are defined and modelled in the IEC 61158 series and other standards. For the selected subset of PhL, services, and protocols, the profile also describes any possible or necessary constraints in parameter values.

The document structure of communication profile families (CPF) is shown in Figure 7.



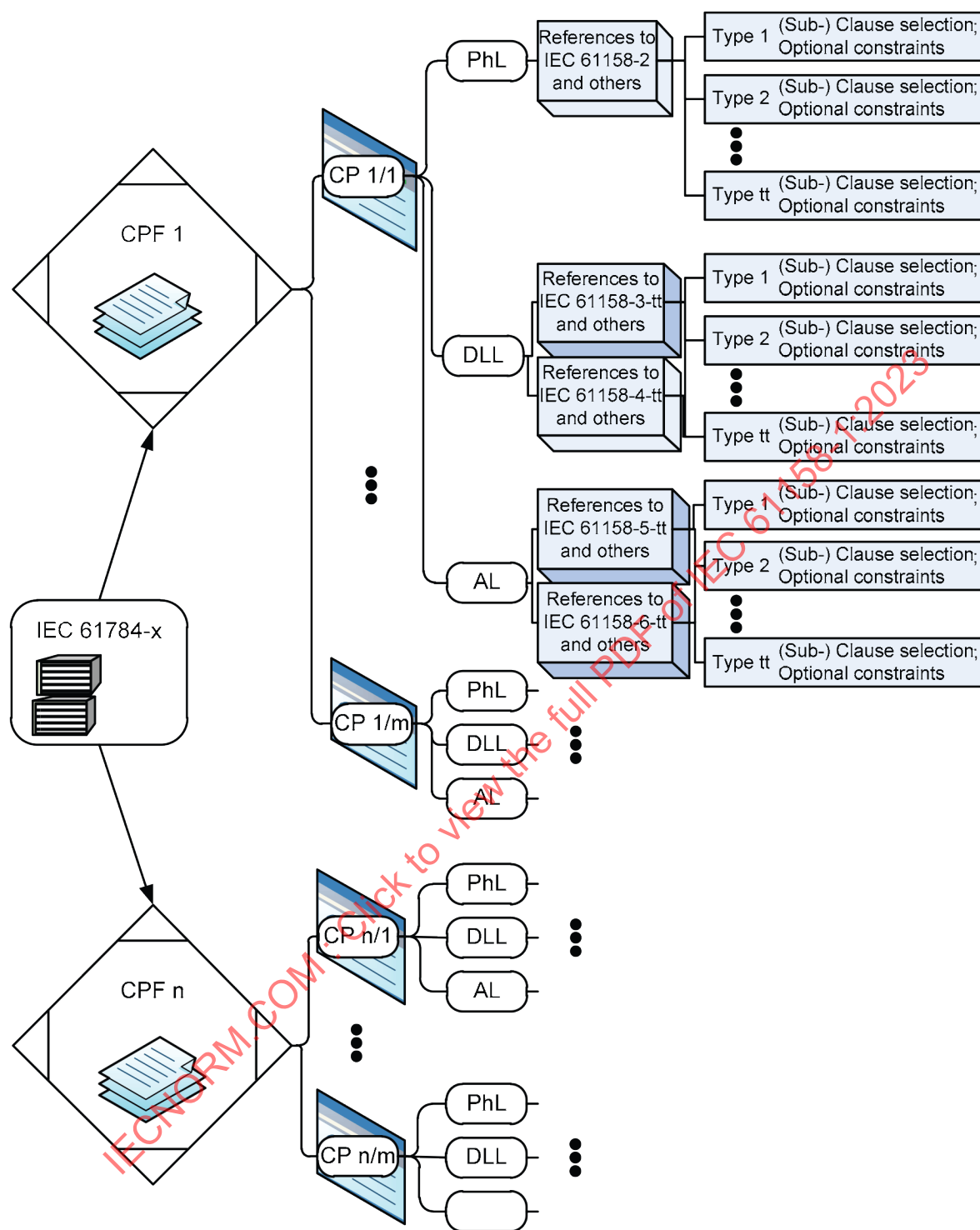
Key

n is a number of a CPF and of a subpart specifying the CPF;

m is a number of a CP within a CPF.

Figure 7 – Structure of communication profile families

The IEC 61784-1 series and the IEC 61784-2 series specify communication profile families (CPF). A CPF contains at least one communication profile (CP). A CP is always structured to specify PhL, DL, and AL by reference to clauses and subclauses within the IEC 61158 series and other appropriate international standards. These subparts provide at least one reference to an international standard. Either the international standard is referenced completely or it is referenced by a list of required clauses and subclauses marked YES or NO. YES means the clause or subclause applies, NO means that it does not apply. Optional information may be provided to specify constraints. Figure 8 is an example of a CPF structure.



IEC

Key

x 1-0, 1-n, 2-0, and 2-n

n number of a CPF

m number of a CP within a CPF

tt Type number

IEC 61158-3-tt means a reference to one or more existing Type specific sub-parts.

Figure 8 – Example of a CPF structure

Table 2 shows the Communication Profile Families (CPF) that are defined in the IEC 61784-1 series and the IEC 61784-2 series. It shows the link between technologies and CPFs with their associated CPs and corresponding type numbers in the IEC 61158 series.

Table 2 – CPF, CP, and type relations

Communication Profiles in IEC 61784			Corresponding IEC 61158 types to CPs		
CP F	Technology name	IEC 61784-(Sub-)Parts	CP number	Type number	IEC 61158-(Sub-)Parts
1	FOUNDATION™ Fieldbus	1-1, 3-1, 5-1	CP 1/1 FOUNDATION™ H1	1,9	1, 2, 3-1, 4-1, 5-9, 6-9
		1-1, 3-1, 5-1	CP 1/2 FOUNDATION™ HSE	5	1, 5-5, 6-5
		1-1, 3-1	CP 1/3 FOUNDATION™ H2	1,9	1, 2, 3-1, 4-1, 5-9, 6-9
2	CIP™	1-2, 5-2	CP 2/1 ControlNet™	2	1, 2, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2
		1-2, 2-2, 3-2, 5-2	CP 2/2 EtherNet/IP™	2	1, 4-2, 5-2, 6-2
		1-2, 3-2, 5-2	CP 2/3 DeviceNet™	2	1, 4-2, 5-2, 6-2
3	PROFIBUS & PROFINET	1-3, 3-3, 5-3	CP 3/1 PROFIBUS DP	3	1, 2, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3
		1-3, 3-3, 5-3	CP 3/2 PROFIBUS PA	3	1, 2, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3
		—	CP 3/3 Void	—	—
		2-3, 3-3, 5-3	CP 3/4 PROFINET IO CC-A	10	1, 5-10, 6-10
		2-3, 3-3, 5-3	CP 3/5 PROFINET IO CC-B	10	1, 5-10, 6-10
		2-3, 3-3, 5-3	CP 3/6 PROFINET IO CC-C	10	1, 5-10, 6-10
		2-3, 3-3, 5-3	CP 3/7 PROFINET IO CC-D	10	1, 5-10, 6-10
4	P-NET®	1-4, 5-4	CP 4/1 P-NET RS-485	4	1, 2, 3-4, 4-4, 5-4, 6-4
		—	CP 4/2 removed	—	—
		2-4, 5-4	CP 4/3 P-NET on IP	4	1, 3-4, 4-4, 5-4, 6-4
5	WorldFIP®	1-5	CP 5/1 WorldFIP	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
		1-5	CP 5/2 WorldFIP with subMMS	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
		1-5	CP 5/3 WorldFIP minimal for TCP/IP	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
6	INTERBUS®	1-6, 3-6, 5-6	CP 6/1 INTERBUS	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		1-6, 3-6, 5-6	CP 6/2 INTERBUS TCP/IP	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		1-6, 3-6, 5-6	CP 6/3 INTERBUS subset of CP 6/1	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		2-6, 5-6	CP 6/4	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8, 5-10, 6-10
		2-6, 5-6	CP 6/5	8	
		2-6, 5-6	CP 6/6	8	
7	This CPF and the associated Type 6 are deleted for lack of market relevance.				
8	CC-Link	1-8, 3-8, 5-8	CP 8/1 CC-Link/V1	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		1-8, 3-8, 5-8	CP 8/2 CC-Link/V2	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		1-8, 3-8, 5-8	CP 8/3 CC-Link/LT	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		2-8, 3-8, 5-8	CP 8/4 CC-Link IE Controller Network	23	1, 5-23, 6-23
		2-8, 3-8, 5-8	CP 8/5 CC-Link IE Field Network	23	1, 5-23, 6-23
		2-8, 3-8, 5-8	CP 8/6 CC-Link IE TSN	23	1, 5-23, 6-23
9	HART®	1-9	CP 9/1 HART	20	1, 2, 3-20, 4-20, 5-20, 6-20
		—	CP 9/2 WirelessHART® see IEC 62591, Clause 9	20	See IEC 62591
10	Vnet/IP	2-10, 5-10	CP 10/1 Vnet/IP	17	1, 2, 3-17, 4-17, 5-17, 6-17

Communication Profiles in IEC 61784			Corresponding IEC 61158 types to CPs		
CP F	Technology name	IEC 61784- (Sub-)Parts	CP number	Type number	IEC 61158- (Sub-)Parts
11	TCnet	2-11, 5-11	CP 11/1 TCnet-star	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
		2-11, 5-11	CP 11/2 TCnet-loop 100	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
		2-11, 5-11	CP 11/3 TCnet-loop 1G	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
12	EtherCAT®	2-12, 3-12, 5-12	CP 12/1	12	1, 2, 3-12, 4-12, 5-12, 6-12
		2-12, 3-12, 5-12	CP 12/2	12	1, 2, 3-12, 4-12, 5-12, 6-12
13	Ethernet POWERLINK	2-13, 3-13, 5-13	CP 13/1 POWERLINK	13	1, 3-13, 4-13, 5-13, 6-13
14	EPA	2-14, 3-14, 5-14	CP 14/1 NRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2-14, 3-14, 5-14	CP 14/2 RT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2-14, 5-14	CP 14/3 FRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2-14, 5-14	CP 14/4 MRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
15	MODBUS®-RTPS	2-15, 5-15	CP 15/1 MODBUS TCP	15	1, 5-15, 6-15
		2-15, 5-15	CP 15/2 RTPS	15	1, 5-15, 6-15
16	SERCOS	1-16, 5-16	CP 16/1 SERCOS I	16	1, 2, 3-16, 4-16, 5-16, 6-16
		1-16, 5-16	CP 16/2 SERCOS II	16	1, 2, 3-16, 4-16, 5-16, 6-16
		2-16, 3-2, 5-16	CP 16/3 SERCOS III	19	1, 3-19, 4-19, 5-19, 6-19
17	RAPIEnet	2-17, 3-17, 5-17	CP 17/1 RAPIEnet	21	1, 3-21, 4-21, 5-21, 6-21
18 ^a	SafetyNET p™	2-18, 3-18, 5-18	CP 18/1 SafetyNET p RTFL	22	1, 3-22, 4-22, 5-22, 6-22
		2-18, 3-18, 5-18	CP 18/2 SafetyNET p RTFN	22	1, 3-22, 4-22, 5-22, 6-22
19	MECHATROLINK	1-19, 5-19	CP 19/1 MECHATROLINK-II	24	1, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
		1-19, 5-19	CP 19/2 MECHATROLINK-III	24	1, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
		1-19, 5-19	CP 19/3 Σ-LINK II	24	1, 2, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
		2-19, 5-19	CP 19/4 MECHATROLINK-4	27	1, 2, 5-27, 6-27
20	ADS-net	2-20, 5-20	CP 20/ 1 ADS-net/μΣNETWORK-1000	25	1, 3-25, 4-25, 5-25, 6-25
		2-20, 5-20	CP 20/2 ADS-net/NX	25	1,5-25, 6-25
21	FL-net	2-21, 5-21	CP 21/1 FL-net	26	1, 5-26, 6-26
22	AUTBUS®	1-22, 5-22	CP 22/1 AUTBUS®	28	1, 2, 3-28, 4-28, 5-28, 6-28
NOTE The trademark and trade name declarations are given in Annex A.					
^a CPF 18 and the associated Type 22 will be deleted at the request of the technology providers					

7.5 IEC 61784-3 series functional safety communication profiles

7.5.1 General

The need to develop safety communications systems is the result of an industrial background where safety requirements have been driven by increasing legislation and market demands; to protect personnel, but also assets. Safety system development has historically followed a similar path to standard control system development, where programmable and networked equipment has fulfilled increasing complexity and flexibility requirements of automation

applications. The development of safety networks has brought similar benefits to safety systems, including reduced wiring, ease of configuration and extended diagnostics capabilities.

7.5.2 General concepts and technology-specific profiles

The IEC 61784-3 series is divided into several parts, a generic one, and several technology specific parts:

- IEC 61784-3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions;
- IEC 61784-3-*n*: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF *n*.

IEC 61784-3 defines common principles for the transmission of safety-relevant messages among participants within a distributed network using fieldbus technology in accordance with the requirements of the IEC 61508 series for functional safety. These mechanisms are intended to provide the necessary confidence in the transportation of information on a fieldbus in a safety-related system, or sufficient confidence of safe behavior in the event of fieldbus failures. They can be used in various industrial applications such as process control, manufacturing automation and machinery.

IEC 61784-3-*n* specifies functional safety communication profile(s) (FSCP's) for Communication Profile Family (CPF *n*), based on corresponding fieldbus communication profiles in the IEC 61784-1 series or the IEC 61784-2 series and in the IEC 61158 series:

- IEC 61784-3-1: FF-SIS™ (CPF 1, FSCP 1/1);
- IEC 61784-3-2: CIP Safety™ (CPF 2, FSCP 2/1);
- IEC 61784-3-3: PROFIsafe™ (CPF 3, FSCP 3/1);
- IEC 61784-3-6: INTERBUS Safety™ (CPF 6, FSCP 6/7);
- IEC 61784-3-8: CC-Link Safety™ (CPF 8, FSCP 8/1 and FSCP 8/2);
- IEC 61784-3-12: Safety-over-EtherCAT® (CPF 12, FSCP 12/1);
- IEC 61784-3-13: openSAFETY™ (CPF 13, FSCP 13/1);
- IEC 61784-3-14: EPA Safety® (CPF 14, FSCP 14/1);
- IEC 61784-3-17: RAPIEnet Safety™ (CPF 17, FSCP 17/1);
- IEC 61784-3-18: SafetyNET p™ (CPF 18, FSCP 18/1);

Achieving safety is a multi-level process.

- Functional safety communication profiles (FSCP) are specified for use in applications requiring functional safety up to a given Safety Integrity Level (SIL). However, the resulting SIL claim of a subsystem depends on the actual implementation and use of the selected functional safety communication profile within this subsystem.
- Product developers are responsible for correct implementation of the FSCP in a device, in accordance with all relevant safety standards for this device.
- System designers have the responsibility to ensure that the safety network is designed, configured and used appropriately to ensure safety for their application.

Additional measures need to be considered in any safety-related application to protect fieldbus systems against unauthorized access. However, safety and security have different requirements (e.g. life cycles), so these are handled separately (some requirements for security will be detailed in the IEC 62443 series). The security function can be implemented either within the devices, or at external access points.

If needed, specific installation guidelines for the functional safety communication profiles are included in IEC 61918 and/or the IEC 61784-5 series, and only referenced from the IEC 61784-3 series.

The IEC 61508 series requires increased levels for electromagnetic compatibility (EMC). IEC 61784-3 indicates how appropriate levels should be chosen, according to the Safety Requirements Specifications, by reference to other standards.

Non-compliant devices on the bus could seriously disrupt operation, and thus compromise availability (because of spurious trips, including nuisance trips), subsequently causing the safety feature to be disabled by the user.

Therefore, it is strongly recommended that all products connected to the fieldbus in a safety-related application (even the standard ones) provide an appropriate conformity assessment to the relevant fieldbus protocol (for example manufacturer declaration or third-party assessment).

The IEC 61784-3 series does not cover electrical safety and intrinsic safety aspects.

7.5.3 Assessment Guideline

IEC 61784-3 is intended to supersede a German document previously used by many assessment bodies as reference document for the assessment of safety-related devices using functional safety communication technologies, which covered both design and assessment aspects.

The general principles for design of functional safety communication presented in this earlier document were used as input for IEC 61784-3. IEC 61784-3:2021, Annex D, also includes a guideline for assessing a particular functional safety communication profile or communication system, as well as safety-related devices using these profiles: this guideline specifies how to verify the safety measures of a particular FSCP that are implemented by a product.

NOTE The guideline in IEC 61784-3:2021, Annex D does not cover assessment aspects of safe communication which are not in the scope of IEC 61784-3 such as test beds, proof of increased interference immunity (EMC for functional safety), electrical safety, and other environmental requirements.

7.6 IEC 61784-5 series installation profiles

The IEC 61784-5 series specifies installation profiles for fieldbus communication networks in several parts, each part dedicated to one of the CPFs defined in the IEC 61784-1 series and the IEC 61784-2 series (see Table 2). These installation profiles are based on IEC 61918, which specifies the common requirements. Figure 9 shows the structure of IEC 61918 and the IEC 61784-5 series. The installation lifecycle is the basis for these standards. IEC 61918 is structured in clauses having the following headlines:

- IEC 61918:2018 Clause 4: Installation planning;
- IEC 61918:2018 Clause 5: Installation implementation;
- IEC 61918:2018 Clause 6: Installation verification and installation acceptance test;
- IEC 61918:2018 Clause 7: Installation administration;
- IEC 61918:2018 Clause 8: Installation maintenance and installation troubleshooting.

The requirements for each phase of the installation life cycle are listed according to the logical sequence of the installation work. IEC 61918:2018, Clause 4 to Clause 8 define the common installation aspects for the media that are applicable for:

- Ethernet based networks;
- non-Ethernet based fieldbuses;
- safety communications;
- intrinsic safety communications;
- information security communications.

The installation requirements for each CP of a CPF *n* are defined in a dedicated Annex of the corresponding part *n* of the IEC 61784-5 series. The requirements are expressed by referencing the applicable IEC 61918 requirements and by adding CP specific installation requirements when needed.

The numbering of the clauses and subclauses in the annexes of each part of the IEC 61784-5 series corresponds to the numbering of the IEC 61918 main clauses and subclauses.

The annex clauses and subclauses of each part of the IEC 61784-5 series confirm, supplement, modify, or replace the specifications provided in the same clauses and subclauses of IEC 61918.

Where in the normative annexes of a part of the IEC 61784-5 series there is only the heading of a subclause, it means that the corresponding subclause of IEC 61918 applies as it is.

Figure 9 shows that Clause 1 of both IEC 61918 and each part of the IEC 61784-5 series specifies the relevant scope. IEC 61918:2018, Clause 2 to Clause 8, specify installation requirements. Each annex of each part of the IEC 61784-5 series selects the relevant installation requirements from IEC 61918 for a specific CP of the specified CPF, and provides the additions needed for the relevant CPs.

In each part of the IEC 61784-5 series, Clause 2 describes the normative references; Clause 3 describes additional terms, definitions and abbreviated terms for the relevant CPF; Clause 4 provides an overview of the specification of the installation profiles for the relevant CPs; Clause 5 describes the installation profiles conventions in addition to the basic conventions described in the Introduction of the document; Clause 6 describes how to express compliance with the installation profiles.

The structure adopted for the parts of the IEC 61784-5 series, where the installation profiles are specified in annexes having the same clause numbering as IEC 61918, makes it easy to read the profiles in conjunction with IEC 61918 and to immediately realize which requirements are specific of the selected CP.

As far as possible, the specific installation requirements are expressed in terms of references to other International Standards, Technical Specifications, or worldwide-accepted standards as appropriate.

	Heading Level 1	Heading Level 2	Heading Level 3	Annex title	Annex heading Level 1	Annex heading Level 2	Annex heading Level 3
IEC 61918	IEC standard clauses (scope, normative references, terms), and						
	lifecycle						
		Logical sequential work order					
			Common technical installation requirements				
IEC 61784-5 Part <i>n</i> (for CPF _{<i>n</i>})	IEC standard clause (scope),						
	CPF _{<i>x</i>} Overview, profile conventions, and conformance						
		Not generally specified		Annex A ... Z (normative) CP- or PhL-specific installation profile			
			Not generally specified		IEC standard clauses (scope, normative references, terms) and		
					lifecycle		
						Logical sequential work order	
							Specific technical installation requirements

Figure 9 – Document structure of IEC 61918 and the CPF specific part of the IEC 61784-5 series

7.7 Communication profiles for wireless communication networks

Some wireless based communication profiles are specified in the IEC 61784-2 series by referencing existing standards for wireless PhL and parts of the wireless DLL specifications and combine those with DLL and AL specifications in the IEC 61158 series.

As some of the wireless communication networks have different or at least additional needs as the wired fieldbuses (for example an additional explicit network management), they are specified in different International Standards, for example IEC 62591, IEC 62601, IEC 62734 and IEC 62948.

General wireless communication requirements and spectrum considerations are given in IEC 62657-1. Applying wireless communication networks can require additional measures for wireless coexistence management as specified in IEC 62657-2.

IEC 62657-3 specifies a general model approach for automated coexistence management and provides application guidance. It provides the usage of related parameters and interfaces to establish and to maintain functions for automatic coexistence management and specifies an abstract description of the system elements, properties, interfaces and relationships between influencing parameters and characteristic parameters specified in IEC 62657-1 and IEC 62657-2.

IEC 62657-4 specifies the central coordination point approach as one example of the usage of the formal description of IEC 62657-3.

8 Brief summary of the characteristics of service and protocol for each fieldbus type

8.1 Summary of the physical layer service and protocol and media used characteristics

8.1.1 General

Full specification of the media to be used with each CP is given in the related part of the IEC 61784-5 series. See Table 2, column "IEC 61784 (Sub-)Parts", to identify which CPF has a subpart in the IEC 61784-5 series.

EXAMPLE The entry "2-n, 3-n, 5-n" in the column means that IEC 61784-2-n, IEC 61784-3-n and IEC 61784-5-n parts have been published for CPF n. IEC 61784-5-n contains the media specification.

8.1.2 Type 1: media

8.1.2.1 Type 1: Twisted-pair wire media

For twisted-pair wire media, Type 1 specifies two modes of coupling and different signalling speeds as follows:

- a) voltage mode (parallel coupling), 150 Ω , data rates from 31,25 kbit/s to 25 Mbit/s;
- b) voltage mode (parallel coupling), 100 Ω , 31,25 kbit/s;
- c) current mode (serial coupling), 1,0 Mbit/s including two current options.

The voltage mode variations may be implemented with inductive coupling using transformers. This is not mandatory if the isolation requirements of this IEC 61158-2 are met by other means.

The Type 1 twisted-pair (or untwisted-pair) wire medium physical layer provides the options:

- no power via the bus conductors; not intrinsically safe;
- power via the bus conductors; not intrinsically safe;
- no power via the bus conductors; intrinsically safe;
- power via the bus conductors; intrinsically safe.

8.1.2.2 Type 1: Optical media

The major variations of the Type 1 optic fiber media are as follows:

- dual fiber mode, data rates from 31,25 kbit/s to 25 Mbit/s;
- single fiber mode, 31,25 kbit/s.

8.1.3 Type 2: Coaxial wire and optical media

Type 2 uses ISO/IEC/IEEE 8802-3, ISO 11898-1 and ISO 11898-2 and specifies the following variants:

- coaxial copper wire medium, 5 Mbit/s;
- optical fiber medium, 5 Mbit/s;
- network access port (NAP), a point-to-point temporary attachment mechanism that can be used for programming, configuration, diagnostics or other purposes;
- repeater machine sublayers (RM, RRM) and redundant physical layers.

8.1.4 Type 3: Twisted-pair wire and optical media

Type 3 specifies the following synchronous transmission:

- a) twisted-pair wire medium, 31,25 kbit/s, voltage mode (parallel coupling) with the options:
 - power via the bus conductors: not intrinsically safe;
 - power via the bus conductors: intrinsically safe;and the following asynchronous transmission variants:
- b) twisted-pair wire media, up to 12 Mbit/s, TIA-485-A;
- c) optical fiber media, up to 12 Mbit/s, with type A4a of IEC 60793-2-40 and type A3c of IEC 60793-2-30.

8.1.5 Type 4: Wire medium

Type 4 specifies the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL and wire media with TIA-485-A wire medium up to 76,8 kbit/s.

8.1.6 Type 5: Wire and optical media

Type 5 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.7 Type 6: Void

8.1.8 Type 7: Wire and optical media

Type 7 specifies the same wire and optical media as Type 1.

8.1.9 Type 8: Twisted-pair wire and optical media

The physical layer also allows transmitting data units that have been received through a medium access by the transmission medium directly through another medium access and its transmission protocol to another device.

Type 8 specifies the following variants:

- twisted-pair wire medium, up to 16 Mbit/s;
- optical fiber medium, up to 16 Mbit/s.

The general characteristics of these transmission media is full-duplex transmission.

8.1.10 Type 9: Wire and optical media

Type 9 uses ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL; see 8.1.2.

8.1.11 Type 10: Wire, optical media and wireless

Type 10 specifies the PhL according to IEEE Std 802.3, IEEE Std 802.11 and IEEE Std 802.15.4 and additionally optical fiber media according to type A4a of IEC 60793-2-40 and type A3c of IEC 60793-2-30.

8.1.12 Type 11: Wire and optical media

Type 11 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.13 Type 12: Wire and optical media

Type 12 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL with optional media attachment unit combining power with Ethernet Physical Layer Device.

8.1.14 Type 13: Wire and optical media

Type 13 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.15 Type 14: Wire and optical media

Type 14 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.16 Type 15: Wire and optical media

Type 15 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL

8.1.17 Type 16: Optical media

Type 16 specifies optical fiber medium, up to 16 Mbit/s.

8.1.18 Type 17: Wire and optical media

Type 17 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.19 Type 18: Wire media

Type 18 specifies the following variants:

- balanced transmission over a 3-core shielded wire medium, up to 10 Mbit/s and 1 200 m;
- balanced transmission over a 4-core unshielded wire medium with network-embedded power distribution, up to 2,5 Mbit/s and 500 m.

8.1.20 Type 19: Wire and optical media

Type 19 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.21 Type 20: Wire media

Type 20 uses binary phase continuous Frequency Shift Keying (FSK). A relatively high frequency current is superimposed on a low-frequency analog current, which is usually in 4 mA to 20 mA range.

8.1.22 Type 21: Wire and optical media

Type 21 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.23 Type 22: Wire and optical media

Type 22 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.24 Type 23: Wire and optical media

Type 23 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.25 Type 24: Twisted-pair wire media

Type 24 specifies the following variants:

- twisted pair wire medium according to TIA-485-A, up to 32 Mbit/s;
- use of the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.26 Type 25: Wire media

Type 25 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL.

8.1.27 Type 26: Wire and optical media

Type 26 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL with twisted-pair wire and optical fibre media at 100 Mbit/s and 1 000 Mbit/s.

8.1.28 Type 27: Wire media

Type 27 uses the ISO/IEC/IEEE 8802-3 PhL with twisted-pair medium.

8.1.29 Type 28: Twisted-pair wire and coaxial media

Type 28 supports fully shielded single twisted-pair and coaxial cables. The maximum bandwidth is 100 Mbit/s.

- a) Twisted-pair cables, impedance ranges from 100 Ω to 120 Ω ;
- b) Coaxial cable, impedance is 50 Ω .

The signal coding mode on the cables is OFDM (constellation mapping from 16QAM to 256QAM); the polarity of the signal is differential balanced twisted pair with no polarity.

The preferred minimum wire size: 0,511 mm diameter (24 AWG)

8.2 Summary of data-link layer service characteristics

Various distinct types of services are defined in the related IEC 61158-3 series and summarized in this part. Each has a corresponding protocol in a corresponding part of the IEC 61158-4 series. The distinct types of DL-service are:

NOTE 1 Some types do not specify DL-services in the IEC 61158 series. The corresponding type designations are reserved in the IEC 61158-3 series to maintain numbering consistency with other parts and previous editions of the IEC 61158 series.

Type 1 – A DL-service which provides a superset of those services expected of OSI data-link protocols as specified in ISO/IEC 8886.

Type 2 – A DL-service which provides both a connected and a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 3 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 4 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

NOTE 2 The Type 6 DL-service is deleted for lack of market relevance. The designation Type 6 is reserved in the IEC 61158 series to maintain numbering consistency with the other types and previous editions of the IEC 61158 series.

Type 7 – A DL-service which provides both a connected and a connectionless subset of those services provided by OSI data-link protocols as specified in ISO/IEC 8886.

Type 8 – A DL-service which provides a connection-oriented subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 11 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 12 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 13 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 14 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 16 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 17 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 18 – A DL-service which provides a connected subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 19 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 21 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 22 – A DL-service which provides both a connected and a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 23 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 24 – A DL-service which provides a connectionless subset of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 25 – A DL-service which provides connectionless and connection-oriented subsets of those services specified in ISO/IEC 8886.

Type 26 – A DL-service which provides connectionless and connection-oriented subsets of those services specified in ISO/IEC 8886.

NOTE 3 Many of these types of service are suitable for use with multiple higher-layer protocols. In addition to the potential ability of these types of data-link service to support different types of fieldbus application layer protocols, it is possible that some of these types of data-link service are also able to support:

- a) the OSI network layer at the boundary between the network and data-link layers of the OSI Basic Reference Model;
- b) the IETF (IP) network layer;

where the scope of addressing is adequate, it is possible that some of these types of data-link service also are able to serve as

- c) an OSI Transport layer service.

Type 28 – A DL-service which provides both a connected and a connectionless subset of those services provided by OSI data-link protocols as specified in ISO/IEC 8886.

8.3 Summary of data-link layer protocol characteristics

The fieldbus data-link layer provides basic time-critical messaging communications between devices in an automation environment.

The IEC 61158-4 series defines various distinct and non-interoperable fieldbus data-link protocols, each of which is most closely related to the services of the corresponding part of the IEC 61158-3 series of fieldbus data-link service definitions. The distinct types of DL-protocol are as follows:

NOTE 1 Some types do not specify DL-protocols in IEC 61158 series. The corresponding type designations are reserved in the IEC 61158-4 series to maintain numbering consistency with other parts and previous editions of the IEC 61158 series.

Type 1 – A DL-protocol for the Type 1 DL-service. The maximum system size is 56k links of 232 nodes, each with 240 DLSAP-addresses and related peer and publisher DLCEPs, plus another 768 link-wide group DL-addresses per link, plus another 256 DLSAP-addresses and 2 816 peer and publisher DLCEPs per link which can be allocated among the link's nodes, plus 2^{27} group DL-addresses for the extended link. Fewer links or nodes permit an increase in the number of DLSAP-addresses and related DLCEPs.

Type 2 – A DL-protocol for the Type 2 DL-service. The maximum system size is an unlimited number of links of 99 nodes, each with 255 DLSAP-addresses. Each link has a maximum of 2^{24} related peer and publisher DLCEPs.

Type 3 – A DL-protocol for the Type 3 DL-service. The maximum system size is an unlimited number of links of 127 nodes, each with 66 DLSAP-addresses.

Type 4 – A DL-protocol for the Type 4 DL-service. The maximum system size is a virtually unlimited number of links, each with 125 nodes.

NOTE 2 The Type 6 is deleted for lack of market relevance. The designation Type 6 is reserved in the IEC 61158 series to maintain numbering consistency with the other types and previous editions of the IEC 61158 series.

Type 7 – A DL-protocol for the Type 7 DL-service. The maximum system size is 126 links of 256 nodes, each with 16 DLSAP-addresses and 16 group DL-addresses, plus another 28k DLSAP-addresses and related peer and publisher DLCEPs per link which can be allocated among the link's nodes, plus another 28k link-wide group DL-addresses per link, plus 2^{23} group DL-addresses for the extended link.

Type 8 – A DL-protocol for the Type 8 DL-service. The maximum system size is 1 link of 256 nodes with preconfigured DLCEPs.

Type 11 – A DL-protocol for the Type 11 DL-service. The maximum system size is a single link of 254 nodes, with 4 096 peer and publisher DLCEPs which can be allocated among the link's nodes.

Type 12 – A DL-protocol for the Type 12 DL-service. The maximum system size is an unlimited number of segments of $2^{16} - 1$ nodes each. Each node has a maximum of 2^{16} related peer and publisher/subscriber DLCEPs.

Type 13 – A DL-protocol for the Type 13 DL-service. The maximum system size is a single link with 254 DLSAP-addresses. Each node has a maximum number of 254 related peer and 254 publisher/subscriber DLCEPs.

Type 14 – A DL-protocol for the Type 14 DL-service. The maximum system size is an unlimited number of micro-segments of 254 nodes. Each node has a maximum of 2^{16} related peer and publisher/subscriber DLCEPs.

Type 16 – A DL-protocol for the Type 16 DL-service. The maximum system size is 1 link with 254 DLSAP-addresses.

Type 17 – A DL-protocol for the Type 17 DL-service. The maximum system size is 31 links of 64 nodes with preconfigured DLCEPs.

Type 18 – A DL-protocol for the Type 18 DL-service. The maximum system size is 1 link with 128 DLSAP-addresses.

Type 19 – A DL-protocol for the Type 19 DL-service layered on ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Type 21 – A DL-protocol for the Type 21 DL-service. The maximum system size is 1 link with 255 DLSAP-addresses.

Type 22 – A DL-protocol for the Type 22 DL-service. The maximum system size is 2^{14} nodes with a total of 2^{24} DLSAP-addresses.

Type 23 – A DL-protocol for the Type 23 DL-service layered on ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Type 24 – A DL-protocol for the Type 24 DL-service. The maximum system size is 1 link with 62 DLSAP-addresses.

Type 25 – A DL-protocol for the Type 25 DL-service. The maximum system size is a single link of 128 nodes.

Type 26 – A DL-protocol for the Type 26 DL-service (layered on ISO/IEC/IEEE 8802-3). The maximum system size is a single link of 254 nodes, with a maximum of 1 057 280 related peer and publisher DLCEPs which can be allocated among the link's nodes.

NOTE 3 Use of some of the associated protocol types is restricted by their copyright holders. In all cases it is possible to use a particular data-link layer protocol type without restriction when coupled with the same Type physical layer and application layer protocols, or with other combinations as specified in IEC 61784 series. Use of the various protocol types in other combinations requires permission of their respective copyright holders.

Type 28 – A DL-protocol for the Type 28 DL-service. The maximum system size is 1 link of 254 nodes (including management nodes and terminal nodes) and up to 16 multicast groups.

8.4 Summary of application layer service characteristics

FAL services and protocols are provided by FAL application-entities (AE) contained within the application processes. The FAL AE is composed of a set of object-oriented application service elements (ASEs) and a layer management entity (LME) that manages the AE. The ASEs provide communication services that operate on a set of related application process object (APO) classes. One of the FAL ASEs is a management ASE that provides a common set of services for the management of the instances of FAL classes.

Although these services specify, from the perspective of applications, how request and responses are issued and delivered, they do not include a specification of what the requesting and responding applications are to do with them. That is, the behavioral aspects of the applications are not specified; only a definition of what requests and responses they can

send/receive is specified. This permits greater flexibility to the FAL users in standardizing such object behavior. In addition to these services, some supporting services are also defined in the type specific parts of the IEC 61158-5 series to provide access to the FAL to control certain aspects of its operation.

Various models of communications are specified in the related type specific parts of the IEC 61158-5 series and summarized in this document. Each model is specified as a distinct communication "Type". Each type has a corresponding protocol in the type specific part of the IEC 61158-6 series. The distinct types of AL-service are as follows:

NOTE The Type 1 and Type 6 application services are deleted for lack of market relevance. The designations Type 1 and Type 6 are reserved in the IEC 61158-5 series to maintain numbering consistency with the other types and previous editions of the IEC 61158 series.

Type 2 – An application service which provides three main types of ASEs for FAL users, accessed using either one unconnected AR or one of four connection-based ARs.

Type 3 – An application service which provides access to two types of connection-based AR definitions for three types of FAL users (master class 1, master class 2, and slave types).

Type 4 – An application service that provides access to one type of connection-less FAL AE, providing a set of ASE service primitives, divided into AR ASE service primitives and REP ASE service primitives.

Type 5 – An application service that adapts Type 9 services to be used over socket-based connection-oriented and connectionless services. Typical applications of Type 5 use TCP and UDP.

Type 7 – An application service which provides six types of ASEs for FAL users, accessed using either a predefined or a negotiated or an ad hoc AR.

Type 8 – An application service with five ASEs providing access to two types of connection-based and one connectionless AR Application service elements for two FAL user types (master and slave).

Type 9 – An application service which adapts ISO 9506 series (MMS) for use over the Type 1 data-link layer.

Type 10 – An application service which provides access to five types of connection-based AR definitions for three types of FAL users (IO supervisor, IO controller and IO device types).

Type 11 – An application service which provides unconfirmed one-to-many publisher/subscriber ARs.

Type 12 – An application service which provides connectionless cyclic exchange of data and for spontaneous communication for different ASEs.

Type 13 – An application service which provides four ASEs for FAL users using connection-oriented confirmed and connectionless unconfirmed ARs.

Type 14 – An application service which provides access to three types of object-oriented ASEs (application access, socket mapping and FAL management) for FAL users.

Type 15 – An application service which provides two communications models, one providing one type of ASE and two types of AR, the other providing one type of ASE and one type of AR.

Type 16 – An application service which provides three ASEs for FAL users, accessed using two types of ARs.

Type 17 – An application service which provides access to 6 types of ASEs (variable, event, load region, function invocation, time and network management ASEs) for FAL users.

Type 18 – An application service which provides access to 4 types of connection-based AR definitions for 2 types of FAL users (master and slave types) to access the 2 classes of type 18 DLE.

Type 19 – An application service which provides three ASEs for FAL users, accessed using three types of ARs.

Type 20 – An application service which provides two ASEs for FAL users, using a single type of AR.

Type 21 – An application service which provides four ASEs for FAL users, accessed using three types of ARs.

Type 22 – An application service for connectionless cyclic exchange of data and for connection-oriented communication for different ASEs.

Type 23 – An application service which provides six ASEs for FAL users, accessed using two types of ARs.

Type 24 – An application service which provides three ASEs for FAL users, accessed using two types of ARs.

Type 25 – An application service which provides 4 types of ASEs for FAL users, accessed using 3 types of ARs.

Type 26 – An application service which provides 6 types of ASEs for FAL users, accessed using connectionless unconfirmed one-to-many publisher/subscriber AR, connectionless confirmed AR and connection-oriented AR. Type 26 applications use UDP/IP and TCP/IP protocols as the Data link layer services.

Type 27 – An application service which provides three ASEs for FAL users, accessed using three types of ARs.

Type 28 – An application service which provides seven types of ASE for fieldbus application layer users based on publish/subscribe and client/server communication models.

8.5 Summary of application layer protocol characteristics

The fieldbus application layer (FAL) is an application layer communication standard designed to support the conveyance of time-critical application requests and responses among devices in an automation environment. The term "time-critical" is used to represent the presence of a time-window, within which one or more specified actions are required to be completed with some defined level of certainty. Failure to complete specified actions within the time window risks failure of the applications requesting the actions, with attendant risk to equipment, plant and possibly human life.

The type specific parts of the IEC 61158-6 series specify interactions between remote applications in terms of

- the encoding rules that are applied to all the application layer protocol data units (APDUs);
- the formal abstract syntax definitions of such APDUs;
- the protocol state machine descriptions that handle the APDUs and the primitives in the correct sequences;

- the mappings of the APDUs to and from the data-link layer services defined in the IEC 61158-3 series.

The FAL encoding rules are designed assuming that both the encoder (sender) and the decoder (receiver) have the common knowledge of the abstract syntax. Wherever possible, data types identifiers are not encoded and transferred over the network.

NOTE 1 This is why the Abstract Syntax Notation One / Basic Encoding Rule is not practical for the FAL.

The purpose of the type specific parts of the IEC 61158-6 series is to define the protocol provided to

- the fieldbus data-link layer at the boundary between the application and data-link layers of the fieldbus reference model, and
- the system management at the boundary between the system management and application layers of the fieldbus reference model.

A type specific part of the IEC 61158-6 series defines the application layer protocol, which corresponds to the application layer service definitions specified in the type specific part of the IEC 61158-5 series.

Although it could be possible to use different types of protocols on the same network provided that the underlying lower layers are compatible, this specification does not assure such interoperability among different types.

The various communications protocols are specified in the type specific parts of the IEC 61158-6 series and summarized in this document. Each protocol is specified as a distinct communication "Type". Each has a corresponding service definition in a corresponding type specific part of the IEC 61158-5 series. The different types of AL-protocol are as follows:

NOTE 2 The Type 1 and Type 6 application protocols are deleted for lack of market relevance. The designations Type 1 and Type 6 are reserved in IEC 61158-6 series to maintain numbering consistency with the other types and previous editions of the IEC 61158 series.

Type 2 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 2 application service elements.

Type 3 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 3 application service elements.

Type 4 – An application protocol which provides state machines for decoding the information stored in the APDU, and a DLL Mapping Protocol Machine, handling the interface to the DLL.

Type 5 – An application protocol that provides for high-performance transfers of Type 5 services by using fixed format messages that can be configured for 4- or 8-octet boundary alignment.

Type 7 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 7 application service elements.

Type 8 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 8 application service elements.

Type 9 – An application protocol that has been optimized for the transfer of Type 9 services over the limited-data-rate Type 1 data-link layer.

Type 10 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 10 application service elements.

Type 11 – An application protocol which provides unconfirmed one-to-many publisher/subscriber ARs on the pre-established AREPs.

Type 12 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 12 application service elements.

Type 13 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 13 application service elements.

Type 14 – An application protocol which specifies object definitions, abstract syntax, coding and behavior of the type 14 application service elements.

Type 15 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 15 application service elements.

Type 16 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 16 application service elements.

Type 17 – An application protocol which provides communication between ASEs using five types of AR with four types of role (client, server, publisher and subscriber types).

Type 18 – An application protocol which provides four types of connection-based AR definitions for two types of FAL users (master and slave types) to access the two classes of a type 18 DLE.

Type 19 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 19 application service elements.

Type 20 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 20 application service elements.

Type 21 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 21 application service elements.

Type 22 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 22 application service elements.

Type 23 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 23 application service elements.

Type 24 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 24 application service elements.

Type 25 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 25 application service elements.

Type 26 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the type 26 application service elements, provides communications between ASEs using three types of connectionless unconfirmed one-to-many publisher/subscriber ARs on the pre-established AREPs, socket-based connectionless confirmed AR and connection-oriented AR with four types of roles (client, server, publisher and subscriber).

NOTE 3 Use of some of these protocol types is restricted by their copyright holders. In all cases it is possible to use a particular application layer protocol Type without restriction when coupled with the same type physical layer and data-link layer protocols, or with other combinations as specified in the IEC 61784-1 series and the IEC 61784-2 series. Use of the various protocol types in other combinations requires permission of their respective copyright holders.

Type 27 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the Type 27 application service elements.

Type 28 – An application protocol which specifies abstract syntax, coding and behavior of the Type 28 application service element.

9 Application layer service description concepts

9.1 Overview

The fieldbus is intended to be used in factories and process plants to interconnect primary automation devices (for example sensors, actuators, local display devices, annunciators, programmable logic controllers, small single loop controllers, and stand-alone field controls) with control and monitoring equipment located in control rooms.

Primary automation devices are associated with the lowest levels of the industrial automation hierarchy and perform a limited set of functions within a definite time window. Some of these functions include diagnostics, data validation, and handling of multiple inputs and outputs.

These primary automation devices, also termed field devices, are located close to the process fluids, the fabricated part, the machine, the operator and the environment. This use positions the fieldbus at the lowest levels of the computer integrated manufacturing (CIM) architecture.

Some of the expected benefits in using fieldbus are reduction in wiring, increase in amount of data exchanged, wider distribution of control between the primary automation devices and the control room equipment, and the satisfaction of time critical constraints.

Subclauses 9.2 through 9.9 describe fundamentals of the FAL. Detailed descriptive information about each of the FAL ASEs can be found in the "overview" subclause of each of the communication model specifications.

9.2 Architectural relationships

9.2.1 Relationship to the application layer of the OSI Basic Reference Model

The functions of the FAL have been described according to OSI layering principles. However, its architectural relationship to the lower layers is different, as shown in Figure 10.

- The FAL includes OSI functions together with extensions to cover time-critical requirements. The OSI application layer structure standard (ISO/IEC 9545) was used as a basis for specifying the FAL.
- The FAL directly uses the services of the underlying layer. The underlying layer may be the data-link layer or any layer in between. When using the underlying layer, the FAL may provide functions normally associated with the OSI middle layers for proper mapping onto the underlying layer.

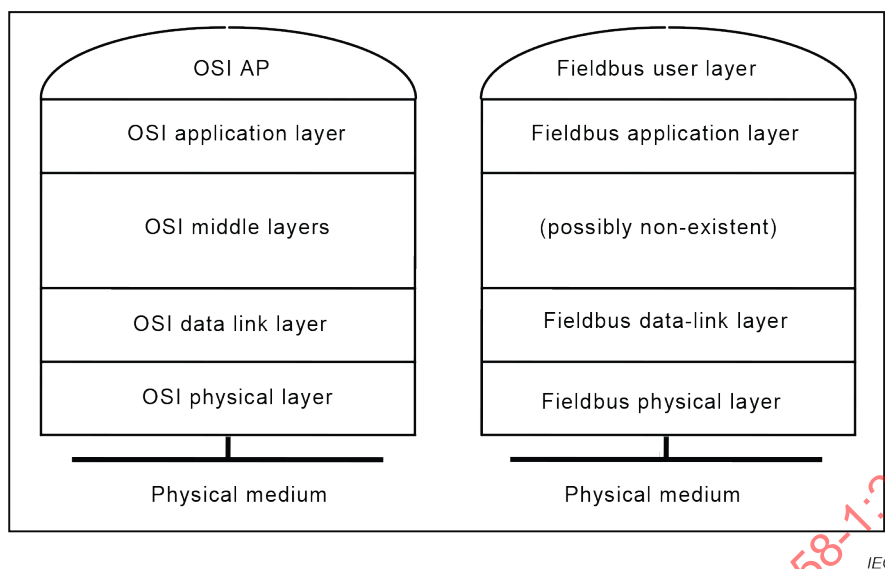


Figure 10 – Relationship to the OSI Basic Reference Model

9.2.2 Relationships to other fieldbus entities

9.2.2.1 General

The fieldbus application layer (FAL) architectural relationships, as illustrated in Figure 11, have been designed to support the interoperability needs of time-critical systems distributed within the fieldbus environment.

Within this environment, the FAL provides communications services to time-critical and non-time-critical applications located in fieldbus devices.

In addition, the FAL directly uses the data-link layer to transfer its application layer protocol data units. It does this using a set of data transfer services and a set of supporting services used to control the operational aspects of the data-link layer.

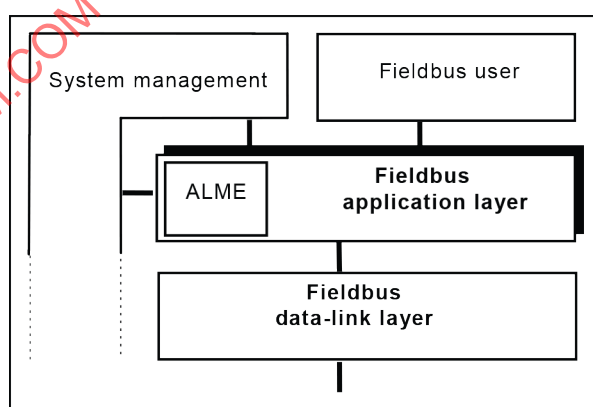


Figure 11 – Architectural positioning of the fieldbus application layer

9.2.2.2 Use of the fieldbus data-link layer

The fieldbus application layer (FAL) provides network access to fieldbus APs. It interfaces directly to the fieldbus data-link layer for transfer of its APDUs.

The data-link layer provides various types of services to the FAL for the transfer of data between data-link endpoints (e.g. DLSAPs, DLCEPs).

9.2.2.3 Support for fieldbus applications

Fieldbus applications are represented to the network as application processes (APs). APs are the components of a distributed system that can be individually identified and addressed.

Each AP contains an FAL application entity (AE) that provides network access for the AP. That is, each AP communicates with other APs through its AE. In this sense, the AE provides a window of visibility into the AP.

APs contain identifiable components that are also visible across the network. These components are represented to the network as application process objects (APO). They can be identified by one or more key attributes. They are located at the address of the application process that contains them.

The services used to access them are provided by APO-specific application service elements (ASEs) contained within the FAL. These ASEs are designed to support user, function block, and management applications.

9.2.2.4 Support for system management

The FAL services can be used to support various management operations, including management of fieldbus systems, applications, and of the fieldbus.

9.2.2.5 Access to FAL layer management entities

One layer management entity (LME) may be present in each FAL entity on the network. FALMEs provide access to the FAL for system management purposes.

The set of data accessible by the system manager is referred to as the system management information base (SMIB). Each fieldbus application layer management entity (FALME) provides the FAL portion of the SMIB. How the SMIB is implemented is beyond the scope of the IEC 61158-5 series.

9.3 Fieldbus application layer structure

9.3.1 Overview

The structure of the FAL is a refinement of the OSI application layer structure (ISO/IEC 9545). As a result, the organization of 9.3 is similar to that of ISO/IEC 9545. Certain concepts presented in 9.3 have been refined from ISO/IEC 9545 for the fieldbus environment.

The FAL differs from the other layers of the OSI Basic Reference Model in the following two principal aspects.

- The OSI Basic Reference Model defines a single type of application layer communications channel, the association, to connect APs to each other. The FAL defines the application relationship (AR), of which there are several types, to permit application processes (APs) to communicate with each other.
- The FAL uses the DLL to transfer its APDUs and not the OSI presentation layer. Therefore, there is no explicit presentation context available to the FAL. Between the same pair (or set) of data-link service access points the FAL protocol shall not be used concurrently with other application layer protocols.

9.3.2 Fundamental concepts

The operation of time-critical real open systems is modeled in terms of interactions between time-critical APs. The FAL permits these APs to pass commands and data between them.

Cooperation between APs requires that they share sufficient information to interact and carry out processing activities in a coordinated manner. Their activities can be restricted to a single fieldbus segment, or they can span multiple segments. The FAL has been designed using a modular architecture to support the messaging requirements of these applications.

Cooperation between APs also sometimes requires that they share a common sense of time. The FAL or the data-link layer (parts of the IEC 61158-3 series and parts of the IEC 61158-4 series) may provide for the distribution of time to all devices. They also may define local device services that can be used by APs to access the distributed time.

Subclauses 9.3.3 through 9.3.7 describe each of the modular components of the architecture and their relationships with each other. The components of the FAL are modeled as objects, each of which provides a set of FAL communication services for use by applications. The FAL objects and their relationships are described below. The detailed specifications of FAL objects and their services are provided in the IEC 61158-5 series. The IEC 61158-6 series specifies the protocols necessary to convey these object services between applications.

9.3.3 Fieldbus application processes

9.3.3.1 Definition of the fieldbus AP

In the fieldbus environment, an application may be partitioned into a set of components and distributed across a number of devices on the network. Each of these components is referred to as a fieldbus application process (AP). A fieldbus AP is a variation of an application process as defined in ISO OSI Reference Model (ISO/IEC 7498-1). Fieldbus APs are unambiguously addressed by at least one individual data-link layer service access point address. Unambiguously addressed, in this context, means that no other AP may simultaneously be located by the same address. This definition does not prohibit an AP from being located by more than one individual or group data-link service access point address.

9.3.3.2 Communication services

Fieldbus APs communicate with each other using confirmed and unconfirmed services (ISO/IEC 10731). The services defined for the FAL specify the semantics of the services as seen by the requesting and responding APs. The syntax of the messages used to convey the service requests and responses is defined in the IEC 61158-6 series. The AP behavior associated with the services is specified by the AP.

Confirmed services are used to define request/response exchanges between APs.

Unconfirmed services, in contrast, are used to define the unidirectional transfer of messages from one AP to one or more remote APs. From a communications perspective, there is no relationship between separate invocations of unconfirmed services as there is between the request and response of a confirmed service.

9.3.3.3 AP interactions

9.3.3.3.1 General

Within the fieldbus environment, APs may interact with other APs as necessary to achieve their functional objectives. No constraints are imposed by this document on the organization of these interactions or the possible relationships that may exist between them.

For example, in the fieldbus environment, interactions may be based on request/response messages sent directly between APs, or on data/events sent by one AP for use by others. These

two models of interactions between APs are referred to as client/server and publisher/subscriber interactions.

The services supported by an interaction model are conveyed by application relationship endpoints (AREPs) associated with the communicating APs. The role that the AREP plays in the interaction (for example client, server, peer, publisher, subscriber) is defined as an attribute of the AREP.

9.3.3.3.2 Client/server interactions

Client/server interactions are characterized by a bi-directional data flow between a client AP and one or more server APs. Figure 12 illustrates the interaction between a single client and a single server. In this type of interaction, the client may issue a confirmed or unconfirmed request to the server to perform some task. If the service is confirmed then the server will always return a response. If the service is unconfirmed, the server may return a response using an unconfirmed service defined for this purpose.

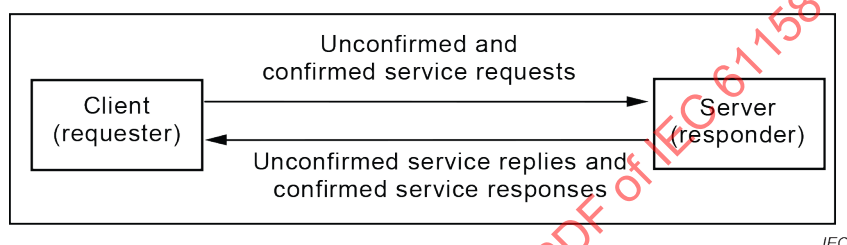


Figure 12 – Client/server interactions

9.3.3.3.3 Publisher/subscriber interactions

9.3.3.3.3.1 General

Publisher/subscriber interactions, on the other hand, involve a single publisher AP and a group of one or more subscriber APs. This type of interaction has been defined to support variations of two models of interaction between APs, the "pull" model and the "push" model. In both models, the setup of the publishing AP is performed by management and is outside the scope of the IEC 61158-5 series and the IEC 61158-6 series.

9.3.3.3.3.2 Pull model interactions

In the "pull" model, the publisher receives a request to publish from a remote publishing manager, and broadcasts (or multicasts) its response across the network. The publishing manager is responsible only for initiating publishing by sending a request to the publisher.

Subscribers wishing to receive the published data listen for responses transmitted by the publisher. In this fashion, data is "pulled" from the publisher by requests from the publishing manager.

Confirmed FAL services are used to support this type of interaction. Two characteristics of this type of interaction differentiate it from the other types of interaction. First, a typical confirmed request/response exchange is performed between the publishing manager and the publisher. However, the underlying conveyance mechanism provided by the FAL returns the response not just to the publishing manager, but also to all subscribers wishing to receive the published information. This is accomplished by having the data-link layer transmit the response to a group address, rather than to the individual address of the publishing manager. Therefore, the response sent by the publisher contains the published data and is multicast to the publishing manager and to all subscribers.

The second difference occurs in the behavior of the subscribers. Pull model subscribers, referred to as pull subscribers, are capable of accepting published data in confirmed service responses without having issued the corresponding request. Figure 13 illustrates these concepts.

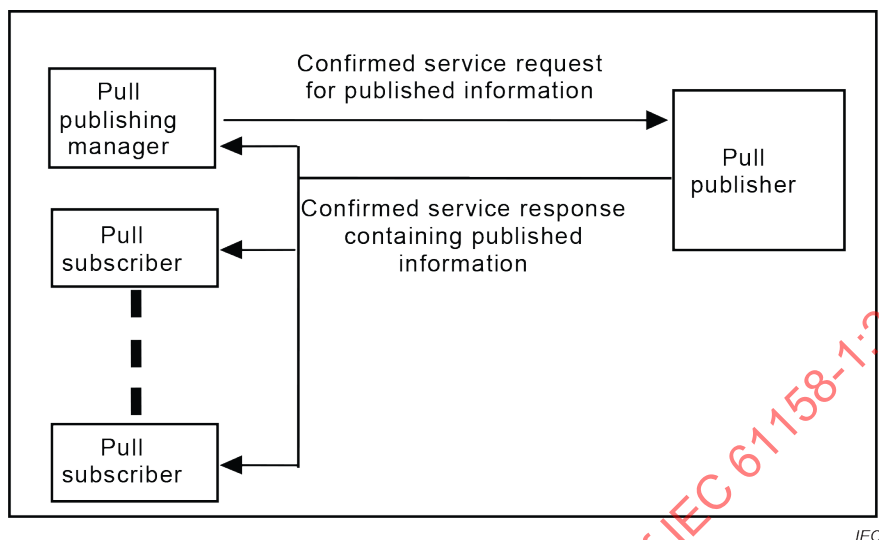


Figure 13 – Pull model interactions

9.3.3.3.3 Push model interactions

In the "push" model, two services may be used, one confirmed and one unconfirmed. The confirmed service is used by the subscriber to request to join the publishing. The response to this request is returned to the subscriber, following the client/server model of interaction. This exchange is only necessary when the subscriber and the publisher are located in different APs.

The unconfirmed service used in the push model is used by the publisher to distribute its information to subscribers. In this case, the publisher is responsible for invoking the correct unconfirmed service at the appropriate time and for supplying the appropriate information. In this fashion, it is configured to "push" its data onto the network.

Subscribers for the push model receive the published unconfirmed services distributed by publishers. Figure 14 illustrates the concept of the push model.

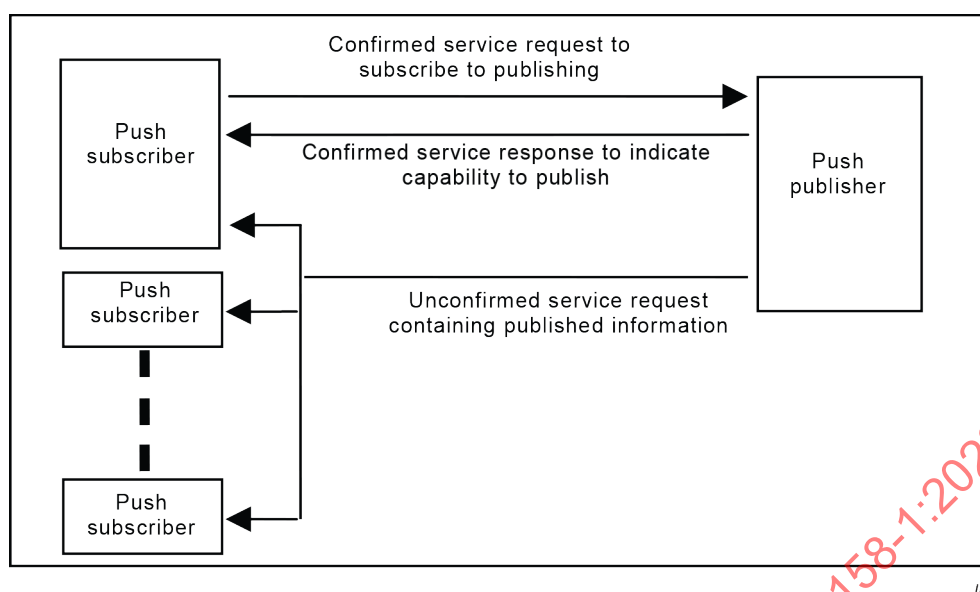


Figure 14 – Push model interactions

9.3.3.3.4 Timeliness of published information

To support the perishable nature of published information, the FAL may support four types of timeliness defined for publisher/subscriber interactions. Each makes it possible for subscribers of published data to determine if the data they are receiving is up-to-date or "stale". These types are realized through mechanisms within the data-link layer (DLL). Each is described briefly in Table 3. For a more detailed description, refer to parts of the IEC 61158-3 series and parts of the IEC 61158-4 series.

Table 3 – Types of timeliness defined for publisher/subscriber interactions

Type	Description
Transparent	This type of timeliness allows the user application process to determine the timeliness quality of the data that it generates and have the timeliness quality accompany the information when it is transferred across the network. In this type of timeliness, the network provides no computation or measurement of timeliness. It merely conveys the timeliness quality provided with the data by the user application process.
Residence	When the FAL submits data from the publishing AP to the DLL for transmission, the DLL starts a timer. If the timer expires before the data has been transmitted, the DLL marks the buffer as "not timely" and conveys this timeliness information with the data.
Synchronized	This type of timeliness requires the coordination of two pieces of published information. One is the data to be published and the other is a special "sync mark". When the sync mark is received from the network a timer starts in each of the participating stations. Subsequently, when data is received for transmission by the DLL at the publishing station, or when the transmitted data is received from the network at a subscribing station, the DLL timeliness attribute for the data is set to TRUE. It remains TRUE until the reception of the next sync mark or until the timer expires. Data received after the timer expires but before the next sync mark does not cause the timeliness attribute to be reset to TRUE. It is only reset to TRUE if data is received within the time window after receipt of the sync mark. Data transmitted by the publisher station with the timeliness attribute set to FALSE maintains the setting of FALSE at each of the subscribers, regardless of their timer operation.
Update	This type of timeliness requires the coordination of the same two pieces of published information defined for <i>synchronized</i> timeliness. In this type, the sync mark also starts a timer in each of the participating stations. Like <i>synchronized</i> timeliness, expiration of the timer always causes the timeliness attribute to be set to FALSE. Unlike <i>synchronized</i> timeliness, receipt of new data at any time (not just within the time window started with the receipt of a sync mark) causes the timeliness attribute to be set to TRUE.

9.3.3.4 AP structure

The internals of APs can be represented by one or more application process objects (APOs) and accessed through one or more application entities (AEs). AEs provide the communication capabilities of the AP. For each fieldbus AP, there is one and only one FAL AE. APOs are the network representation of application-specific capabilities (user application process objects) of an AP that are accessible through its FAL AE.

9.3.3.5 AP class

An AP class is a definition of the attributes and services of an AP. The standard class definitions for APs are defined in the parts of the IEC 61158-5 series. User defined classes also may be specified. Class identifiers (described in Clause 3 of the parts of the IEC 61158-5 series) are assigned from a set reserved for this purpose.

9.3.3.6 AP type

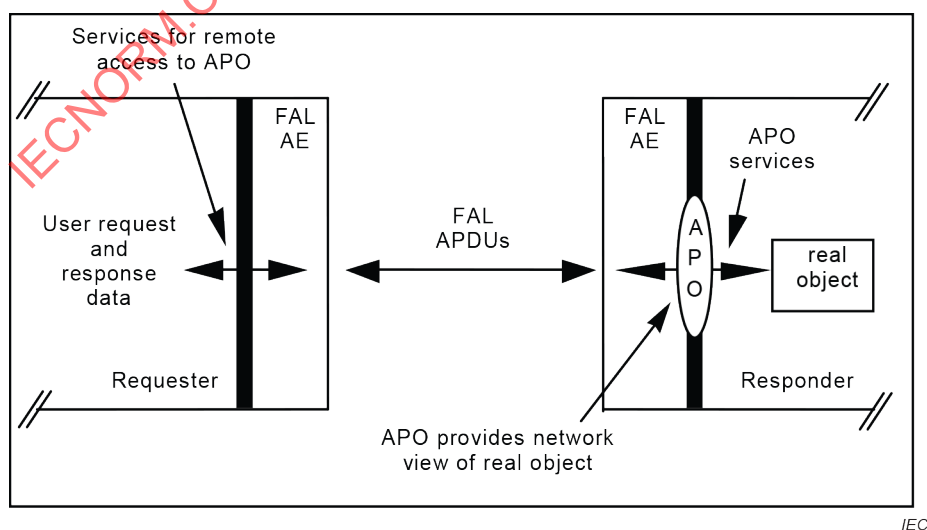
APs are defined by instantiating an AP class. Each AP definition is composed of the attributes and services selected for the AP from those defined by its AP class. In addition, an AP definition contains values for one or more of the attributes selected for it. When two APs share the same definition, that definition is referred to as an AP type. Thus, an AP type is a generic specification of an AP that can be used to define one or more APs.

9.3.4 Application process objects

9.3.4.1 Definition of APO

An application process object (APO) is a network representation of a specific aspect of an AP. Each APO represents a specific set of information and processing capabilities of an AP that are accessible through services of the FAL. APOs are used to represent these capabilities to other APs in a fieldbus system.

From the perspective of the FAL, an APO is modeled as a network accessible object contained within an AP or within another APO (APOs may contain other APOs). APOs provide the network definition for objects contained within an AP that are remotely accessible. The definition of an APO includes an identification of the FAL services that can be used by remote APs for remote access. The FAL services, as shown in Figure 15, are provided by the FAL communications entity of the AP, known as the FAL applications entity (FAL AE).



IEC

Figure 15 – APOs services conveyed by the FAL

In Figure 15, remote APs acting as clients can access the real object by sending requests through the APO that represents the real object. Local aspects of the AP convert between the network view (the APO) of the real object and the internal AP view of the real object.

To support the publisher/subscriber model of interaction, information about the real object can be published through its APO. Remote APs acting as subscribers see the APO view of the published information instead of having to know any of the real object specific details.

9.3.4.2 APO classes

An APO class is a generic specification for a set of APOs, each of which is described by the same set of attributes and accessed using the same set of services.

APO classes provide the mechanism for standardizing network visible aspects of APs. Each standard APO class definition specifies a particular set of network accessible AP attributes and services. The IEC 61158-6 series specifies the syntax and the procedures used by the FAL protocol to provide remote access to the attributes and services of an APO class.

Standard APO classes are specified by this document for the purpose of standardizing remote access to APs. User-defined classes may also be specified.

User defined classes are defined as subclasses of standardized APO classes or of other user-defined classes. They may be defined by identifying new attributes or by indicating that optional attributes for the parent class are mandatory for the subclass. The conventions for defining classes, specified in the type specific parts of the IEC 61158-5 series, may be used for this purpose. The method for registering or otherwise making these new class definitions available for public use is beyond the scope of this document.

9.3.4.3 APOs as instances of APO classes

APO classes are defined in this document using templates. These templates are used not only to define APO classes, but also to specify the instances of a class.

Each APO defined for an AP is an instance of an APO class. Each APO provides the network view of a real object contained in an AP. An APO is defined by:

- a) selecting the attributes from its APO class template that are to be accessible from the real object;
- b) assigning values to one or more attributes indicated as key in the template. Key attributes are used to identify the APO;
- c) assigning values to zero, one, or more non-key attributes for the APO. Non-key attributes are used to characterize the APO;
- d) selecting the services from the template that may be used by remote APs to access the real object.

The type specific parts of the IEC 61158-5 series specify the conventions for class templates. These conventions provide for the definition of mandatory, optional, and conditional attributes and services.

Mandatory attributes and services are required to be present in all APOs of the class. Optional attributes and services may be selected, on an APO-by-APO basis, for inclusion in an APO. Conditional attributes and services are defined with an accompanying constraint statement. Constraint statements specify the conditions that indicate whether or not the attribute is to be present in an APO.

9.3.4.4 APO types

APO types provide the mechanism for defining standard APOs.

APOs are defined by instantiating an APO class. Each APO definition is composed of the attributes and services selected for the APO from those defined by its APO class. In addition, an APO definition contains values for one or more of the attributes selected for it. When two APOs share the same definition, except for the key attribute settings, that definition is referred to as an APO type. Thus, an APO type is a generic specification of an APO that may be used to define one or more APOs.

9.3.5 Application entities

9.3.5.1 Definition of FAL AE

An application entity provides the communication capabilities for a single AP. An FAL AE provides a set of services and the supporting protocols to enable communications between APs in a fieldbus environment. The services provided by FAL AEs are grouped into application service elements (ASE), such that the FAL services provided to an AP are defined by the ASEs its FAL AE contains. Figure 16 illustrates this concept.

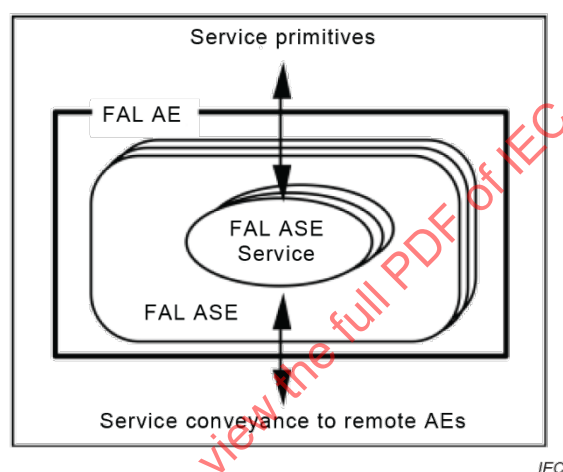


Figure 16 – Application entity structure

9.3.5.2 AE type

Application entities that provide the same set of ASEs are of the same AE-type. Two AEs that share a common set of ASEs are capable of communicating with each other.

9.3.6 Fieldbus application service elements

9.3.6.1 General

An application service element (ASE), as defined in ISO/IEC 9545, is a set of application functions that provide a capability for the interworking of application-entity-involutions for a specific purpose. ASEs provide a set of services for conveying requests and responses to and from application processes and their objects. AEs, as defined above, are represented by a collection of ASE involutions within the AE.

9.3.6.2 FAL services

FAL services convey functional requests/responses between APs. Each FAL service is defined to convey requests and responses for access to a real object modeled as an FAL accessible object.

The FAL defines both confirmed and unconfirmed services. Confirmed service requests are sent to the AP containing the real object.

An invocation of a confirmed service request may specify an AL-user supplied InvokeID. When present, this InvokeID is returned in the resulting local service confirmation to that AL-user. Confirmed service request APDUs and associated reply APDUs carry a RequestID that permits the correlation of the two APDUs. In some implementations the AL-user-provided InvokeID may serve as that RequestID. Similarly, confirmed service indication primitives and associated response primitives carry a locally-formed IndicationID that permits the correlation of the two primitives. In some implementations the received RequestID, coupled with the FAL address of the requesting FAL AE, may serve as that IndicationID.

Unconfirmed services may be sent from the AP containing the real object to send information about the object. They also may be sent to the AP containing the real object to access the real object. Both types of unconfirmed services may be defined for the FAL.

9.3.6.3 Definition of FAL ASEs

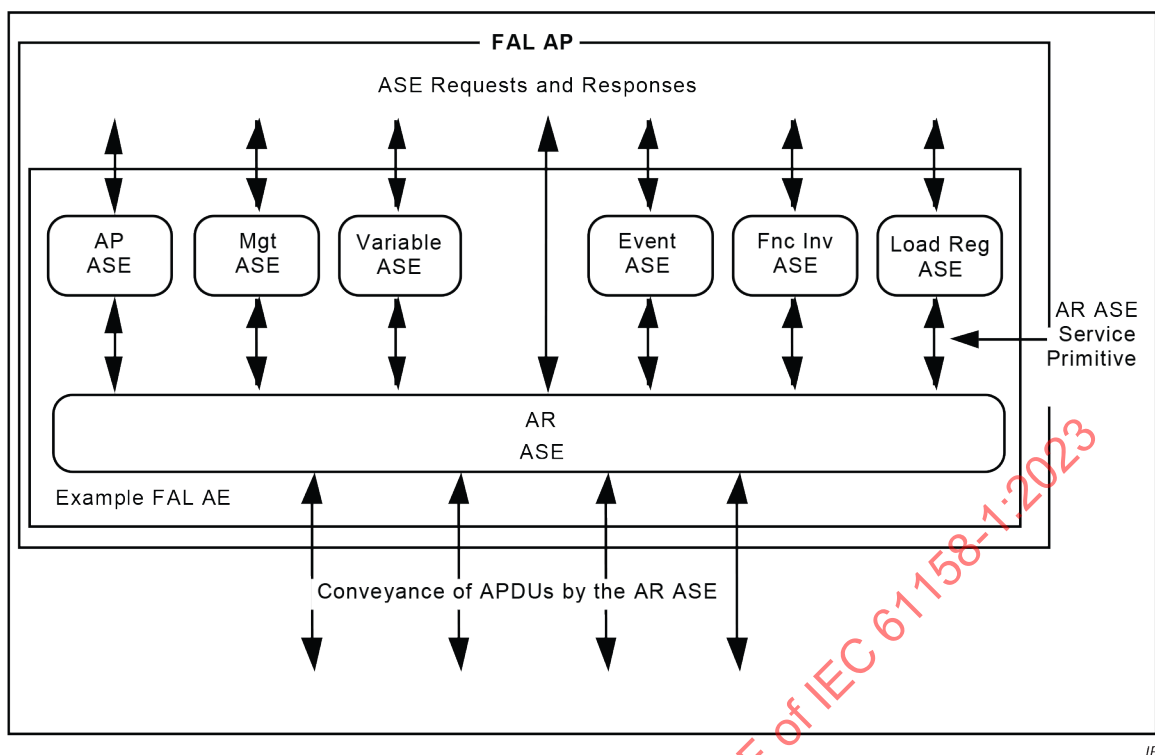
9.3.6.3.1 General

A modular approach has been taken in the definition of FAL ASEs. The ASEs defined for the FAL are also object-oriented. In general, ASEs provide a set of services designed for one specific object class or for a related set of classes. Common object management ASEs, when present, provide a common set of management services applicable to all classes of objects.

To support remote access to the AP, the Application Relationship ASE is defined. It provides services to the AP for defining and establishing communication relationships with other APs, and it provides services to the other ASEs for conveying their service requests and responses.

Each FAL ASE defines a set of services, APDUs, and procedures that operate on the classes that it represents. Only a subset of the ASE services may be provided to meet the needs of an application. Profiles may be used to define such subsets. Definition of profiles is beyond the scope of this document.

APDUs are sent and received between FAL ASEs that support the same services. Each FAL AE contains, at a minimum, the AR ASE and at least one other ASE. Figure 17 illustrates an example set of the FAL ASEs and their architectural relationships. All APO ASEs follow this example.

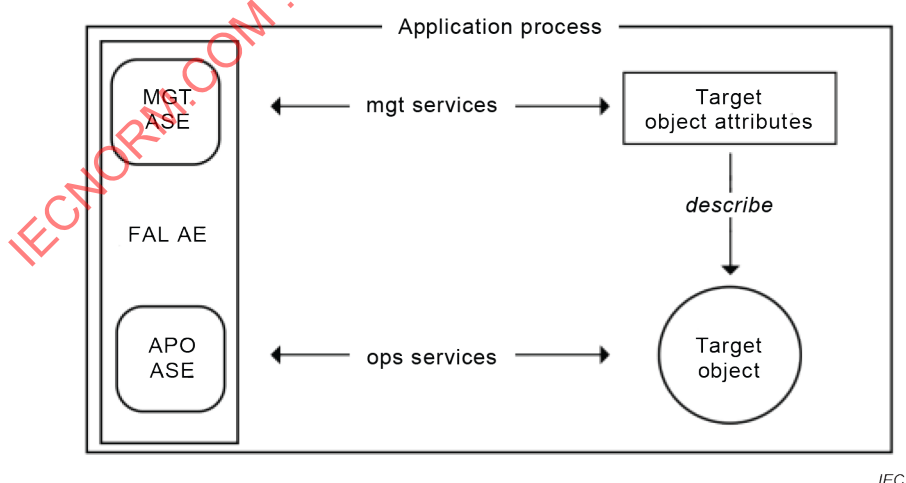


IEC

Figure 17 – Example FAL ASEs

9.3.6.3.2 Object-management ASE

A special object-management ASE may be specified for the FAL to provide services for the management of objects. Its services are used to access object attributes, and create and delete object instances. These services are used to manage network visible AP objects accessed through the FAL. The specific operational services that apply to each object type are specified in the definition of the ASE for the object type. Figure 18 illustrates the integration of management and operational services for an object within an AP.



IEC

Figure 18 – FAL management of objects

9.3.6.3.3 AP ASE

An AP ASE may be specified for the identification and control of FAL APs. The attributes defined by the AP ASE specify characteristics of the AP about its manufacturer and list its contents and capabilities.

9.3.6.3.4 APO ASEs

The FAL specifies a set of ASEs with services defined for accessing the APOs of an AP. The APO ASEs defined for the FAL are defined by each communication model.

9.3.6.3.5 AR ASE

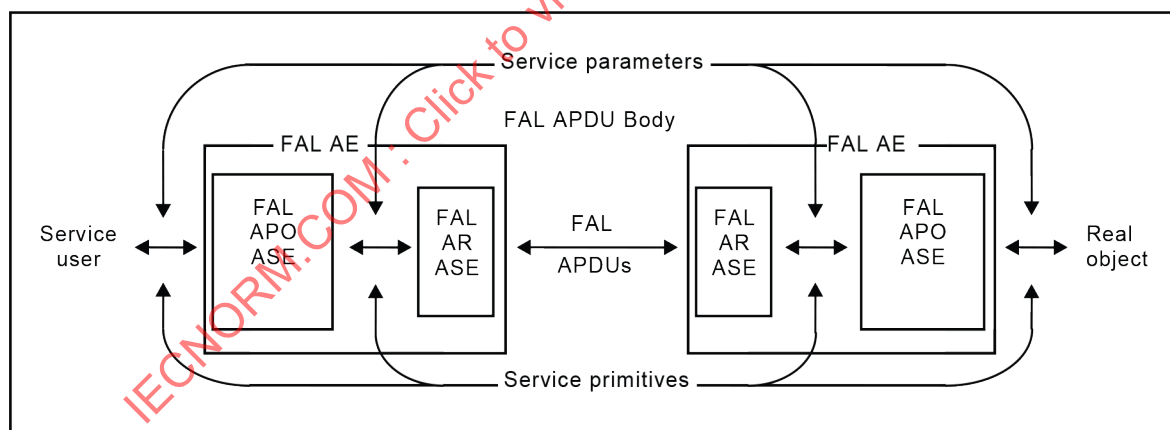
An AR ASE is specified to establish and maintain application relationships (ARs) that are used to convey FAL APDUs between/among APs. ARs represent application layer communication channels between APs. AR ASEs are responsible for providing services at the endpoints of ARs. AR ASE services may be defined for establishing, terminating, and aborting ARs, for conveying APDUs for the AE, and for indicating the local status of the AR to the user. In addition, local services may be defined for accessing certain aspects of AR endpoints.

9.3.6.4 FAL service conveyance

FAL APO ASEs provide services to convey requests and responses between service users and real objects.

To accomplish the task of conveying service requests and responses three types of activities for the sending user and three corresponding types for the receiving user are defined. At the sending user, they accept service requests and responses to be conveyed. Second, they select the type of FAL APDU that will be used to convey the request or response and encode the service parameters into its body portion. Then they submit the encoded APDU body to the AR ASE for conveyance.

At the receiving user, they receive encoded APDU bodies from the AR ASE. They decode the APDU bodies and extract the service parameters conveyed by them. To conclude the conveyance, they deliver the service request or response to the user. Figure 19 illustrates these concepts.



IEC

Figure 19 – ASE service conveyance

9.3.6.5 FAL presentation context

The presentation context in the OSI environment is used to distinguish the APDUs of one ASE from another, and to identify the transfer syntax rules used to encode each APDU. However, the fieldbus communications architecture does not include the presentation layer. Therefore, an alternate mechanism is provided for the FAL by each of the specific types of communication models.

9.3.7 Application relationships

9.3.7.1 Definition of AR

ARs represent communication channels between APs. They define how information is communicated between APs. Each AR is characterized by how it conveys ASE service requests and responses from one AP to another. These characteristics are described below.

9.3.7.2 AR-endpoints

ARs are defined as a set of cooperating APs. The AR ASE in each AP manages an endpoint of the AR, and maintains its local context. The local context of an AR endpoint is used by the AR ASE to control the conveyance of APDUs on the AR.

9.3.7.3 AR-endpoint classes

ARs are composed of a set of endpoints of compatible classes. AR endpoint classes are used to represent AR endpoints that convey APDUs in the same way. Through the standardization of endpoint classes, ARs for different models of interaction can be defined.

9.3.7.4 AR cardinality

ARs characterize communications between APs. One of the characteristics of an AR is the number of AR endpoints in the AR. ARs that convey services between two APs have a cardinality of 1-to-1. Those that convey services from one AP to a number of APs have a cardinality of 1-to-many. Those that convey services from/to multiple APs have a cardinality of many-to-many.

9.3.7.5 Accessing objects through ARs

ARs provide access to APs and the objects within them through the services of one or more ASEs. Therefore, one characteristic is the set of ASE services that may be conveyed to and from these objects by the AR. The list of services that can be conveyed by the AR are selected from those defined for the AE.

9.3.7.6 AR conveyance paths

ARs are modeled as one or two conveyance paths between AR endpoints. Each conveyance path conveys APDUs in one direction between one or more AR endpoints. Each receiving AR endpoint for a conveyance path receives all APDUs transmitting on the AR by the sending AR endpoint.

9.3.7.7 AREP roles

Because APs interact with each other through endpoints, a basic determinant of their compatibility is the role that they play in the AR. The role defines how an AREP interacts with other AREPs in the AR.

For example, an AREP may operate as a client, a server, a publisher, or a subscriber. When an AREP interacts with another AREP on a single AR as both a client and a server, it is defined to have the role of "peer".

Certain roles may be capable of initiating service requests, while others may be capable only of responding to service requests. This part of the definition of a role identifies the requirement for an AR to be capable of conveying requests in either direction, or only in one direction.

9.3.7.8 AREP buffers and queues

AREPs can be modeled as a queue or as a buffer. APDUs transferred over a queued AREP are delivered in the order received for conveyance. The transfer of APDUs over a buffered AREP

is different. In this case, an APDU to be conveyed by the AR ASE is placed in a buffer for transfer. When the data-link layer gains access to the network, it transmits the contents of the buffer.

When the AR ASE receives another conveyance request, it replaces the previous contents of the buffer whether or not they were transmitted. Once an APDU is written into a buffer for transfer, it is preserved in the buffer until the next APDU to be transmitted replaces it. While in the buffer, an APDU may be read more than once without deleting it from the buffer or changing its contents.

At the receiving end, the operation is similar. The receiving endpoint places a received APDU into a buffer for access by the AR ASE. When a subsequent APDU is received, it overwrites the previous APDU in the buffer whether or not it was read. Reading the APDU from the buffer is not destructive – it does not destroy or change the contents of the buffer, allowing the contents to be read from the buffer one or more times.

9.3.7.9 User-triggered and scheduled conveyance

Another characteristic of an AREP is when they convey service requests and responses. AREPs that convey them upon submission by the user are called user-triggered. Their conveyance is asynchronous with respect to network operation.

AREPs that convey requests and responses at predefined intervals, regardless of when they are received for transfer are termed scheduled. Scheduled AREPs may be capable of indicating when transferred data was submitted late for transmission, or when it was submitted on time, but transmitted late.

9.3.7.10 AREP timeliness

AREPs convey APDUs between applications using the services of the data-link layer. When the timeliness capabilities are defined for an AREP and supported by the data-link layer, the AREP forwards the timeliness indicators provided by the data-link layer. These timeliness indicators make it possible for subscribers of published data to determine if the data they are receiving is up-to-date or "stale".

To support these types of timeliness, the publishing AREP establishes a publisher data-link connection reflecting the type of timeliness configured for it by management. After connection establishment, the AREP receives user data and submits it to the DLL for transmission, where timeliness procedures are performed. When the data-link layer has the opportunity to transmit the data, it transmits the current timeliness status with the data.

At the subscriber AREP, a data-link connection is opened to receive published data that reflects the type of timeliness configured for it by management. The data-link layer computes the timeliness of received data and then delivers it to the AREP. The data is then delivered to the user AP through the appropriate ASE.

9.3.7.11 Definition and creation of AREPs

AREP definitions specify instances of AREP classes. AREPs may be predefined or they may be defined using a "create" service if their AE supports this capability.

AREPs may be pre-defined and pre-established, or they may be pre-defined and dynamically established.

Figure 20 depicts these two cases. AREPs also may require both dynamic definition and establishment or they may be dynamically defined in such a way that they can be used without any establishment (they are defined in an established state).

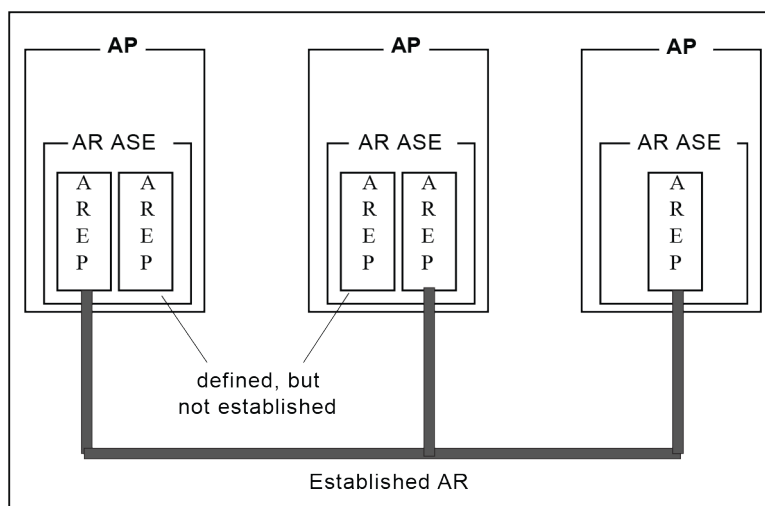


Figure 20 – Defined and established AREPs

9.3.7.12 AR establishment and termination

ARs may be established either before the operational phase of the AP or during its operation. When established during the operation of an AP, the AR is established through the exchange of AR APDUs.

Once an AR has been established, an AR may be terminated gracefully or it may be aborted, depending on the capabilities of the AR.

9.4 Fieldbus application layer naming and addressing

9.4.1 General

Subclause 9.4 refines the principles defined in ISO/IEC 7498-3 that involve the identification (naming) and location (addressing) of APOs referenced through the fieldbus application layer.

Subclause 9.4 defines how names and numeric identifiers are used to identify APOs accessible through the FAL and indicates how addresses from underlying layers are used to locate APs in the fieldbus environment.

9.4.2 Identifying objects accessed through the FAL

9.4.2.1 General

APOs accessed through the FAL are identified independent of their location. That is, if the location of the AP that contains the APO changes, the APO can still be referenced using the same set of identifiers.

Identifiers for APs and APOs within the FAL are defined as key attributes in the class definitions for APOs. Within these APO definitions, two types of key attributes are commonly used, names and numeric identifiers.

9.4.2.2 Names

Names are string-oriented identifiers. They are defined to permit APs and APOs to be named within the system where they are used. Therefore, although the scope of the name of an APO is specific to the AP in which it resides, the assignment of the name is administered within the system in which it is configured.

Names may be descriptive, although they do not have to be. Descriptive names make it possible to provide meaningful information, such as its use, about the object they name.

Names may also be coded. Coded names make it possible to identify an object using a short, compressed form of a name. They are typically simpler to transfer and process, but not as easy to understand as descriptive names.

9.4.2.3 Numeric identifiers

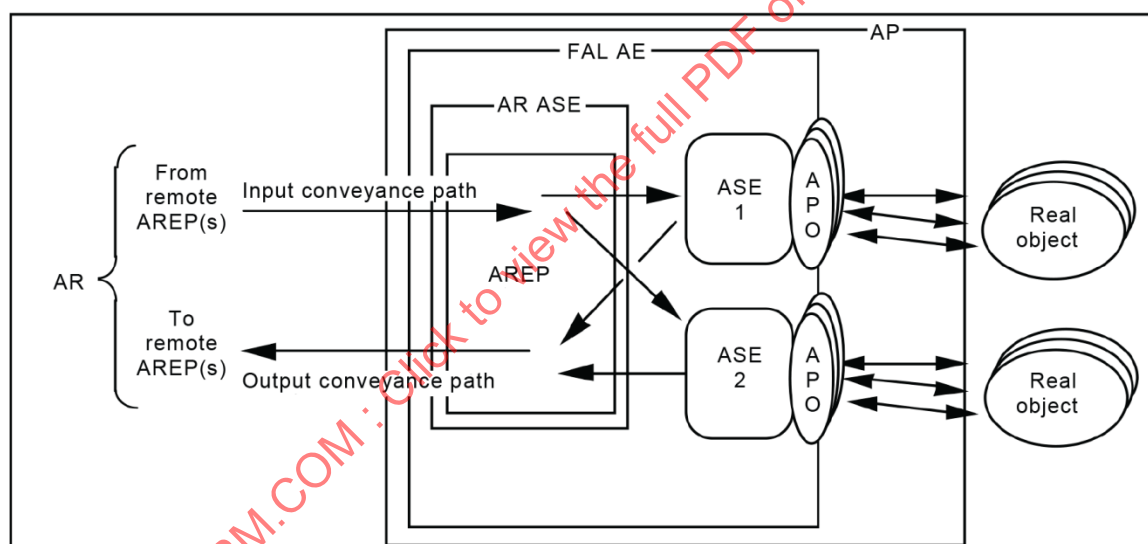
Numeric identifiers are identifiers whose values are numbers. They are designed for efficient use within the fieldbus system, and may be assigned for efficient access to APOs by their AP.

9.4.3 Addressing APs accessed through the FAL

Fieldbus addresses represent the network locations of APs. Addresses relevant to the FAL are the addresses of the underlying layers that are used to locate the AREPs of an AP.

9.5 Architecture summary

Figure 21 illustrates the major components of the FAL architecture and how they relate to each other.



IEC

Figure 21 – FAL architectural components

Figure 21 depicts an AP that communicates through the FAL AE. The AP represents its internal real objects as APOs for remote access to them. Two ASEs that provide the remote access services to their related APOs are shown. The AR ASE contains a single AREP that conveys service requests and responses for the ASEs to one or more remote AREPs located in remote APs.

9.6 Notional FAL service procedures

9.6.1 Notional FAL confirmed service procedures

The requesting AL-service user invokes a confirmed-service request primitive of its FAL. The appropriate FAL ASE creates a transaction state machine to control the invocation of the service, assigns an InstanceID and timeout time to that state machine, builds the related confirmed-service-request APDU body including that Instance ID, and conveys it on the specified AR.

Upon receipt of the confirmed-service-request APDU body, the receiving ASE decodes it. If a protocol error did not occur, the receiving ASE creates a transaction state machine to manage the expected response, assigns an independent (second) InstanceID to that state machine, then delivers a confirmed-service indication primitive to its AL-service user, with the (second) InstanceID as an extra implementation parameter.

If the responding AL-service user is able to successfully process the request, the user returns a confirmed-service response (+) primitive, identifying the transaction by the InstanceID presented as part of the stimulating indication primitive.

If the responding user is unable to successfully process the request, the service fails and the user issues a confirmed-service response (–) primitive indicating the reason for failure, again identifying the transaction by the InstanceID presented as part of the stimulating indication primitive.

Whichever response the AL-service users chooses, the receiving ASE has available both the information from the response primitive and that from the associated indication primitive when it forms the APDU to be returned to the initiating ASE.

The responding ASE builds a confirmed-service-response APDU body for a confirmed-service response (+) primitive or a confirmed-service-error APDU body for a confirmed-service response (–) primitive, either of which contains the (first) InstanceID of the original requesting APDU, and conveys it on the specified AR.

Upon receipt of the response or error APDU body, the initiating ASE uses the (first) InstanceID contained in the response or error APDU to associate the APDU with the appropriate state machine and request. Once that association has been made, the initiating ASE has available both the information from the received APDU and that from the associated request primitive. It delivers a confirmed-service confirmation primitive to the requesting FAL ASE which specifies success or failure, reports the reason for failure if a failure occurred, and cancels the associated transaction state machine.

If the timer associated with the state machine expires before the initiating ASE receives the returned response or error APDU, the AR ASE delivers a confirmed-service confirmation(–) primitive to the requesting FAL ASE and cancels the associated transaction state machine.

9.6.2 Notional FAL unconfirmed service procedures

The requesting user invokes an unconfirmed-service request primitive of its FAL AE. The appropriate FAL ASE builds the related unconfirmed-service request APDU body and conveys it on the specified AR.

Upon receipt of the unconfirmed-request APDU body, the receiving ASE(s) participating in the AR delivers the appropriate unconfirmed-service indication primitive to its user. Timeliness parameters are included in the indication primitive if the AR that conveyed the APDU body supports timeliness.

9.7 Common FAL attributes

In the specifications of the FAL classes that follow, many classes use the following attributes. Therefore, these attributes are defined here instead of with the other attributes for each of the classes, except for the data-type class.

ATTRIBUTES:

- 1 (o) Key attribute: Numeric identifier
- 2 (o) Key attribute: Name
- 3 (o) Attribute: User description
- 4 (o) Attribute: Object revision

Numeric identifier

This optional key attribute specifies the numeric id of the object. It is used as a shorthand reference by the FAL protocol to identify the object. There are three possibilities for identification purposes: numeric identifier or name or both. This attribute is required for the data type model.

Name

This optional key attribute specifies the name of the object. There are three possibilities for identification purposes: numeric identifier or name or both.

User description

This optional attribute specifies user defined descriptive information about the object.

Object revision

This optional attribute specifies the revision level of the object. It is a structured attribute composed of major and minor revision numbers. If Object Revision is supported, it contains both a Major Revision and a Minor Revision with a value range 0 to 15 for each. The use of major/minor fields is intended to provide the following features:

Major revision

The Major Revision field contains the major revision value for the object. A change to the major revision indicates that interoperability is affected by the change.

Minor revision

The Minor Revision field contains the minor revision value for the object. A change to the minor revision indicates that interoperability was not affected by the change – that is users of the object will continue to be capable of interoperating with the object when its minor revision is changed, provided that the major revision remains the same.

9.8 Common FAL service parameters

In the specifications of the FAL services that follow, many services use the following parameters. Therefore, they are defined here instead of with the other parameters for each of the services.

AREP

This parameter specifies sufficient information to locally identify the AREP to be used to convey the service. This parameter may use a key attribute of the AREP to identify the application relationship. When an AREP supports multiple contexts (established using the initiate service) at the same time, the AREP parameter is extended to identify the context as well as the AREP.

NOTE The AREPs at a request and corresponding indication are local, and therefore not identical. However, they are related by being distinct endpoints of the same AR. The AREPs of results, as conveyed by response and confirm primitives, are those of the corresponding indication and request primitives, respectively. The manner by which an implementation of these abstract services makes that correlation is not specified in the abstract service definition, but it is possible that the manner of correlation is specified in the associated concrete protocol specification.

FAL ASE/FAL class

This parameter specifies the FAL ASE (e.g. AP, AR, variable, data-type, event, function-invocation, load-region) and the FAL class within the ASE (e.g. AREP, variable-list, notifier, action).

Numeric ID

This parameter is the numeric identifier of the object.

Error info

This parameter provides error information for service errors. It is returned in confirmed service response(-) primitives. It is composed of the following elements.

Error class

This parameter indicates the general class of error. Valid values are specified in the definition of error code parameter, below.

Error code

This parameter identifies the specific service error.

Additional code

This optional parameter identifies the error encountered when processing the request specific to the object being accessed. When used, the value submitted in the response primitive is delivered unchanged in the confirmation primitive.

Additional detail

This optional parameter specifies user data that accompanies the negative response. When used, the value submitted in the response primitive is delivered unchanged in the confirmation primitive.

9.9 APDU size

APDU size is communication model dependent.

10 Data type ASE**10.1 Overview****10.1.1 General**

Fieldbus data types specify the machine independent syntax for application data conveyed by FAL services. The fieldbus application layer supports the definition and transfer of both basic and constructed data types. Encoding rules for the data types specified in Clause 10 are provided in the type specific parts of the IEC 61158-6 series.

Basic types are atomic types that cannot be decomposed into more elemental types. Constructed types are types composed of basic types and other constructed types. Their complexity and depth of nesting are not constrained by the parts of the IEC 61158-5 series.

Data types are defined as instances of the data type class, as shown in Figure 22. Only a subset of the data types defined in Clause 10 are shown in Figure 22. Defining new types is accomplished by providing a new numeric id and supplying values for the attributes defined for the data type class.

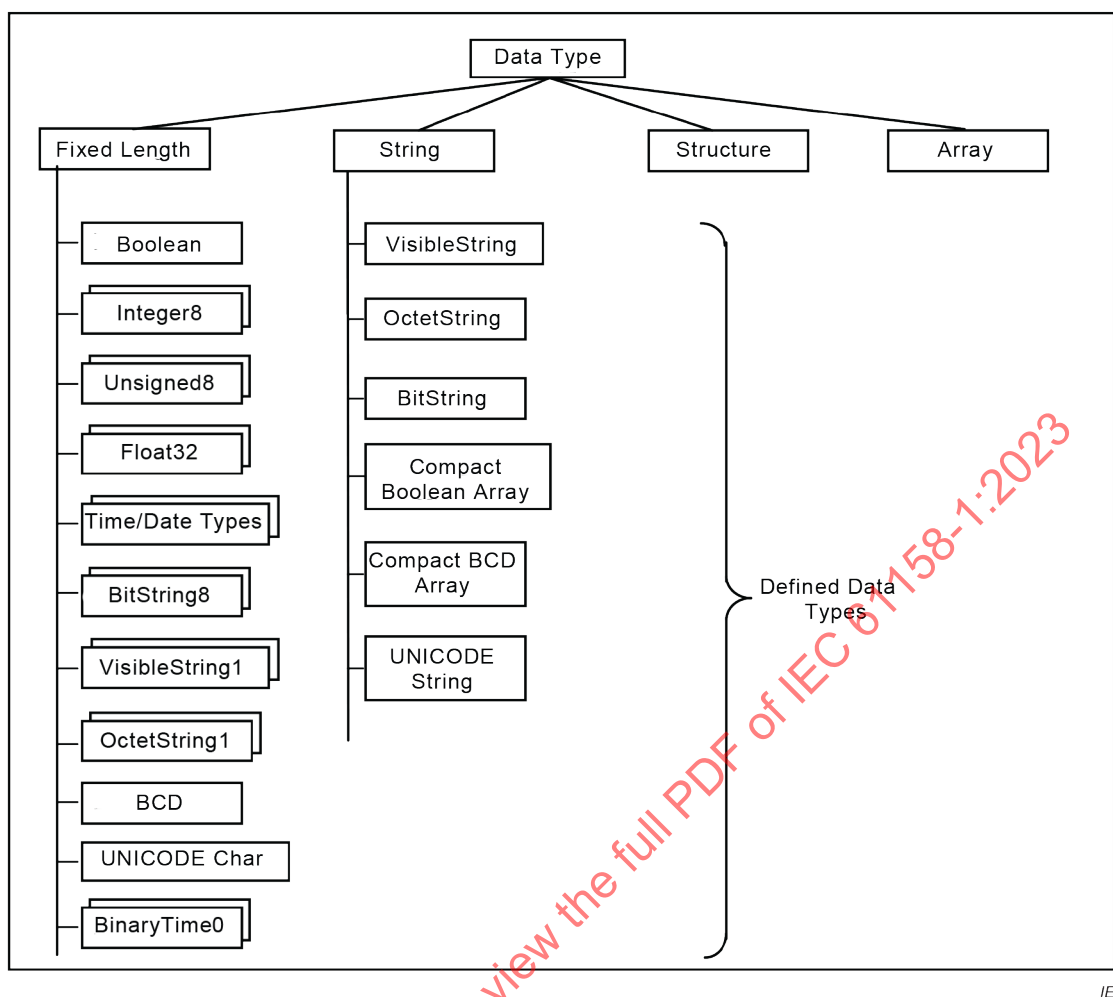


Figure 22 – Data-type class hierarchy example

The data type definitions in Figure 22 are represented as a class/format/instance structure beginning with data type class entitled "data-type". The formats for data types are defined by the data type class and are represented in Figure 22.

The basic data classes are used to define fixed length and bitstring data types. Standard types taken from the ISO/IEC 8824 series are referred to as *simple* data types. Other standard basic data types are defined specifically for fieldbus applications and are referred to as *specific types*.

The constructed types specified in this document are strings, arrays and structures. There are no standard types defined for arrays and structures.

10.1.2 Overview of basic types

Most basic types are defined from a set of types in ISO/IEC 8824 series (simple types). Some types of the ISO/IEC 8824 series have been extended for fieldbus specific use (specific types).

Simple types are universal types of ISO/IEC 8824 series. They are defined in this document to provide them with fieldbus class identifiers.

Specific types are basic types defined specifically for use in the fieldbus environment. They are defined as simple class subtypes.

Basic types have a constant length. Two variations are defined, one for defining data types whose length is an integral number of octets, and one for defining data types whose length is bits.

NOTE Boolean, Integer, OctetString, VisibleString, and UniversalTime are defined in this document for the purpose of assigning fieldbus class identifiers to them. This document does not change their definitions as specified in the ISO/IEC 8824 series.

10.1.3 Overview of fixed-length types

The length of fixed-length types is an integral number of octets.

10.1.4 Overview of constructed types

10.1.4.1 Strings

A string is composed of an ordered set, variable in number, of homogeneously typed fixed-length elements.

10.1.4.2 Arrays

An array shall be composed of an ordered set of homogeneously typed elements. There are no restrictions on the data type of array elements placed, but each element shall be of the same type. Once defined, the number of elements in an array shall not be changed.

10.1.4.3 Structures

A structure shall be made of an ordered set of heterogeneously-typed elements called fields. Like arrays, this document does not restrict the data type of fields. However, the fields within a structure do not have to be of the same type.

10.1.4.4 Nesting level

This document permits arrays and structures to contain arrays and structures. It places no restriction on the number of nesting levels allowed.

When an array or structure contains constructed elements, access to a single element in its entirety may be provided. Access to sub elements of the constructed element may also be provided.

10.1.5 Specification of user-defined data types

Users may find it necessary to define custom data types for their own applications. User defined types are supported as instances of data type classes.

If user-defined types are supported by a communication type, then they shall be specified in the same manner as basic data types are specified. They shall be defined by providing values for the attributes specified for their class.

10.1.6 Transfer of user data

User data is transferred between applications by the FAL protocol. All encoding and decoding are performed by the FAL user.

The rules for encoding user data in FAL protocol data units are data type dependent. These rules are defined in parts of the IEC 61158-6 series. User-defined data types for which there are no encoding rules shall be transferred as a variable-length sequence of octets. The format of the data within the octet string shall be defined by the user.

10.2 Formal definition of data type objects

10.2.1 Data type class

10.2.1.1 Template

The data type class specifies the root of the data type class tree. Its parent class "top" indicates the top of the FAL class tree.

FAL ASE: DATA TYPE ASE

CLASS: DATA TYPE

CLASS ID: 5 (FIXED LENGTH & STRING), 6 (STRUCTURE), 12 (ARRAY)

PARENT CLASS: TOP

ATTRIBUTES:

1	(o)	Key attribute:	Data type numeric identifier
2	(o)	Key attribute:	Data type name
3	(m)	Attribute:	Format (FIXED LENGTH, STRING, STRUCTURE, ARRAY)
4	(c)	Constraint:	Format = FIXED LENGTH STRING
4.1	(m)	Attribute:	Octet length
5	(c)	Constraint:	Format = STRUCTURE
5.1	(m)	Attribute:	Number of fields
5.2	(m)	Attribute:	List of fields
5.2.1	(o)	Attribute:	Field name
5.2.2	(m)	Attribute:	Field data type
6	(c)	Constraint:	Format = ARRAY
6.1	(m)	Attribute:	Number of array elements
6.2	(m)	Attribute:	Array element data type

10.2.1.2 Attributes

Data type numeric identifier

This optional attribute identifies the numeric identifier of the related data type.

Data type name

This optional attribute identifies the name of the related data type.

Format

This mandatory attribute identifies the data type as a fixed-length, string, array, or data structure.

Octet length

This conditional attribute defines the representation of the dimensions of the associated type object. It is present when the value of the format attribute is "FIXED LENGTH" or "STRING". For FIXED LENGTH data types, it represents the length in octets. For STRING data types, it represents the length in octets for a single element of a string.

Number of fields

This conditional attribute defines the number of fields in a structure. It shall be present when the value of the format attribute is "STRUCTURE".

List of fields

This conditional attribute is an ordered list of fields contained in the structure. Each field is specified by its number and its type. Fields shall be numbered sequentially from 0 (zero) in the order in which they occur. Partial access to fields within a structure is supported by identifying

the field by number. This attribute shall be present when the value of the format attribute is "STRUCTURE".

Field name

This conditional, optional attribute specifies the name of the field. It may be present when the value of the format attribute is "STRUCTURE".

Field data type

This conditional attribute specifies the data type of the field. It shall be present when the value of the format attribute is "STRUCTURE". This attribute may itself specify a constructed data type either by referencing a constructed data type definition by its numeric id, or by embedding a constructed data type definition here. When embedding a description, the embedded-data-type description shown below shall be used.

Number of array elements

This conditional attribute defines the number of elements for the array type. Array elements shall be indexed starting at "0" through "n-1" where the size of the array is "n" elements. This attribute shall be present when the value of the format attribute is "ARRAY".

Array element data type

This conditional attribute specifies the data type for the elements of an array. All elements of the array shall have the same data type. It shall be present when the value of the format attribute is "ARRAY". This attribute may itself specify a constructed data type either by referencing a constructed data type definition by its numeric id, or by embedding a constructed data type definition here. When embedding a description, the embedded-data-type description shown below shall be used.

Embedded-data-type description

This attribute is used to recursively define embedded data types within a structure or array. The template below defines its contents. The attributes shown in the template are defined above in the data type class, except for the embedded-data-type attribute, which is a recursive reference to this attribute. It is used to define nested elements.

ATTRIBUTES:

1	(m)	Attribute:	Format (FIXED LENGTH, STRING, STRUCTURE, ARRAY)
2	(c)	Constraint:	Format = FIXED LENGTH STRING
2.1	(m)	Attribute:	Data type numeric ID value
2.2	(m)	Attribute:	Octet length
3	(c)	Constraint:	Format = STRUCTURE
3.1	(m)	Attribute:	Number of fields
3.2	(m)	Attribute:	List of fields
3.2.1	(m)	Attribute:	Embedded data type description
4	(c)	Constraint:	Format = ARRAY
4.1	(m)	Attribute:	Number of array elements
4.2	(m)	Attribute:	Embedded data type description

10.2.2 Void

To avoid a single subclause below 10.2.

11 Fieldbus system requirements

11.1 General

The different industrial automation applications, such as process automation, factory automation and water/waste water treatments have specific requirements. The fieldbus systems defined in IEC 61158 series are designed to fulfill the requirements of networks for industrial automation applications.

Clause 11 outlines the fundamental requirements of an industrial control network.

11.2 Industrial control network

An industrial control network provides deterministic, reliable and dependable performance for industrial applications. Network and system response times shall always be fast enough to support the application time-constants.

EXAMPLE Motor and motion controls typically need microsecond response times, flow and pressure controls need millisecond response times, and liquid level applications typically need second response times.

NOTE 1 Industrial control networks are also known as industrial automation networks.

NOTE 2 Fieldbuses are designed to fulfill the requirements of industrial control networks.

An industrial control network is a group of devices that share the following features:

- participate in a common user application to provide control or management supervision of a process or machine;
- allocate network resources by a single communication access schedule or a set of interrelated access controls that meet with the intended control application performance.

Industrial control networks support control applications which operate "actuator outputs" to interact with the real world. Incorrect outputs can cause harm to people, the environment and equipment. For these reasons, designers of industrial control networks pay great attention to security and protection from external interference to ensure the installed network maintains its target performance over the entire life cycle.

When industrial control networks communicate with external entities, or other networks, the interconnection can be managed by the network user.

Control applications are typically subject to rigorous safety and security analysis to minimize the consequences of faulty operation and to ensure robustness and integrity.

NOTE 3 See IEC 61784-3 for the relationship of the fieldbus standards in IEC 61158 series with other safety standards.

NOTE 4 Applications using other networks such as general sensor networks, ubiquitous networks, and IT networks can also have real privacy and timeliness concerns, however from an industrial viewpoint, such networks are considered to be less critical than industrial control networks.

11.3 Communication between industrial control networks and other networks

Industrial control networks may operate as closed systems or they may include mechanisms for exchange of data with other networks.

An example mechanism is an application gateway that provides proxy functions to filter and manage external requests so that the designed control performance is retained.

Appropriate security measures should be included for all external connections. Additional information can be found in the IEC 62443 series.

11.4 Quality of service features of an industrial control network

11.4.1 General

To support the requirements of control and monitoring applications, industrial control networks shall have the following characteristics:

- communication access to support timely transfer of data within the time window required by the application;
- prioritized system data transfer to achieve desired performance.

See the IEC 61784-1 series, the IEC 61784-2 series and the IEC 62439 series for additional information on performance requirements and high availability networks.

11.4.2 Control data transfer mechanisms

11.4.2.1 Overview

The required data transfer performance could be achieved by one or more of the following methods:

- a continuous cyclic operating schedule based on a client/server model (see 9.3.3.3.2),
- a time based operating schedule based on a client/server model (see 9.3.3.3.2) or based on a publisher/subscriber model (see 9.3.3.3.3),
- an event-driven mechanism based on a publisher/subscriber model (see 9.3.3.3.3),
- or other suitable methods.

The configuration process shall ensure that the repetition interval for important control actions is shorter than the sampling interval required by the application.

NOTE 1 The configuration method is beyond the scope of IEC 61158 series.

NOTE 2 Examples for some configuration methods are in IEC 61804 series, IEC 62453 series and ISO 15745 series.

11.4.2.2 Continuous cyclic operation

This method of data transfer uses continuous cyclic repetition of a predefined sequence of exchanges.

If background or unscheduled data transfers are supported, then network management and the schedule construction process shall ensure the worst cycle repetition rate does not prevent acceptable control performance.

11.4.2.3 Time based scheduling

This method of data transfer uses time triggered repetition of a predefined schedule of 'foreground' data transfer actions.

In these applications, the schedule construction process shall ensure that each part of the schedule ends before the start time for the next part of the schedule. Spare time between the end of one schedule and start of the next may be made available for background or unscheduled data transfer services.

The configuration process shall ensure that scheduled transfers are able to complete within their allocated time slot and initiators of background transfers are not permitted to start any transaction that could overrun the available spare time and delay the start of the next scheduled transfer.

11.4.2.4 Event driven operation

This method of data transfer uses event flow that determines the scheduling.

11.4.2.5 Non-time-critical communication

In most industrial control networks, some spare data transfer capacity is reserved for future network expansion and support of background traffic for non-time-critical data transfer. This may include: network configuration, diagnostic and maintenance activities.

11.5 Special requirements for wireless networks

Within one premise, different wireless network technologies may be used. Appropriate measures shall be taken for coexistence management for the installed technologies and prevention of external or unwanted interference (see IEC 62657-2).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-1:2023

Annex A (informative)

Trade name declarations

Some profile names used in Clause 7 are trade names. Table A.1 shows the tradenames.

Table A.1 – Trade names of CPFs and CPs

Family CPF numbers	Technology name
1	FOUNDATION™ Fieldbus ³
FSCP 1/1	FF-SIS™ ³
2	CIP™ ⁴
CP 2/1	ControlNet™ ⁴
CP 2/2	EtherNet/IP™ ⁴
CP 2/3	DeviceNet™ ⁴
FSCP 2/1	CIP Safety™ ⁴
3	PROFIBUS&PROFINET ⁵
CP 3/1, CP 3/2	PROFIBUS ⁵
CP 3/4, CP 3/5, CP 3/6, CP 3/7	PROFINET ⁵
FSCP 3/1	PROFIsafe™ ⁵
4	P-NET® ⁶
5	WorldFIP® ⁷
6	INTERBUS® ⁸
FSCP 6/7	INTERBUS Safety™ ⁸

³ FOUNDATION™ Fieldbus and FF-SIS™ are trade names of the FieldComm Group. 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 a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

⁴ CIP™, ControlNet™, EtherNet/IP™, DeviceNet™ and CIP Safety™ are trade names 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 a related profile does not require use of the trade names. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

⁵ PROFIBUS, PROFINET and PROFIsafe™ are trade names of the non-profit organization PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade names holder or any of its products. Compliance with a related profile does not require use of the registered trade name. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

⁶ P-NET is the trade name of International P-NET User Organisation ApS (IPUO). 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 a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

⁷ WorldFIP is the trade name of the WorldFIP organization. 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 a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

⁸ INTERBUS and INTERBUS Safety™ are trade names of Phoenix Contact GmbH & Co. KG. 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 a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

Family CPF numbers	Technology name
8	CC-Link and CC-LINK IE ⁹
FSCP 8/1, FSCP 8/2	CC-Link Safety™ ⁹
9	HART®, WirelessHART® ¹⁰
10	Vnet/IP ¹¹
11	TCnet ¹²
12	EtherCAT® ¹³
FSCP 12/1	Safety-over-EtherCAT® ¹³
13	Ethernet POWERLINK ¹⁴
FSCP 13/1	openSAFETY™ ¹⁴
14	EPA ¹⁵
FSCP 14/1	EPA Safety® ¹⁵
15	MODBUS®-RTS ¹⁶
16	SERCOS ¹⁷

- ⁹ CC-Link, CC-Link/LT, CC-Link IE and CC-Link Safety™ are trade names of Mitsubishi Electric Co., control of trade name use is given to CC-Link Partner Association. 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 a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁰ HART and WirelessHART are registered trade names of the FieldComm Group. 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 a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹¹ Vnet/IP is a trade name of Yokogawa Electric Corporation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance with a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹² In Japan, TCnet is a trade name of TOSHIBA Corporation. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance with a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹³ EtherCAT™ and Safety-over-EtherCAT® are registered trade names of Beckhoff, Verl. 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 a related profile does not require use of the trade names. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.
- ¹⁴ Ethernet POWERLINK and openSAFETY™ are trade names of Bernecker&Rainer Industrieelektronik Ges.m.b.H., control of trade name use is given to the non profit organization EPSG. 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 a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁵ EPA™ and EPA Safety® are trade names of SUPCON Group Co. Ltd. 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 a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁶ Modbus is a trademark of Schneider Automation Inc., registered in the United States of America and other countries. 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 a related profile does not require use of the trademark. Use of the trademark requires permission of the trademark holder.
- ¹⁷ SERCOS is a trade name of Sercos international e.V. 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 a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

Family CPF numbers	Technology name
17	RAPIEnet ¹⁸
FSCP 17/1	RAPIEnet Safety™ ¹⁸
18	SafetyNET p ¹⁹
FSCP 18/1	SafetyNET p ¹⁹
19 CP 19/3	MECHATROLINK ²⁰ Σ-LINKII
20	ADS-net ²¹
21	FL-net ²²
22	AUTBUS® ²³

¹⁸ RAPIEnet and RAPIEnet Safety™ are trade names of LS ELECTRIC. 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 a related profile to this profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

¹⁹ SafetyNET p is a trade name of the Pilz GmbH & Co. KG. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance with a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

²⁰ MECHATROLINK is a trade name of YASKAWA ELECTRIC CORPORATION. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance with a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

²¹ In Japan, μΣNETWORK-1000 is the trade name of Hitachi. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance with a related profile does not require use of the trade name μΣNETWORK-1000. Use of the trade name μΣNETWORK-1000 requires permission of the trade name holder. ADS-net, ADS-net/μΣNETWORK-1000 and ADS-net/NX are used to describe the communication concept specified in Type 25 and the profiles in CPF 20.

²² FL-net is the trade name of JEMA/FL-net: The Japan Electrical Manufacturers' Association / the Factory Automation Link network. 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 a related profile does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

²³ AUTBUS® is the trade name of Kyland Technology Co., Ltd. This information is given for the convenience of users of this part 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 AUTBUS®. Use of the trade name AUTBUS® requires permission of Kyland Technology Co., Ltd.

Annex B (informative)

Media selection for fieldbus systems

B.1 General

The essential criteria for an acceptable industrial control network media is the provision of required data transfer capacity with suitable immunity to electromagnetic and environmental interference, and acceptable levels of lifetime cost for installation and maintenance.

The different fieldbus types specified in the IEC 61158 series provide access to several types of media with acceptable channel data transfer performance so the user choice can be made on a cost/benefit basis.

B.2 Cabled media

Cabled media may be wire, or fibre, most installations require dedicated media, see 8.1.1.

See 8.1 for a summary of the supported media and IEC 61158-2 for details of the various fieldbus types. The IEC 61784-1 series and the IEC 61784-2 series provide the recommended media for each fieldbus communication profile. IEC 61918 and the Type specific parts of the IEC 61784-5 series specify the distinct installation requirements.

B.3 Wireless media

The requirements of and guidance for selecting among different solutions for wireless communication networks in industrial applications are specified in IEC 62657-1.

B.4 Media needing special consideration

To fulfill specific application requirements it might be necessary in industrial control networks to use media not specified in the IEC 61158 series, examples are

- leased line or dedicated channel in a third party or public telephone network,
- licensed radio band,
- public telephone dial up connection,
- Ethernet or internet technology over office/factory networks, provided that the routers are configured to provide reserved bandwidth for industrial control network traffic,
- wireless communication with unknown characteristics over public radio bands, or
- other unknown networks.

NOTE The use of these media is beyond the scope of this document.

B.5 Performance characteristics of open and public networks

B.5.1 Public network types

Many networks use publicly available or open communication facilities such as Wi-Fi, unlicensed wireless bands, public internet channels, public telephone networks.

The structure of these networks is usually described as open, flexible, ubiquitous, reconfigurable, self-organizing, adaptive.

In general, membership in a public network is available to any device or person with the appropriate technical capability and meeting the registration or subscription requirements.

B.5.2 Performance characteristics of public networks

B.5.2.1 Lack of predictability and reliability

Any new device meeting the participation requirements of a public network can exert its right to communicate; this will degrade existing application performance by one or more of the following mechanisms.

- Destructive collisions. Open networks have a continually changing population of devices able to use the media. At any time, one or more devices can attempt to communicate causing destructive collisions, reduced bandwidth availability and lack of determinism.
- Randomly changing message transfer performance. Open internet and telephone based networks are able to avoid destructive collisions by various techniques. However, access delays still occur and throughput performance will always randomly change with the number of active users of the network.
- Denial-of-services attacks might be encountered.

For these reasons, message transfer performance in public networks will always be unpredictable.

B.5.2.2 Unsuitability for control applications

Most control applications require deterministic, reliable and dependable communications performance with known worst case responses.

The unpredictable nature of open and public networks means they are not suitable for control or any application that needs reliable, deterministic and dependable communication performance.

Open networks also have significant concerns related to privacy and security.

Owners of environments that include open networks need to ensure the networks are managed to minimise interference and provide the designed application performance throughout their lifetime.

Bibliography

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 bibliography.

IEC 60793-2-30:2015, *Optical fibres – Part 2-30: Product specifications – Sectional specification for category A3 multimode fibres*

IEC 60793-2-40:2021, *Optical fibres – Part 2-40: Product specifications – Sectional specification for category A4 multimode fibres*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61131-2, *Industrial-process measurement and control – Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

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 (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 61326 (all parts), *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

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

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

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

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

IEC 61784-3:2021, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions*

IEC 61784-3 (all parts), *Industrial communication networks – Profiles – Part 3: Functional safety fieldbuses*

IEC 61784-3-1, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-1: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 1*

IEC 61784-3-2, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-2: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 2*

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

IEC 61784-3-6, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-6: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 6*

IEC 61784-3-8, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-8: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 8*

IEC 61784-3-12, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-12: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 12*

IEC 61784-3-13, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-13: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 13*

IEC 61784-3-14, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-14: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 14*

IEC 61784-3-17, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-17: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 17*

IEC 61784-3-18, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-18: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 18*

IEC 61784-5-1, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-1: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 1*

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

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

IEC 61784-5-4, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-4: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 4*

IEC 61784-5-6, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-6: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 6*

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

IEC 61784-5-10, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-10: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 10*

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

IEC 61784-5-12, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-12: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 12*

IEC 61784-5-13, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-13: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 13*

IEC 61784-5-14, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-14: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 14*

IEC 61784-5-15, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-15: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 15*

IEC 61784-5-16, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-16: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 16*

IEC 61784-5-17, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-17: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 17*

IEC 61784-5-18, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-18: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 18*

IEC 61784-5-19, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-19: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 19*

IEC 61784-5-20, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-20: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 20*

IEC 61784-5-21, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-21: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 21*

IEC 61804 (all parts), *Devices and integration in enterprise systems – Function blocks (FB) for process control and electronic device description language (EDDL)*

IEC 61918:2018:2018, *Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises*
IEC 61918:2018/AMD1:2022

IEC TR 62390, *Common automation device – Profile guideline*

IEC 62439 (all parts), *Industrial communication networks – High availability automation networks*

IEC 62443 (all parts), *Industrial communication networks – Network and system security*

IEC 62453 (all parts), *Field device tool (FDT) interface specification*

IEC 62591, *Industrial networks – Wireless communication network and communication profiles – WirelessHART*

IEC 62601, *Industrial networks – Wireless communication network and communication profiles – WIA-PA*

IEC 62657-1, *Industrial communication networks – Wireless communication networks – Part 1: Wireless communication requirements and spectrum considerations*

IEC 62657-2:2022, *Industrial networks – Coexistence of wireless systems – Part 2: Coexistence management*

IEC 62657-3:2022, *Industrial networks – Coexistence of wireless systems – Part 3: Formal description of the automated coexistence management and application guidance*

IEC 62657-4:2022, *Industrial networks – Coexistence of wireless systems – Part 4: Coexistence management with central coordination of wireless applications*

IEC 62734, *Industrial networks – Wireless communication network and communication profiles – ISA 100.11A*

IEC 62948, *Industrial networks – Wireless communication network and communication profiles – WIA-FA*

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

ISO/IEC 8824 (all parts), *Information Technology – Abstract Syntax Notation One (ASN-1)*

ISO/IEC 8886:1996, *Information technology – Open systems interconnection – Data link service definition*

ISO/IEC 9545, *Information technology – Open Systems Interconnection – Application Layer structure*

ISO/IEC TR 10000-1:1998, *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*

ISO 9506 (all parts), *Industrial automation systems – Manufacturing Message Specification*

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

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

ISO 15745 (all parts), *Industrial automation systems and integration – Open systems application integration framework*

IEEE Std 802.3, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and Information exchange between systems – Local and Metropolitan Area Networks – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer*

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

IEEE Std 802.15.4, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Part 15.4: Low – Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)*

TIA-485-A:1998, *Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems*

IETF RFC 791, *Internet Protocol*; available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2021-mm-dd]

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-1:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	80
1 Domaine d'application	82
2 Références normatives	82
3 Termes, définitions et abréviations	82
3.1 Termes et définitions	82
3.2 Abréviations et symboles	83
4 Lignes directrices pour les intégrateurs et les utilisateurs	84
4.1 Données de base et objectif	84
4.2 Options prises en charge	84
4.3 Avantages de l'utilisation d'un style commun et formel	85
5 Concept de la série IEC 61158	85
6 Mapping avec le Modèle de référence de base OSI	89
6.1 Vue d'ensemble	89
6.2 Service et protocole de la couche physique	90
6.3 Service de couche de liaison de données	92
6.4 Protocole de couche de liaison de données	93
6.5 Service de couche d'application	93
6.6 Protocole de couche d'application	94
7 Structure de la série IEC 61158 et de la série IEC 61784	95
7.1 Couche physique IEC 61158	95
7.2 Couche de liaison de données IEC 61158	95
7.3 Couche d'application IEC 61158	96
7.4 Profils de bus de terrain de la série IEC 61784-1 et de la série IEC 61784-2	97
7.5 Profils de communication de sécurité fonctionnelle de la série IEC 61784-3	102
7.5.1 Généralités	102
7.5.2 Concepts généraux et profils spécifiques à la technologie	103
7.5.3 Lignes directrices d'évaluation	104
7.6 Profils d'installation de la série IEC 61784-5	104
7.7 Profils de communication des réseaux de communication sans fil	107
8 Bref récapitulatif des caractéristiques de service et de protocole de chaque type de bus de terrain	107
8.1 Récapitulatif des caractéristiques du service et du protocole de couche physique et du support utilisé	107
8.1.1 Généralités	107
8.1.2 Type 1: supports	107
8.1.3 Type 2: Supports à câble coaxial et optique	108
8.1.4 Type 3: Supports câblés et optiques à paire torsadée	108
8.1.5 Type 4: Support câblé	108
8.1.6 Type 5: Supports câblés et optiques	108
8.1.7 Type 6: Vide	108
8.1.8 Type 7: Supports câblés et optiques	108
8.1.9 Type 8: Supports câblés et optiques à paire torsadée	109
8.1.10 Type 9: Supports câblés et optiques	109
8.1.11 Type 10: Supports câblés, optiques et sans fil	109
8.1.12 Type 11: Supports câblés et optiques	109
8.1.13 Type 12: Supports câblés et optiques	109
8.1.14 Type 13: Supports câblés et optiques	109

8.1.15	Type 14: Supports câblés et optiques	109
8.1.16	Type 15: Supports câblés et optiques	109
8.1.17	Type 16: Supports optiques	109
8.1.18	Type 17: Supports câblés et optiques	109
8.1.19	Type 18: Support câblé	110
8.1.20	Type 19: Supports câblés et optiques	110
8.1.21	Type 20: Support câblé	110
8.1.22	Type 21: Supports câblés et optiques	110
8.1.23	Type 22: Supports câblés et optiques	110
8.1.24	Type 23: Supports câblés et optiques	110
8.1.25	Type 24: Supports câblés à paire torsadée	110
8.1.26	Type 25: Support câblé	110
8.1.27	Type 26: Supports câblés et optiques	110
8.1.28	Type 27: Support câblé	110
8.1.29	Type 28: Supports câblés et coaxial à paire torsadée	110
8.2	Récapitulatif des caractéristiques de service de couche de liaison de données	111
8.3	Récapitulatif des caractéristiques de protocole de couche de liaison de données	112
8.4	Récapitulatif des caractéristiques du service de couche d'application	114
8.5	Récapitulatif des caractéristiques du protocole de couche d'application	116
9	Concepts de description de service de couche d'application	119
9.1	Vue d'ensemble	119
9.2	Relations architecturales	119
9.2.1	Relation avec la couche d'application du Modèle de référence de base OSI	119
9.2.2	Relations avec d'autres entités de bus de terrain	120
9.3	Structure de la couche d'application de bus de terrain	122
9.3.1	Vue d'ensemble	122
9.3.2	Concepts fondamentaux	122
9.3.3	Processus d'application de bus de terrain	123
9.3.4	Objets de processus d'application	128
9.3.5	Entités d'application	131
9.3.6	Éléments de service d'application de bus de terrain	132
9.3.7	Relations d'application	136
9.4	Dénomination et adressage de la couche d'application de bus de terrain	139
9.4.1	Généralités	139
9.4.2	Identification des objets accessibles par la FAL	139
9.4.3	Adressage des processus d'application accessibles par la FAL	139
9.5	Récapitulatif de l'architecture	139
9.6	Procédures conceptuelles de service FAL	140
9.6.1	Procédures conceptuelles de service FAL confirmé	140
9.6.2	Procédures conceptuelles de service FAL non confirmé	141
9.7	Attributs FAL communs	142
9.8	Paramètres de service FAL communs	142
9.9	Taille d'APDU	143
10	ASE de type de données	143
10.1	Vue d'ensemble	143
10.1.1	Généralités	143

10.1.2	Vue d'ensemble des types de base.....	145
10.1.3	Vue d'ensemble des types de longueurs fixes.....	145
10.1.4	Vue d'ensemble des types construits.....	146
10.1.5	Spécification des types de données définis par l'utilisateur	146
10.1.6	Transfert de données utilisateur	146
10.2	Définition formelle des objets de type de données.....	147
10.2.1	Classe de type de données	147
10.2.2	Vide.....	148
11	Exigences du système de bus de terrain	149
11.1	Généralités	149
11.2	Réseau de contrôle industriel	149
11.3	Communication entre les réseaux de contrôle industriels et d'autres réseaux	150
11.4	Qualité des fonctions de service d'un réseau de contrôle industriel.....	150
11.4.1	Généralités	150
11.4.2	Mécanismes de transfert de données de contrôle.....	150
11.5	Exigences particulières pour les réseaux sans fil	151
Annexe A (informative)	Déclaration des appellations commerciales.....	152
Annexe B (informative)	Sélection du support des systèmes de bus de terrain.....	155
B.1	Généralités	155
B.2	Supports câblés	155
B.3	Supports sans fil	155
B.4	Supports nécessitant une attention particulière	155
B.5	Caractéristiques de performances des réseaux ouverts et publics	156
B.5.1	Types de réseaux publics	156
B.5.2	Caractéristiques de performances des réseaux publics	156
Bibliographie		157
Figure 1	– Exemple de système de bus de terrain.....	86
Figure 2	– Concept de DL/AL pour séparer les parties relatives au service et au protocole	88
Figure 3	– Modèle de référence de bus de terrain de base	90
Figure 4	– Modèle général de couche physique	91
Figure 5	– Relation de la couche de liaison de données avec d'autres couches de bus de terrain et les utilisateurs du service de liaison de données de bus de terrain	92
Figure 6	– Relation de la couche d'application de bus de terrain avec d'autres couches de bus de terrain et les utilisateurs du service d'application de bus de terrain	94
Figure 7	– Structure des familles de profils de communication	98
Figure 8	– Exemple de structure CPF	100
Figure 9	– Structure de document de l'IEC 61918 et partie spécifique à la famille de profils de communication de la série IEC 61784-5.....	106
Figure 10	– Relations avec le Modèle de référence de base OSI.....	120
Figure 11	– Positionnement architectural de la couche d'application de bus de terrain.....	121
Figure 12	– Interactions client/serveur.....	124
Figure 13	– Interactions du modèle pull	125
Figure 14	– Interactions du modèle push	126
Figure 15	– Services d'objets de processus d'application acheminés par la FAL.....	129
Figure 16	– Structure d'entité d'application	131

Figure 17 – Exemple d'éléments de service d'application FAL.....	133
Figure 18 – Gestion FAL des objets	134
Figure 19 – Acheminement de service ASE.....	135
Figure 20 – AREP définis et établis.....	138
Figure 21 – Composants de l'architecture FAL	140
Figure 22 – Exemple de hiérarchie de classe de type de données	144
Tableau 1 – Couches OSI et IEC 61158.....	89
Tableau 2 – CPF, CP et relations de type	101
Tableau 3 – Types d'opportunité définis pour les interactions éditeur/souscripteur.....	127
Tableau A.1 – Appellations commerciales des familles de profils de communication et des profils de communication.....	152

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-1:2023

COMMISSION ÉLECTRONIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 1: Vue d'ensemble et recommandations pour les séries IEC 61158 et IEC 61784

AVANT-PROPOS

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

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 permet 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 explicitement autorisées par les détenteurs respectifs des droits de propriété intellectuelle pour ces types.

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

L'IEC 61158-1 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 troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2019. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) ajout de la nouvelle technologie AUTBUS spécifiée dans le Type 28;
- b) ajout d'un profil supplémentaire dans l'IEC 61784-2-8 en référence au Type 23 (CP 8/6, CC-Link IE TSN);
- c) ajout d'un profil supplémentaire en référence au Type 24 (CP 19/3, Σ -LINKII);
- d) ajout d'un profil supplémentaire dans l'IEC 61784-2-19 en référence à un nouveau Type 27 (CP 19/4, MECHATROLINK-4).

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

Projet	Rapport de vote
65C/1199/FDIS	65C/1240/RVD

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

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.

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 1: Vue d'ensemble et recommandations pour les séries IEC 61158 et IEC 61784

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61158 précise le concept générique de bus de terrain.

Le présent document donne également une vue d'ensemble et des recommandations relatives à la série IEC 61158¹ en:

- expliquant la structure et le contenu de la série IEC 61158;
- associant la structure de la série IEC 61158 à l'ISO/IEC 7498-1 Modèle de référence de base OSI;
- présentant la structure logique de la série IEC 61784²;
- présentant la manière d'utiliser les parties de la série IEC 61158 en combinaison avec la série IEC 61784;
- donnant des explications relatives à certains aspects de la série IEC 61158 communs aux parties spécifiques au type de la série IEC 61158-5, y compris les concepts de description de la couche d'application de service et les types de données de bus de terrain génériques.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions et abréviations suivants 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>

3.1.1

système de communication

disposition du matériel, des logiciels et du support de propagation permettant d'assurer le transfert des messages d'une application à une autre

¹ Dans les pages suivantes du présent document, "l'IEC 61158" est utilisé comme qualificatif pour "l'IEC 61158 (toutes les parties)".

² Dans les pages suivantes du présent document, "l'IEC 61784" est utilisé comme qualificatif pour "l'IEC 61784 (toutes les parties)".

3.1.2**bus de terrain**

système de communication qui repose sur le transfert de données en série tel que typiquement utilisé dans des applications d'automatisation industrielle et de commande de processus

3.1.3**système de bus de terrain**

système qui utilise un bus de terrain avec des appareils connectés

3.1.4**message**

série ordonnée d'octets destinée à communiquer des informations

3.1.5**réseau**

support, connecteurs, répéteurs, routeurs, passerelles et éléments de communication de nœuds associés par lesquels un ensemble donné d'appareils de communication sont interconnectés

3.2 Abréviations et symboles

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes, reposant en partie sur les concepts présentés dans l'ISO/IEC 7498-1, s'appliquent:

AE	(application entity) entité d'application
AL	(application layer) couche d'application (N = 7)
APDU	(application layer protocol data unit) unité de données de protocole de couche d'application
APO	(application process object) objet de processus d'application
AR	(application relationship) relation d'application
AREP	(application relationship endpoint) point d'extrémité de relation d'application
ASE	(application service element) élément de service d'application
CP	(communication profile) profil de communication
CPF	(communication profile family) famille de profils de communication
DL-	(data-link layer) couche de liaison de données (préfixe)
DLL	(data-link layer) couche de liaison de données (N = 2)
FAL	(fieldbus application layer) couche d'application de bus de terrain
FSCP	(functional safety communication profile) profil de communication de sécurité fonctionnelle
IETF	Internet Engineering Task Force
ES	entrée-sortie
IP	(Internet protocol) protocole Internet (voir IETF RFC 791)
kbit/s	mille bits par seconde
Mbit/s	million de bits par seconde
LME	(layer management entity) entité de gestion de couche
couche-(n)	couche n du modèle de référence de base OSI
OSI	(open system interconnection) interconnexion de systèmes ouverts
Ph-	(physical layer) couche physique (préfixe)
PhL	(physical layer) couche physique (N = 1)
SIL	(safety integrity level) niveau d'intégrité de sécurité

4 Lignes directrices pour les intégrateurs et les utilisateurs

4.1 Données de base et objectif

Sur les marchés mondiaux, la communication exige une compréhension globale d'une spécification (norme ou autre). Les spécifications ISO/OSI fournissent une base commune de compréhension et d'acceptation entre les experts internationaux (fabricants et utilisateurs finaux).

Par exemple:

- ISO/IEC 7498-1 pour la structuration en couches générale et la création de structure générale;
- ISO/IEC 9545 pour la modélisation générale de la couche d'application;
- ISO/IEC 8886 pour la modélisation de la couche de liaison de données.

La série IEC 61158 précise un certain nombre de types de bus de terrain différents (IEC 61158-2 et les parties spécifiques au type de l'IEC 61158-3-*tt*, l'IEC 61158-4-*tt*, l'IEC 61158-5-*tt* et l'IEC 61158-6-*tt*). Par suite du travail d'harmonisation rédactionnelle mené par l'IEC, chaque spécification PhL, DLL et AL de la série IEC 61158 est présentée de manière homogène. Dans la mesure du possible, la description de chaque couche propose des points de vue, des concepts, des définitions et des méthodes de description communs.

NOTE Les listes des parties de la série IEC 61158 sont abrégées sous la forme IEC 61158-3-*tt*, IEC 61158-4-*tt*, IEC 61158-5-*tt* ou IEC 61158-6-*tt*, dans lesquelles *tt* représente un ou plusieurs numéros de type.

Cette démarche commune a été adoptée afin d'aider les utilisateurs et intégrateurs à bien comprendre les différentes spécifications. Elle a également pour objet de faciliter la comparaison des produits disponibles et leurs fonctions de communication.

La valeur ajoutée obtenue par le fait d'avoir plusieurs bus de terrain normalisés dans la série IEC 61158, la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2 est fournie dans l'IEC 61784-1-0, Annexe A.

4.2 Options prises en charge

La plupart des types de bus de terrain spécifiés dans la série IEC 61158 comprennent une plage d'options qu'il est possible de sélectionner et de configurer dans leurs spécifications particulières. En règle générale, seules certaines combinaisons limitées d'options fonctionnent entre elles ou interopèrent correctement.

Les combinaisons recommandées d'options sont rassemblées dans la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2.

La série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2 donnent aux utilisateurs et aux intégrateurs des précisions sur les spécifications de bus de terrain prises en charge, en fonction des options sélectionnées prévues pour fonctionner ensemble de manière cohérente et correcte. Dans la plupart des cas, les démonstrations de produit disponibles et l'expérience en usine prennent en charge ces profils.

L'IEC 61784-1-0 et l'IEC 61784-2-0 fournissent les éléments communs des familles de profils de communication (CPF) spécifiés dans les sous-parties 1 à n de la série IEC 61784-1 et de la série IEC 61784-2 correspondant aux numéros CPF 1 à n.

L'Annexe A de chaque partie CPF de la série IEC 61784-1 et l'Annexe A de chaque partie CPF de la série IEC 61784-2 facilitent la sélection du bus de terrain nécessaire en présentant les fonctions essentielles de chaque famille de protocole de bus de terrain profilé.

En conséquence, la feuille de route recommandée pour sélectionner un bus de terrain est la suivante:

- Article 5 à l'Article 8 du présent document;
- série IEC 61784-1, Annexe A de chaque partie CPF: Concepts de communication;
- série IEC 61784-2, Annexe A de chaque partie CPF: Performance indicator calculation (disponible en anglais seulement);
- les parties de la série IEC 61784-1 et de la série IEC 61784-2 qui précisent la CPF;
- les parties de la série IEC 61158 telles qu'elles sont référencées dans les parties CPF correspondantes de la série IEC 61784-1 et de la série IEC 61784-2 pour le profil de communication concerné sélectionné.

4.3 Avantages de l'utilisation d'un style commun et formel

L'utilisation d'un style commun et formel pour spécifier le système de communication présente les avantages suivants:

- l'aspect commun d'une spécification permet d'épargner beaucoup d'efforts lors de l'évaluation;
- une structure commune permet d'identifier et de spécifier des parties et un contenu communs;
- l'approche commune est la première étape permettant d'assurer une qualité et une stabilité à long terme;
- les parties et points manquants d'une spécification sont plus aisément identifiés par comparaison avec les autres spécifications, ce qui permet de simplifier la procédure d'examen et d'évaluation;
- une base commune facilite l'élaboration des procédures d'essai et de certification;
- les concepts modulaires prennent en charge les améliorations, extensions et adaptations ultérieures des nouvelles technologies.

5 Concept de la série IEC 61158

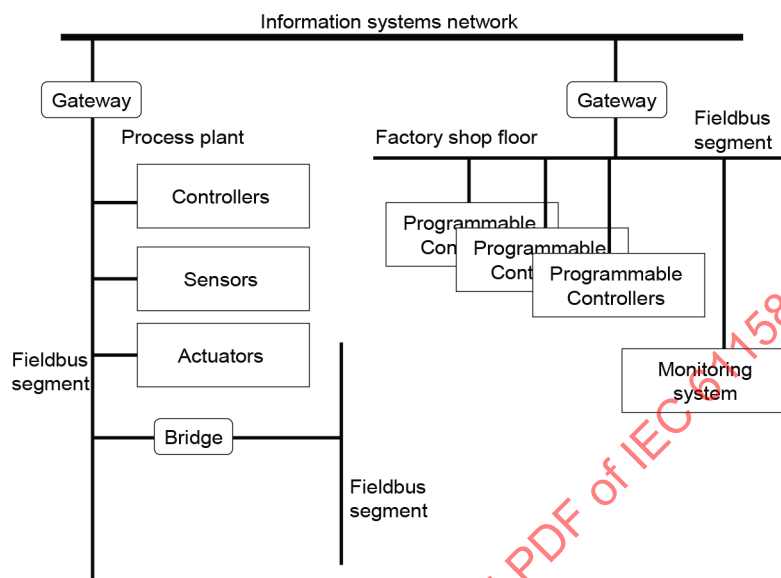
D'un point de vue conceptuel, un bus de terrain est un réseau de communication numérique industriel d'intégration d'appareils de commande et d'instrumentation industriels dans un système. Il s'agit d'appareils tels que des transducteurs, des capteurs, des actionneurs et des contrôleurs.

La série IEC 61158 précise un certain nombre de types de protocoles de bus de terrain. Chaque type de protocole est conçu pour permettre la communication entre plusieurs appareils de mesure et de commande. Les appareils communiquent directement avec les autres appareils du même type de protocole uniquement. Les exigences de base des réseaux de communication industriels de mesure et de commande sont données à l'Article 11.

Les appareils qui utilisent de manière compatible les mêmes protocoles pour les couches inférieures, mais dont les protocoles des couches supérieures diffèrent, peuvent être en mesure de partager un même support pour les couches inférieures.

Dans tous les cas, un type particulier de protocole de couche de liaison de données peut être utilisé sans restriction lorsqu'il est associé à des protocoles de couche physique et de couche d'application du même type ou avec d'autres combinaisons telles qu'elles sont spécifiées dans la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2. L'utilisation de différents types de protocoles dans d'autres combinaisons peut exiger d'obtenir l'autorisation auprès de leurs détenteurs de droit à la propriété intellectuelle respectifs.

Les types de protocoles définis dans la série IEC 61158 ont été conçus de manière à prendre en charge les systèmes de traitement des informations, de surveillance et de commande dans un secteur industriel particulier et ses domaines connexes. Un exemple d'application de communication de niveau inférieur à haute fiabilité entre des capteurs, des actionneurs et des contrôleurs locaux dans une usine, avec l'interconnexion des automates programmables, est représenté à la Figure 1.



IEC

Anglais	Français
Information systems network	Réseau de systèmes d'informations
Gateway	Passerelle
Process plant	Usine
Factory shop floor	Étage du magasin de l'usine
Fieldbus segment	Segment de bus de terrain
Controllers	Contrôleurs
Sensors	Capteurs
Actuators	Actionneurs
Programmable controllers	Automates programmables
Monitoring system	Système de surveillance
Bridge	Pont

Figure 1 – Exemple de système de bus de terrain

Un certain nombre de types de bus de terrain est spécifié dans la série IEC 61158 avec les concepts de décomposition suivants.

- a) **Premier concept:** La tâche de communication complexe est divisée en plusieurs couches qui reposent sur une adaptation de l'ISO/IEC 7498-1 et du Modèle de référence de base ISO/OSI, ce qui permet de bien structurer les fonctions et interfaces (voir l'Article 6). Les avantages sont les suivants:

- décomposition des tâches complexes;
- structure modulaire permettant d'adapter différentes technologies.

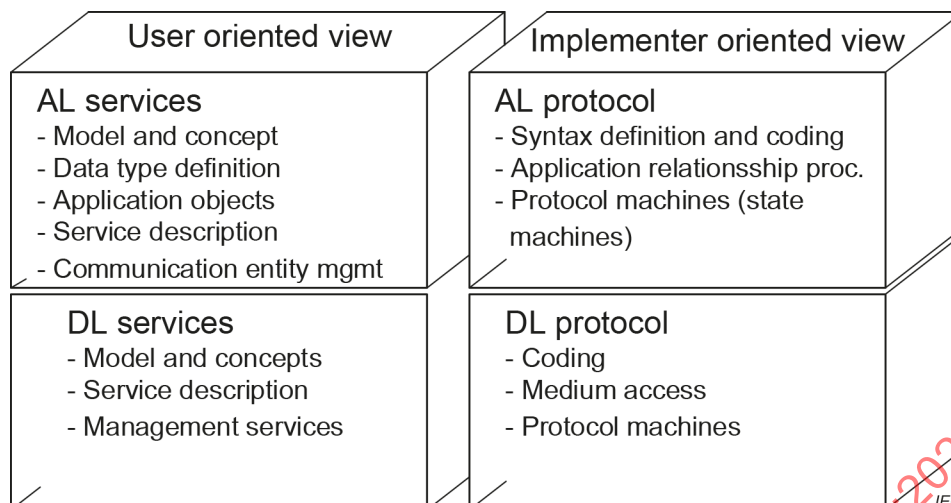
- b) **Deuxième concept:** Chaque type de bus de terrain est composé d'une ou de plusieurs spécifications de couche.

La plupart de ces types comprennent un certain nombre de services et d'options de protocole, et il est exigé de les choisir avec soin pour que le système de travail soit pris en charge. Les sélections compatibles d'options et de services dans l'un des types de bus de terrain IEC 61158 sont spécifiées comme étant des profils de communication normalisés dans la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2. La plupart de ces profils sont pris en charge par des consortiums ou des associations professionnelles identifiés dans la spécification de profil.

- c) **Troisième concept:** Les couches physiques, les couches de liaison de données et les couches d'application sont décrites de manière complémentaire, en matière de services proposés et de protocole qui procure ces services.

La Figure 2 représente les différences entre les points de vue du service et du protocole des couches de liaison de données et des couches d'application. Les parties relatives au protocole donnent une représentation orientée "intégrateur de la couche" tandis que les parties relatives au service donnent une représentation orientée "utilisateur de la couche".

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-1:2023



Anglais	Français
User oriented view	Représentation orientée utilisateur
Implementer oriented view	Représentation orientée intégrateur
AL services	Services AL
AL protocol	Protocole AL
Model and concept	Modèle et concept
Data type definition	Définition de type de données
Application objects	Objets d'application
Service description	Description de service
Communication entity mgmt	Gestion de l'entité de communication
Syntax definition and coding	Définition de syntaxe et codage
Application relationship procedures	Procédures de relations d'application
Protocol machines (state machines)	Machines de protocoles (diagrammes d'état)
DL services	Services DL
DL protocol	Protocole DL
Model and concepts	Modèle et concepts
Service description	Description de service
Management services	Services de gestion
Coding	Codage
Medium access	Accès au support
Protocol machines	Machines de protocoles

Figure 2 – Concept de DL/AL pour séparer les parties relatives au service et au protocole

La structure de la couche d'application se présente comme suit:

- la vue de couche d'utilisateur (le contenu) est décrite par les éléments de service de couche d'application (ASE) dans les parties spécifiques au type de la série IEC 61158-5; et
- la représentation orientée "intégrateur" (la méthode) est décrite par la relation d'application dans les parties spécifiques au type de la série IEC 61158-6.

La structure de la couche de liaison de données se présente comme suit:

- la vue de couche d'utilisateur (le contenu) est décrite par les services et modèles de couche de liaison de données dans les parties spécifiques au type de la série IEC 61158-3; et
- la représentation orientée "intégrateur" (la méthode) est décrite par les machines de protocole de couche de liaison de données et les principes d'accès au support dans les parties spécifiques au type de la série IEC 61158-4.

La structure de la couche physique est analogue, mais ses services pouvant être aisément décrits, ils sont décrits dans l'IEC 61158-2, avec les définitions des protocoles physiques:

- le contenu est décrit par les services et les modèles de la couche physique, et
- la méthode est décrite par les spécifications électriques et mécaniques de la couche physique.

6 Mapping avec le Modèle de référence de base OSI

6.1 Vue d'ensemble

Les types de protocoles IEC 61158 sont décrits suivant les principes, la méthodologie et le modèle de l'ISO/IEC 7498-1. Le modèle OSI propose une approche en couches des normes de communication, selon laquelle les couches peuvent être développées et modifiées de manière indépendante. La série IEC 61158 précise la fonctionnalité de haut en bas d'une pile OSI complète et, éventuellement, certaines fonctions pour les utilisateurs de la pile. Les fonctions des couches OSI intermédiaires (couches 3 à 6) peuvent être consolidées dans la couche de liaison de données IEC 61158, dans la couche d'application IEC 61158 ou peuvent être réalisées par une couche distincte. De même, certaines fonctions communes aux utilisateurs de la couche d'application de bus de terrain peuvent être fournies par la couche d'application IEC 61158 afin de simplifier la mise en fonctionnement par un utilisateur.

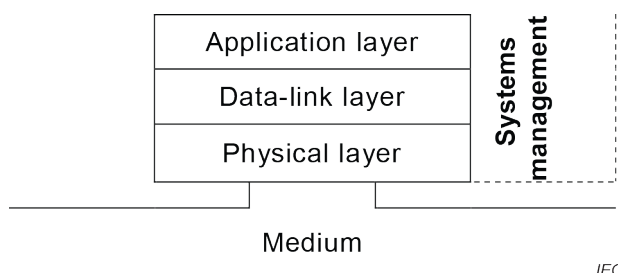
Le Tableau 1 présente les couches OSI, leurs fonctions et les couches équivalentes dans le modèle de référence de bus de terrain de base IEC 61158 (Figure 3).

Tableau 1 – Couches OSI et IEC 61158

Couche OSI	Fonction	Couche IEC 61158
7 Application	Traduit les demandes placées dans la pile de communication sous une forme comprise par les couches inférieures, et inversement	Application (IEC 61158-5- <i>tt</i> , IEC 61158-6- <i>tt</i>)
6 Présentation	Convertit les données en des formats de réseau normalisés	↑
5 Session	Crée et gère le dialogue entre les couches inférieures	↑
4 Transport	Assure la fiabilité et la transparence du transfert de données (transfert de bout en bout sur un réseau qui peut contenir plusieurs liaisons)	↓ ou ↑
3 Réseau	Assure l'acheminement des messages	↓ ou ↑
2 Liaison de données	Contrôle l'accès au support de communication. Détecte les erreurs (transfert de point à point sur une liaison)	Liaison de données (IEC 61158-3- <i>tt</i> , IEC 61158-4- <i>tt</i>)
1 Physique	Code/décodes les signaux de transmission/réception sous une forme adaptée au support de communication. Précise les caractéristiques des supports de communication	Physique (IEC 61158-2)

NOTE 1 -*tt* est un espace réservé pour les numéros de parties qui représentent les types.

NOTE 2 ↓ et ↑ indiquent que la fonctionnalité de cette couche, le cas échéant, est incluse dans la couche de bus de terrain la plus proche dans le sens de la flèche. Ainsi, il est possible que les fonctionnalités de réseau et de transport soient incluses dans la couche liaison de données ou dans la couche d'application, et il est possible que les fonctionnalités de session et de présentation soient incluses dans la couche d'application sans l'être dans la couche liaison de données.



Anglais	Français
Application layer	Couche d'application
Data-link layer	Couche de liaison de données
Physical layer	Couche physique
Systems management	Gestion de système
Medium	Support

Figure 3 – Modèle de référence de bus de terrain de base

6.2 Service et protocole de la couche physique

L'IEC 61158-2 contient des spécifications de couche physique qui correspondent à un grand nombre des différents types de protocoles de couche DL spécifiés dans les parties spécifiques au type de la série IEC 61158-4.

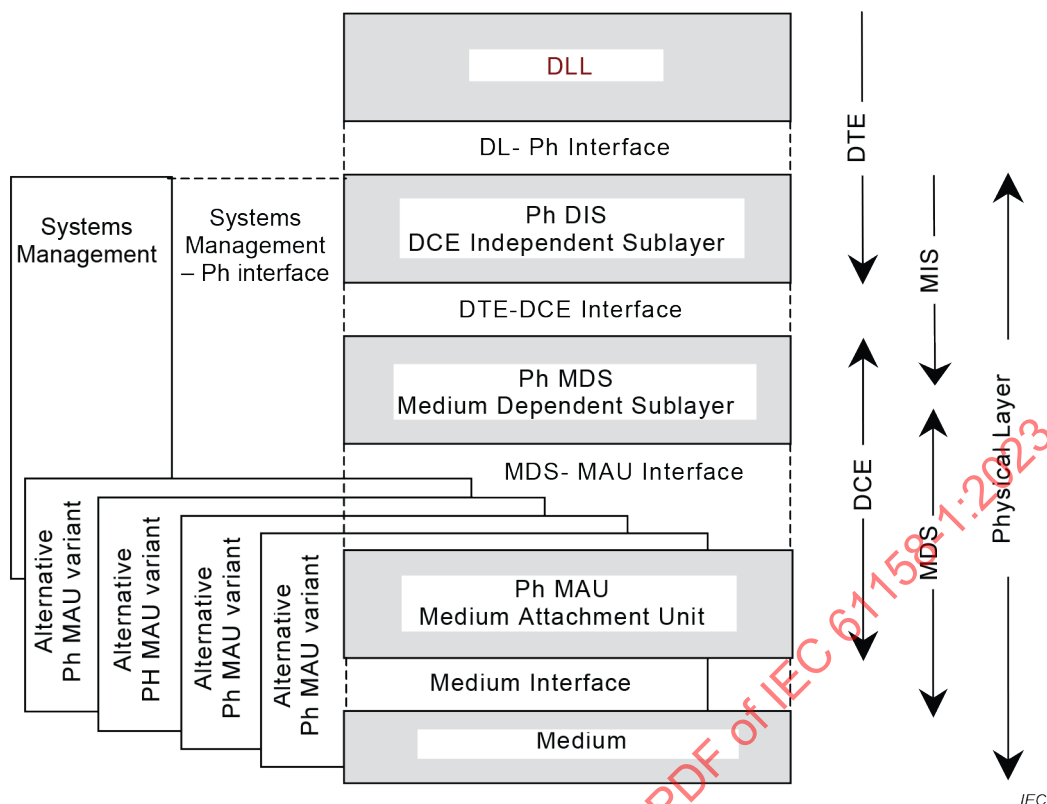
NOTE 1 Les numéros de type utilisés sont cohérents tout au long de la série IEC 61158.

NOTE 2 Tous les types ne disposent pas d'une spécification de couche physique dans l'IEC 61158-2. Dans ce cas, le profil de communication de la série IEC 61784-1 ou de la série IEC 61784-2 donne les références appropriées à d'autres normes.

NOTE 3 Pour faciliter la référence, les numéros de type sont donnés dans les noms d'articles. Cela signifie que la spécification donnée ici s'applique à ce type, son utilisation n'étant pas exclue pour d'autres types.

NOTE 4 Il revient à l'utilisateur de la série IEC 61158 de sélectionner des ensembles de dispositions interopérantes. Voir la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2 pour obtenir les profils de communication normalisés qui reposent sur la série IEC 61158.

Un modèle général de la couche physique est représenté à la Figure 4.



Anglais	Français
DLL	DLL
DL-Ph interface	Interface DL-Ph
DTE	ETTD
Systems Management	Gestion de systèmes
Systems Management – Ph interface	Gestion de systèmes – Interface Ph
Ph DIS DCE Independent Sublayer	Ph DIS Sous-couche indépendante de l'ETCD
MIS	MIS
DTE-DCE interface	Interface ETTD/ETCD
Ph MDS Medium Dependent Sublayer	Ph MDS Sous-couche dépendant du support
MDS-MAU interface	Interface MDS/MAU
DCE	ETCD
MDS	MDS
Physical Layer	Couche physique
Alternative Ph MAU variant	Variante Ph MAU alternative
Ph MAU Medium Attachment Unit	Ph MAU Unité de liaison au support
Medium Interface	Interface du support
Medium	Support

Figure 4 – Modèle général de couche physique

NOTE 5 Les types de protocoles utilisent un sous-ensemble d'éléments de structure.

NOTE 6 Étant donné que le Type 8 utilise un DIS plus complexe que celui des autres types, il utilise le terme MIS pour marquer la distinction.

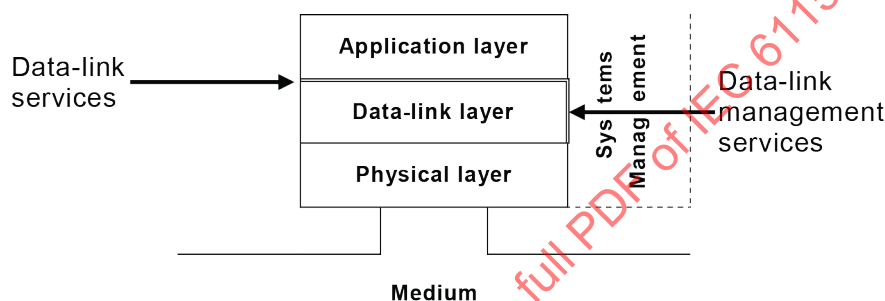
Les caractéristiques communes à toutes les variantes et tous les types sont les suivantes:

- transmission de données numériques; et
- communication semi-duplex (bidirectionnelle, mais dans une seule direction à la fois) ou bidirectionnelle simultanée.

6.3 Service de couche de liaison de données

Le service de liaison de données est fourni par le protocole de liaison de données, qui utilise les services disponibles à partir de la couche physique. Ces parties et les parties connexes de la série IEC 61158 définissent les caractéristiques du service de liaison de données que le protocole de niveau immédiatement supérieur peut exploiter. La relation entre les normes internationales en matière de service de liaison de données de bus de terrain, de protocole de liaison de données de bus de terrain, de protocole d'application de bus de terrain et de gestion de systèmes est représentée à la Figure 5.

NOTE La gestion de systèmes, telle qu'elle est utilisée dans la série IEC 61158, est un mécanisme local de gestion des protocoles de couche.



IEC

Anglais	Français
Application layer	Couche d'application
Data-link services	Services de liaison de données
Data-link layer	Couche de liaison de données
Systems management	Gestion de systèmes
Data-link management services	Services de gestion de liaison de données
Physical layer	Couche physique
Medium	Support

Figure 5 – Relation de la couche de liaison de données avec d'autres couches de bus de terrain et les utilisateurs du service de liaison de données de bus de terrain

Dans l'ensemble des normes de bus de terrain, le terme "service" désigne la capacité abstraite fournie par une couche du Modèle de référence de base OSI à la couche immédiatement supérieure. Un service de liaison de données défini dans la série IEC 61158 est donc un service architectural conceptuel, indépendant des divisions administratives et de mise en œuvre.

6.4 Protocole de couche de liaison de données

Le protocole de liaison de données fournit le service de liaison de données en utilisant les services disponibles à partir de la couche physique. La relation entre les Normes internationales en matière de service de liaison de données de bus de terrain, de protocole de liaison de données de bus de terrain, de service physique de bus de terrain et de gestion de systèmes est représentée à la Figure 5.

NOTE 1 La gestion de systèmes, telle qu'elle est utilisée dans la série IEC 61158, est un mécanisme local de gestion des protocoles de couche.

NOTE 2 Tous les types ne disposent pas d'une spécification de couche de liaison de données. Dans ce cas, le profil de communication de la série IEC 61784-1 ou de la série IEC 61784-2 donne les références appropriées à d'autres normes.

Les normes de protocole de liaison de données ont pour principal objet de fournir un ensemble de règles de communication, exprimées en matière de procédures à réaliser par des entités de liaison de données homologues (DLE - data-link entity) au moment de la communication. Ces règles de communication sont destinées à fournir une base de développement solide de façon à atteindre plusieurs objectifs:

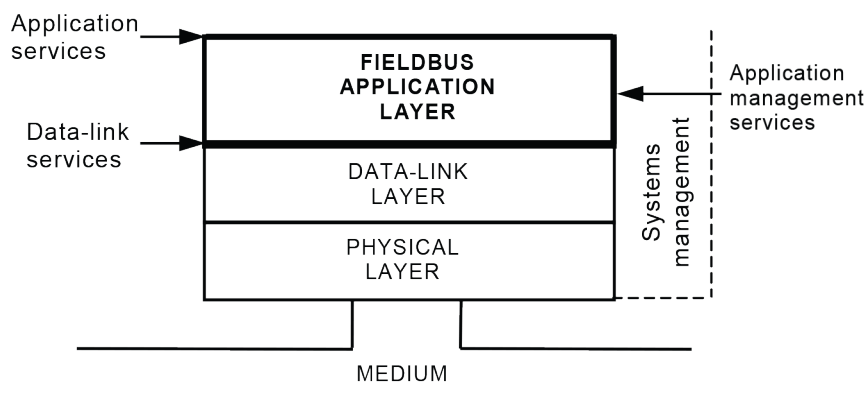
- a) servir de guide aux intégrateurs et aux concepteurs;
- b) être appliquées dans le cadre des essais et de l'achat d'équipements;
- c) être incorporées dans un accord sur l'accès des systèmes à l'environnement de systèmes ouverts;
- d) affiner la compréhension des communications prioritaires au sein de l'OSI.

Ces normes de protocole de liaison de données portent essentiellement sur la communication et le fonctionnement entre des capteurs, des actionneurs et d'autres appareils d'automatisation, ces normes étant utilisées avec d'autres normes OSI ou des modèles de référence de bus de terrain. Dans le cas contraire, des systèmes incompatibles peuvent fonctionner ensemble dans une quelconque combinaison.

6.5 Service de couche d'application

Le service d'application est assuré par le protocole d'application qui utilise les services disponibles à partir de la couche de liaison de données ou d'une autre couche immédiatement inférieure. Chaque partie de la série IEC 61158-5 définit les caractéristiques du service d'application que des protocoles de niveau immédiatement supérieur peuvent exploiter. La relation entre les normes internationales en matière de service d'application de bus de terrain, de protocole d'application de bus de terrain et de gestion de systèmes est représentée à la Figure 6.

NOTE La gestion de systèmes, telle qu'elle est utilisée dans la série IEC 61158, est un mécanisme local de gestion des protocoles de couche.



IEC

Anglais	Français
Application services	Services d'application
Fieldbus application layer	Couche d'application de bus de terrain
Application management services	Services de gestion d'application
Data-link services	Services de liaison de données
Data-link layer	Couche de liaison de données
System management	Gestion de systèmes
Physical layer	Couche physique
Medium	Support

Figure 6 – Relation de la couche d'application de bus de terrain avec d'autres couches de bus de terrain et les utilisateurs du service d'application de bus de terrain

6.6 Protocole de couche d'application

Le protocole d'application fournit le service d'application en utilisant les services disponibles à partir de la couche de liaison de données ou d'une autre couche immédiatement inférieure. La relation entre les Normes internationales en matière de service d'application de bus de terrain, de protocole d'application de bus de terrain, de service de liaison de données de bus de terrain et de gestion de systèmes est représentée à la Figure 6.

NOTE La gestion de systèmes, telle qu'elle est utilisée dans la série IEC 61158, est un mécanisme local de gestion des protocoles de couche.

Un processus d'application utilise les services de couche d'application de bus de terrain pour échanger des informations avec d'autres processus d'application. Les services définissent l'interface abstraite entre le processus d'application et la couche d'application.

Le protocole de couche d'application est l'ensemble de règles qui régissent le format et la signification de l'échange d'informations entre les couches d'application dans différents appareils. La couche d'application utilise le protocole pour mettre en œuvre les définitions des services de couche d'application.

La machine de protocole définit les différents états d'une couche d'application et les transitions valides entre ces états. Elle peut être considérée comme un diagramme d'états finis. La machine de protocole est décrite à l'aide de tables d'états. Les informations sont échangées entre le processus d'application et la machine de protocole par l'intermédiaire d'unités de données de service d'application. La machine de protocole échange des informations avec d'autres machines de protocole par l'intermédiaire d'unités de données de protocole d'application (APDU).

Cet ensemble de normes de couche d'application ne contient aucune procédure d'essai afin d'assurer la conformité à ces exigences.

Un protocole de couche d'application de la série IEC 61158 a pour principal objet de fournir un ensemble de règles de communication, exprimées en matière de procédures à réaliser par des entités d'application (AE) homologues au moment de la communication. Ces règles de communication sont destinées à fournir une base de développement solide de façon à atteindre plusieurs objectifs:

- a) servir de guide aux intégrateurs et aux concepteurs;
- b) être appliquées dans le cadre des essais et de l'achat d'équipements;
- c) être incorporées dans un accord sur l'accès des systèmes à l'environnement de systèmes ouverts;
- d) affiner la compréhension des communications prioritaires au sein de l'OSI.

La série IEC 61158 porte essentiellement sur la communication et le fonctionnement entre des capteurs, des actionneurs et d'autres appareils d'automatisation, la série IEC 61158 étant utilisée avec d'autres normes OSI ou des modèles de référence de bus de terrain. Dans le cas contraire, des systèmes incompatibles peuvent fonctionner ensemble dans une quelconque combinaison.

7 Structure de la série IEC 61158 et de la série IEC 61784

7.1 Couche physique IEC 61158

La couche physique IEC 61158 reçoit des unités de données de la couche de liaison de données, les encapsule, le cas échéant, en ajoutant des informations de trame de communication, code les bits et informations de trame en signaux, puis transmet les signaux physiques obtenus au support de transmission connecté au nœud de transmission.

Les signaux sont ensuite reçus sur un ou plusieurs autres nœuds et décodés, et toutes les informations de trame de communication sont vérifiées et supprimées, puis les unités de données sont transmises à la couche de liaison de données de l'appareil destinataire.

L'IEC 61158-2 est constituée de spécifications de couche physique pour prendre en charge les types de protocoles DL spécifiés dans la couche de liaison de données IEC 61158. Elle définit les services fournis

- a) aux différents types de couches de liaison de données de bus de terrain à la frontière entre la couche de liaison de données et la couche physique du modèle de référence de bus de terrain;
- b) à la gestion de systèmes à la frontière entre la couche physique et la gestion de systèmes du modèle de référence de bus de terrain.

NOTE Cette combinaison de la définition de service physique et de la spécification de protocole physique dans une seule norme est une anomalie historique. Il ne s'agit pas d'une pratique normalisée.

7.2 Couche de liaison de données IEC 61158

En l'absence d'erreurs récurrentes, les couches de liaison de données IEC 61158 (voir l'IEC 61158-3-**tt** et l'IEC 61158-4-**tt**) fournissent un support prioritaire - de base pour la communication de données entre les appareils d'un environnement d'automatisation. Le terme "prioritaire" - décrit des applications faisant l'objet d'une fenêtre temporelle, dans laquelle il est exigé de réaliser une ou plusieurs actions spécifiées selon un niveau défini de certitude. Tout manquement à réaliser ces actions dans la fenêtre temporelle prévue risque de provoquer la défaillance des applications qui les demandent, avec le risque de mettre en danger l'équipement, l'usine, voire les personnes.

La couche de liaison de données IEC 61158 spécifie, de manière abstraite, le service visible de l'extérieur fourni par la couche de liaison de données de bus de terrain en matière

- a) d'actions et d'événements primitifs du service;
- b) de paramètres associés à chaque action et événement primitif, et la forme qu'ils prennent;
- c) de relation entre ces actions et événements, et leurs séquences valides.

La couche de liaison de données IEC 61158 définit les services fournis

- a) aux différents types de couches d'application de bus de terrain à la frontière entre la couche d'application et la couche de liaison de données du modèle de référence de bus de terrain;
- b) à la gestion de systèmes à la frontière entre la couche de liaison de données et la gestion de systèmes du modèle de référence de bus de terrain.

L'IEC 61158-4-**tt** définit un certain nombre de protocoles de liaison de données de bus de terrain distincts et non - interopérables. Chaque protocole est très étroitement lié aux services correspondants de l'IEC 61158-3-**tt** et entre dans leurs champs d'application.

7.3 Couche d'application IEC 61158

Les couches d'application IEC 61158 (voir l'IEC 61158-5-**tt** et l'IEC 61158-6-**tt**) sont conçues pour prendre en charge l'acheminement des demandes et réponses d'application prioritaire - entre les appareils dans un environnement d'automatisation.

La série IEC 61158-5 précise les interactions entre les applications distantes en matière

- a) de modèle abstrait de définition des ressources d'application (objets) que les utilisateurs peuvent manipuler au moyen des services de couche d'application de bus de terrain (FAL);
- b) de primitives de service (interactions entre la couche d'application de bus de terrain et son utilisateur) associées à chaque service FAL;
- c) de paramètres associés à chaque primitive de service;
- d) de relation entre les primitives de chaque service et leurs séquences valides.

Bien que ces services spécifient, du point de vue des applications, la manière dont les demandes et les réponses sont données et délivrées, ils ne précisent pas ce qu'il est nécessaire que les applications demandeuses et répondantes en fassent. En d'autres termes, les aspects liés au comportement des applications ne sont pas précisés; seule est spécifiée une définition des demandes et réponses qu'elles peuvent envoyer/recevoir. Cela permet d'assurer une plus grande souplesse aux utilisateurs FAL quant à la normalisation du comportement de ce type d'objet. Outre ces services, certains services support sont également définis pour fournir un accès à la couche d'application de bus de terrain afin de contrôler certains aspects de son fonctionnement.

La série IEC 61158-5 définit les services fournis

- a) aux différents utilisateurs de la couche d'application de bus de terrain à la frontière entre l'utilisateur ou les utilisateurs et la couche d'application du modèle de référence de bus de terrain;
- b) à la gestion de systèmes à la frontière entre la couche d'application et la gestion de systèmes du modèle de référence de bus de terrain.

La série IEC 61158-6 définit un certain nombre de protocoles d'application de bus de terrain distincts et non interopérables. Chaque protocole est très étroitement lié aux services de la partie correspondante de la série IEC 61158-5 et entre dans son champ d'application.

7.4 Profils de bus de terrain de la série IEC 61784-1 et de la série IEC 61784-2

La série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2 fournissent des ensembles de profils de communication (CP) au sens de l'ISO/IEC TR 10000-1. Elles répondent au besoin d'identification des familles de protocoles qui coexistent dans la série IEC 61158, par suite de l'harmonisation internationale des technologies de bus de terrain disponibles sur le marché. De manière plus spécifique, ces profils permettent d'assurer la conformité à la série IEC 61158 et d'éviter la propagation de mises en œuvre divergentes susceptibles de limiter son utilisation, sa clarté et sa compréhension. D'autres profils qui permettent d'aborder des questions spécifiques liées au marché (sécurité fonctionnelle ou sécurité des informations, par exemple) peuvent être traités dans les parties ultérieures de la série IEC 61158.

La série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2 contiennent plusieurs familles de profils de communication (CPF), qui précisent un ou plusieurs profils de communication. Ces profils identifient, au sens strict, les sous-ensembles de protocole de la série IEC 61158 au moyen de profils de communication spécifiques au protocole. Ils ne définissent pas les profils d'appareil qui spécifient des profils de communication avec des fonctions d'application nécessaires pour répondre aux besoins d'une application particulière ("profils d'application").

NOTE L'IEC TR 62390 fournit des recommandations pour l'élaboration de profils d'appareil destinés aux appareils de terrain industriels et aux appareils de commande. L'IEC TR 62390 définit également la relation entre les profils d'appareil et les profils de communication, y compris les niveaux de compatibilité fonctionnelle et les relations entre les profils et les produits.

Il est également important de préciser que l'interopérabilité – définie comme étant l'aptitude d'au moins deux systèmes de réseau à échanger des informations et à les utiliser mutuellement (voir l'ISO/IEC TR 10000-1:1998, 3.2.1) – peut être directement obtenue sur la même liaison uniquement pour les appareils conformes au même profil de communication.

Les profils de la série IEC 61784-1 et de la série IEC 61784-2 comportent des références à l'IEC 61158-2 et l'IEC 61158-3-~~tt~~ à l'IEC 61158-6-~~tt~~, à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3, l'IEEE Std 802.3 et à d'autres Normes internationales, Spécifications techniques ou normes acceptées au niveau mondial, selon le cas. Chaque profil est nécessaire pour faire référence à au moins une partie de l'IEC 61158-2 et de l'IEC 61158-3-~~tt~~ à l'IEC 61158-6-~~tt~~.

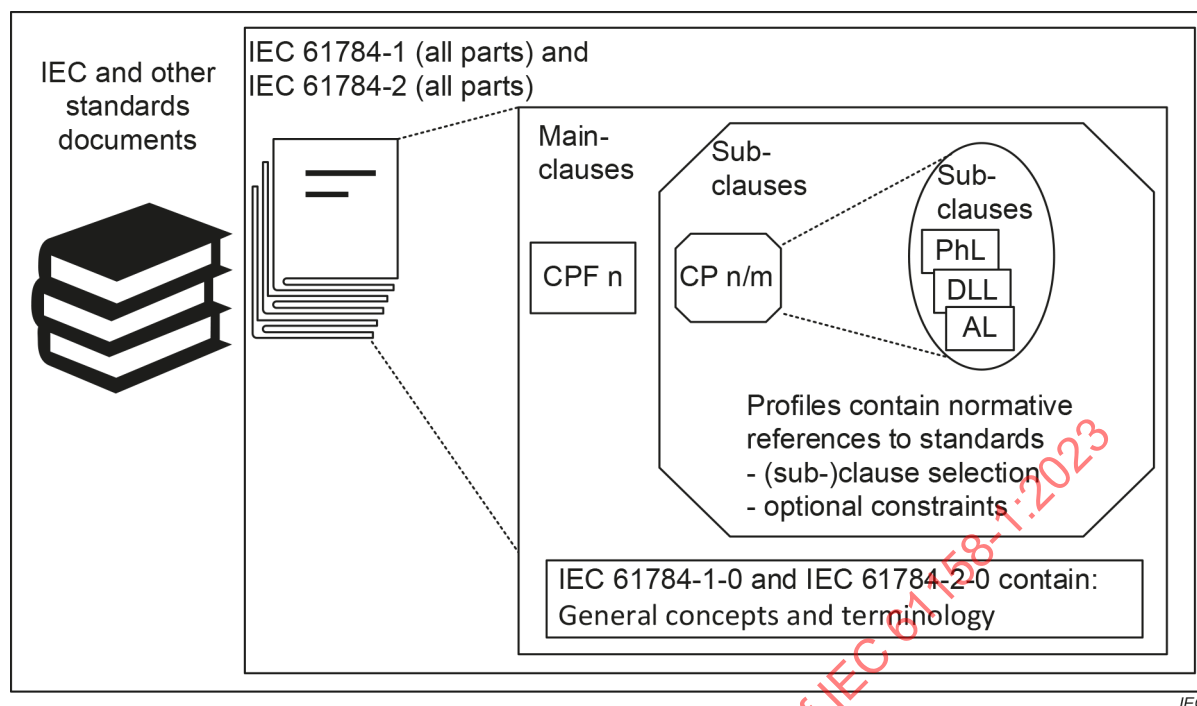
Au moins deux profils, associés à une famille commune, sont spécifiés dans une CPF.

La série IEC 61784-2 spécifie des profils supplémentaires qui satisfont aux objectifs du marché d'automatisation industrielle visant à identifier les réseaux de communication RTE (real-time Ethernet – Ethernet en temps réel) coexistant avec l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 ou l'IEEE Std 802.3 (communément appelé Ethernet). Ces réseaux de communication RTE s'appuient sur les dispositions de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 relatives aux couches inférieures de pile de communication et, de plus, assurent un transfert de données en temps réel plus prévisible et fiable, et une prise en charge d'une synchronisation précise de l'équipement d'automatisation.

De manière plus spécifique, ces profils permettent d'assurer la conformité aux réseaux de communication RTE à l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 ou l'IEEE Std 802.3, et d'éviter la propagation de mises en œuvre divergentes.

Chaque profil sélectionne un sous-ensemble de services et de protocoles cohérents et compatibles parmi tous les types de communications disponibles définis et modélisés dans la série IEC 61158 et dans d'autres normes. Pour le sous-ensemble sélectionné de PhL, de services et de protocoles, le profil décrit également toutes les contraintes possibles et nécessaires des valeurs de paramètre.

La structure des familles de profils de communication (CPF) du document est représentée à la Figure 7.



Anglais	Français
IEC and other standards documents	Documents de l'IEC et d'autres normes
IEC 61784-1 (all parts) and IEC 61784-2 (all parts)	IEC 61784-1 (toutes les parties) et IEC 61784-2 (toutes les parties)
Main clauses	Articles principaux
Subclauses	Paragrophes
CPF n	CPF n
CP n/m	CP n/m
PhL	PhL
DLL	DLL
AL	AL
Profiles contain normative references to standards	Les profils contiennent des références normatives faisant référence aux normes
(sub-)clause selection	Sélection de paragraphes/d'articles
Optional constraints	Contraintes facultatives
IEC 61784-0 and IEC 61784-2-0 contain General concepts and terminology	L'IEC 61784-0 et l'IEC 61784-2-0 contiennent des concepts généraux et la terminologie générale

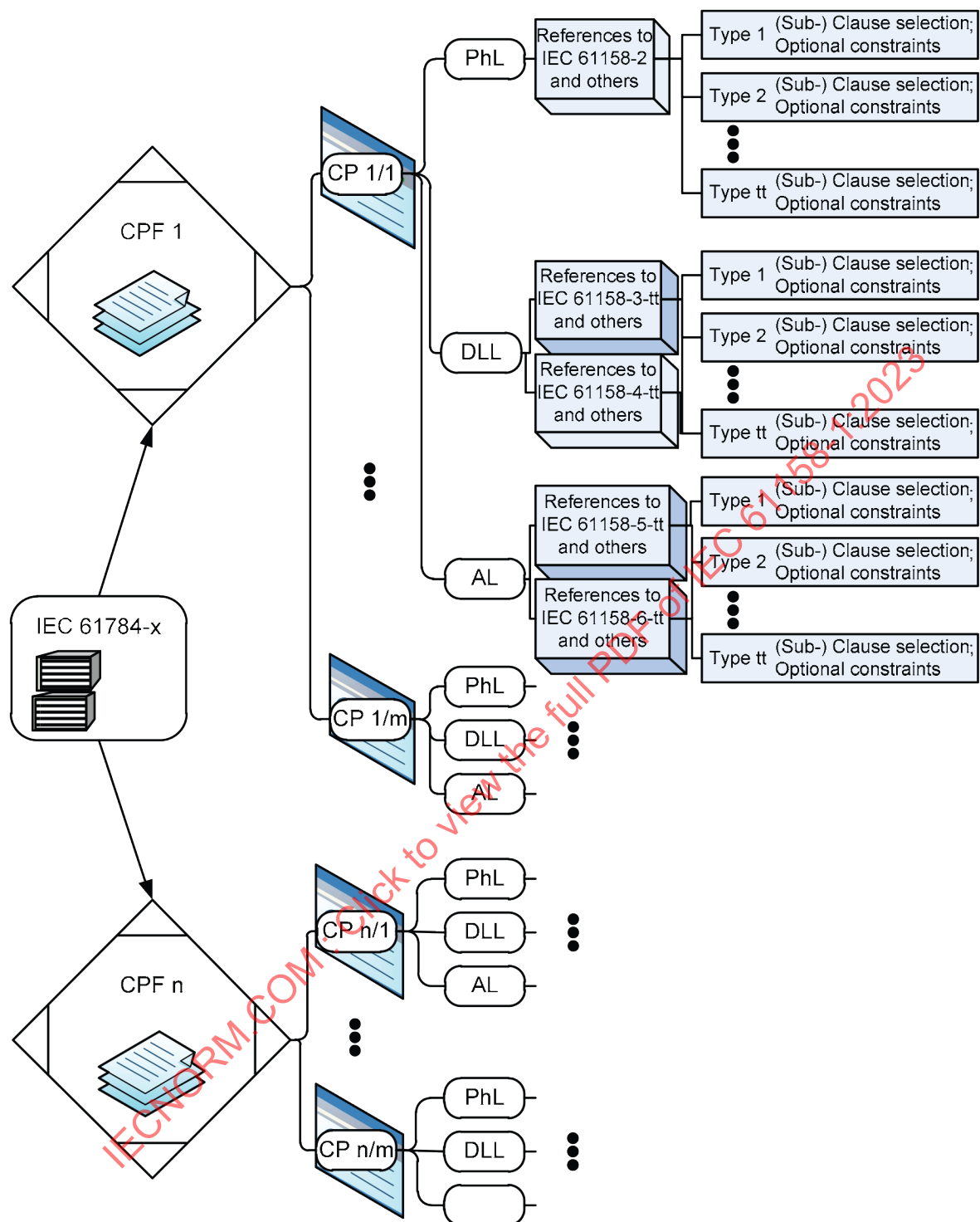
Légende

n est le nombre de CPF et de sous-parties spécifiant le CPF;

m est le nombre de CP dans une CPF.

Figure 7 – Structure des familles de profils de communication

La série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2 spécifient des familles de profils de communication (CPF). Une CPF contient au moins un profil de communication (CP). Un CP est toujours structuré de manière à préciser PhL, DL et AL en référence aux articles et paragraphes dans la série IEC 61158 et autres normes internationales appropriées. Ces sous-parties fournissent au moins une référence à une norme internationale. Soit la norme internationale est intégralement référencée, soit elle est référencée par une liste d'articles et de paragraphes exigés qui portent les mentions YES (OUI) ou NO (NON). YES signifie que l'article ou le paragraphe s'applique, NO signifiant le contraire. Des informations facultatives peuvent être fournies pour spécifier des contraintes. La Figure 8 représente une structure CPF.



Anglais	Français
IEC 61784-x	IEC 61784-x
CPF 1	CPF 1
CPF n	CPF n
CP 1/1	CP 1/1
CP 1/m	CP 1/m
CP n/1	CP n/1
CP n/m	CP n/m
PhL	PhL
DLL	DLL
AL	AL
References to IEC 61158-2 and others	Références à l'IEC 61158-2 et autres normes
(Sub-)Clause Selection	Sélection de paragraphe/d'article
Optional constraints	Contraintes facultatives
References to IEC 61158-3-tt and others	Références à l'IEC 61158-3-tt et autres normes
References to IEC 61158-4-tt and others	Références à l'IEC 61158-4-tt et autres normes
References to IEC 61158-5-tt and others	Références à l'IEC 61158-5-tt et autres normes
References to IEC 61158-6-tt and others	Références à l'IEC 61158-6-tt et autres normes

Légende

x 1-0, 1-n, 2-0, et 2-n

n nombre de CPF

m nombre de CP dans une CPF

tt numéro de type

L'IEC 61158-3-tt fait référence à une ou plusieurs sous-parties existantes spécifiques au type.

Figure 8 – Exemple de structure CPF

Le Tableau 2 présente les Familles de Profils de Communication (CPF) définies dans la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2. Il indique le lien entre les technologies et les CPF, avec leurs CP associés et les numéros de type correspondants dans la série IEC 61158.

Tableau 2 – Relations entre CPF, CP, et types

Profils de communication dans l'IEC 61784			Types IEC 61158 correspondants aux CPs		
CPF	Nom de la technologie	IEC 61784- (Sous-)Parties	Numéro de CP	Numéro de type	IEC 61158- (Sous-)Parties
1	FOUNDATION™ Fieldbus	1-1, 3-1, 5-1	CP 1/1 FOUNDATION™ H1	1,9	1, 2, 3-1, 4-1, 5-9, 6-9
		1-1, 3-1, 5-1	CP 1/2 FOUNDATION™ HSE	5	1, 5-5, 6-5
		1-1, 3-1	CP 1/3 FOUNDATION™ H2	1,9	1, 2, 3-1, 4-1, 5-9, 6-9
2	CIP™	1-2, 5-2	CP 2/1 ControlNet™	2	1, 2, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2
		1-2, 2-2, 3-2, 5-2	CP 2/2 EtherNet/IP™	2	1, 4-2, 5-2, 6-2
		1-2, 3-2, 5-2	CP 2/3 DeviceNet™	2	1, 4-2, 5-2, 6-2
3	PROFIBUS & PROFINET	1-3, 3-3, 5-3	CP 3/1 PROFIBUS DP	3	1, 2, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3
		1-3, 3-3, 5-3	CP 3/2 PROFIBUS PA	3	1, 2, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3
		—	CP 3/3 Vide	—	—
		2-3, 3-3, 5-3	CP 3/4 PROFINET IO CC-A	10	1, 5-10, 6-10
		2-3, 3-3, 5-3	CP 3/5 PROFINET IO CC-B	10	1, 5-10, 6-10
		2-3, 3-3, 5-3	CP 3/6 PROFINET IO CC-C	10	1, 5-10, 6-10
		2-3, 3-3, 5-3	CP 3/7 PROFINET IO CC-D	10	1, 5-10, 6-10
4	P-NET®	1-4, 5-4	CP 4/1 P-NET RS-485	4	1, 2, 3-4, 4-4, 5-4, 6-4
		—	CP 4/2 supprimé	—	—
		2-4, 5-4	CP 4/3 P-NET sur IP	4	1, 3-4, 4-4, 5-4, 6-4
5	WorldFIP®	1-5	CP 5/1 WorldFIP	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
		1-5	CP 5/2 WorldFIP avec subMMS	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
		1-5	CP 5/3 WorldFIP minimal pour TCP/IP	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
6	INTERBUS®	1-6, 3-6, 5-6	CP 6/1 INTERBUS	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		1-6, 3-6, 5-6	CP 6/2 INTERBUS TCP/IP	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		1-6, 3-6, 5-6	CP 6/3 INTERBUS sous-ensemble de CP 6/1	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		2-6, 5-6	CP 6/4	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8, 5-10, 6-10
		2-6, 5-6	CP 6/5	8	
		2-6, 5-6	CP 6/6	8	
7	Cette CPF et le Type 6 associé sont supprimés par manque de débouchés commerciaux.				
8	CC-Link	1-8, 3-8, 5-8	CP 8/1 CC-Link/V1	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		1-8, 3-8, 5-8	CP 8/2 CC-Link/V2	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		1-8, 3-8, 5-8	CP 8/3 CC-Link/LT	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		2-8, 3-8, 5-8	CP 8/4 CC-Link IE Controller Network	23	1, 5-23, 6-23
		2-8, 3-8, 5-8	CP 8/5 CC-Link IE Field Network	23	1, 5-23, 6-23
		2-8, 3-8, 5-8	CP 8/6 CC-Link IE TSN	23	1, 5-23, 6-23
9	HART®	1-9	CP 9/1 HART	20	1, 2, 3-20, 4-20, 5-20, 6-20
		—	CP 9/2 WirelessHART® voir l'IEC 62591, Article 9	20	Voir l'IEC 62591
10	Vnet/IP	2-10, 5-10	CP 10/1 Vnet/IP	17	1, 2, 3-17, 4-17, 5-17, 6-17
11	TCnet	2-11, 5-11	CP 11/1 TCnet-star	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
		2-11, 5-11	CP 11/2 TCnet-loop 100	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11

Profils de communication dans l'IEC 61784			Types IEC 61158 correspondants aux CPs		
		2-11, 5-11	CP 11/3 TCnet-loop 1G	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
12	EtherCAT®	2-12, 3-12, 5-12	CP 12/1	12	1, 2, 3-12, 4-12, 5-12, 6-12
		2-12, 3-12, 5-12	CP 12/2	12	1, 2, 3-12, 4-12, 5-12, 6-12
13	Ethernet POWERLINK	2-13, 3-13, 5-13	CP 13/1 POWERLINK	13	1, 3-13, 4-13, 5-13, 6-13
14	EPA	2-14, 3-14, 5-14	CP 14/1 NRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2-14, 3-14, 5-14	CP 14/2 RT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2-14, 5-14	CP 14/3 FRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2-14, 3-14, 5-14	CP 14/4 MRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
15	MODBUS®-RTPS	2-15, 5-15	CP 15/1 MODBUS TCP	15	1, 5-15, 6-15
		2-15, 5-15	CP 15/2 RTPS	15	1, 5-15, 6-15
16	SERCOS	1-16, 5-16	CP 16/1 SERCOS I	16	1, 2, 3-16, 4-16, 5-16, 6-16
		1-16, 5-16	CP 16/2 SERCOS II	16	1, 2, 3-16, 4-16, 5-16, 6-16
		2-16, 3-2, 5-16	CP 16/3 SERCOS III	19	1, 3-19, 4-19, 5-19, 6-19
17	RAPIEnet	2-17, 3-17, 5-17	CP 17/1 RAPIEnet	21	1, 3-21, 4-21, 5-21, 6-21
18 ^a	SafetyNET p™	2-18, 3-18, 5-18	CP 18/1 SafetyNET p RTFL	22	1, 3-22, 4-22, 5-22, 6-22
		2-18, 3-18, 5-18	CP 18/2 SafetyNET p RTFN	22	1, 3-22, 4-22, 5-22, 6-22
19	MECHATROLINK	1-19, 5-19	CP 19/1 MECHATROLINK-II	24	1, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
		1-19, 5-19	CP 19/2 MECHATROLINK-III	24	1, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
		1-19, 5-19	CP 19/3 Σ-LINK II	24	1, 2, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
		2-19, 5-19	CP 19/4 MECHATROLINK-4	27	1, 2, 5-27, 6-27
20	ADS-net	2-20, 5-20	CP 20/1 ADS-net/pZNETWORK-1000	25	1, 3-25, 4-25, 5-25, 6-25
		2-20, 5-20	CP 20/2 ADS-net/NX	25	1, 5-25, 6-25
21	FL-net	2-21, 5-21	CP 21/1 FL-net	26	1, 5-26, 6-26
22	AUTBUS®	1-22, 5-22	CP 22/1 AUTBUS®	28	1, 2, 3-28, 4-28, 5-28, 6-28
NOTE Les déclarations des marques et appellations commerciales sont données à l'Annex A.					
^a La CPF 18 et le Type 22 associé seront supprimés à la demande des fournisseurs de cette technologie					

7.5 Profils de communication de sécurité fonctionnelle de la série IEC 61784-3

7.5.1 Généralités

La nécessité de développer des systèmes de communications sûrs est le résultat d'un passé industriel dans lequel les exigences en matière de sécurité reposaient sur une législation et une demande sur le marché toujours plus exigeantes, visant à protéger aussi bien les personnes que les biens. D'un point de vue historique, le développement des systèmes de sécurité a suivi un parcours semblable à celui du développement des systèmes de commandes normalisés, les équipements programmables et mis en réseau satisfaisant à des exigences des applications d'automatisation de plus en plus importantes en matière de complexité et de souplesse. Le développement des réseaux de sécurité a apporté des avantages comparables aux systèmes de sécurité, notamment en matière de réduction de câblage, de facilité de configuration et de capacités de diagnostic étendues.

7.5.2 Concepts généraux et profils spécifiques à la technologie

La série IEC 61784-3 est composée d'une partie générique et de plusieurs parties spécifiques à la technologie:

- IEC 61784-3: Bus de terrain de sécurité fonctionnelle – Règles générales et définitions de profil;
- IEC 61784-3-*n*: Bus de terrain de sécurité fonctionnelle – Spécifications supplémentaires pour CPF *n*.

L'IEC 61784-3 définit les principes communs de transmission des messages relatifs à la sécurité entre les participants d'un réseau réparti qui utilise la technologie de bus de terrain, conformément aux exigences de la série IEC 61508 en matière de sécurité fonctionnelle. Ces mécanismes sont destinés à fournir la fiabilité nécessaire du transport des informations sur un bus de terrain dans un système de sécurité ou d'apporter suffisamment de garanties en matière de comportement sûr en cas de défaillance du bus de terrain. Ils peuvent être utilisés dans différentes applications industrielles (le contrôle de processus, l'automatisation de la fabrication et les machines, par exemple).

L'IEC 61784-3-*n* précise un ou plusieurs profils de communication de sécurité fonctionnelle (FSCP) pour la famille de profils de communication (CPF *n*), en fonction des profils de communication de bus de terrain correspondants dans la série IEC 61784-1 (ou la série IEC 61784-2) et la série IEC 61158:

- IEC 61784-3-1: FF-SIS™ (CPF 1, FSCP 1/1);
- IEC 61784-3-2: CIP Safety™ (CPF 2, FSCP 2/1);
- IEC 61784-3-3: PROFIsafe™ (CPF 3, FSCP 3/1);
- IEC 61784-3-6: INTERBUS Safety™ (CPF 6, FSCP 6/7);
- IEC 61784-3-8: CC-Link Safety™ (CPF 8, FSCP 8/1 et FSCP 8/2);
- IEC 61784-3-12: Safety-over-EtherCAT® (CPF 12, FSCP 12/1);
- IEC 61784-3-13: openSAFETY™ (CPF 13, FSCP 13/1);
- IEC 61784-3-14: EPA Safety® (CPF 14, FSCP 14/1);
- IEC 61784-3-17: RAPIEnet Safety™ (CPF 17, FSCP 17/1);
- IEC 61784-3-18: SafetyNET p™ (CPF 18, FSCP 18/1);

La sécurité est le résultat d'un processus à plusieurs niveaux.

- Les profils de communication de sécurité fonctionnelle (FSCP) sont destinés à être utilisés dans des applications qui nécessitent une sécurité fonctionnelle jusqu'à un certain niveau d'intégrité de sécurité (SIL). Toutefois, la déclaration SIL d'un sous-système dépend de la mise en œuvre réelle et de l'utilisation du profil de communication de sécurité fonctionnelle sélectionné dans ce sous-système.
- Les développeurs de produit sont chargés de la bonne mise en œuvre du FSCP dans un appareil, conformément aux normes de sécurité pertinentes pour cet appareil.
- Les concepteurs de système sont chargés d'assurer que le réseau de sécurité soit correctement conçu, configuré et utilisé, de façon à assurer la sécurité de leur application.

Il est nécessaire d'envisager des mesures supplémentaires dans toutes les applications relatives à la sécurité afin de protéger les systèmes de bus de terrain contre les accès non autorisés. Toutefois, la sûreté et la sécurité font l'objet d'exigences différentes (cycles de vie, par exemple) et sont donc traitées séparément (certaines exigences en matière de sécurité sont détaillées dans la série IEC 62443). La fonction de sécurité peut être mise en œuvre dans les appareils ou au niveau des points d'accès externes.

Lorsque cela est nécessaire, des lignes directrices d'installation spécifiques des profils de communication de sécurité fonctionnelle sont incluses dans l'IEC 61918 et/ou la série IEC 61784-5, et sont uniquement référencées dans la série IEC 61784-3.

La série IEC 61508 exige des niveaux plus élevés de compatibilité électromagnétique (CEM). L'IEC 61784-3 indique comment il convient de choisir les niveaux appropriés, conformément aux spécifications d'exigences en matière de sécurité, en référence aux autres normes.

Les appareils non conformes sur le bus peuvent fortement perturber le fonctionnement, et donc compromettre la disponibilité (en raison de déclenchements parasites, notamment les déclenchements intempestifs), amenant l'utilisateur à désactiver la fonction de sécurité.

Par conséquent, il est vivement recommandé que tous les produits connectés au bus de terrain dans une application relative à la sécurité (même les normalisés) fournissent une évaluation de conformité appropriée au protocole de bus de terrain correspondant (la déclaration du fabricant ou l'évaluation d'une tierce partie, par exemple).

La série IEC 61784-3 ne couvre pas les aspects relatifs à la sécurité électrique et à la sécurité intrinsèque.

7.5.3 Lignes directrices d'évaluation

L'IEC 61784-3 est destinée à remplacer un document en langue allemande utilisé auparavant par de nombreux organismes d'évaluation comme document de référence pour l'évaluation des appareils relatifs à la sécurité utilisant des technologies de communication de sécurité fonctionnelle. Ce document traitait à la fois des questions liées à la conception et à l'évaluation.

Les principes généraux en matière de conception de la communication de sécurité fonctionnelle présentés dans ce document antérieur ont été utilisés dans l'IEC 61784-3. L'Annexe D de l'IEC 61784-3:2021 contient également des lignes directrices pour l'évaluation d'un profil de communication de sécurité fonctionnelle ou d'un système de communication particulier, ainsi que des appareils relatifs à la sécurité utilisant ces profils: ces lignes directrices indiquent comment vérifier les mesures de sécurité d'un FSCP particulier mises en œuvre par un produit.

NOTE Les lignes directrices de l'Annexe D de l'IEC 61784-3:2021 ne couvrent pas les aspects relatifs à l'évaluation de la sécurité de communication qui n'entrent pas dans le domaine d'application de l'IEC 61784-3 (plates-formes d'essai, démonstration de l'augmentation de l'immunité aux interférences (CEM pour la sécurité fonctionnelle), sécurité électrique et autres exigences environnementales).

7.6 Profils d'installation de la série IEC 61784-5

La série IEC 61784-5 précise les profils d'installation des réseaux de communication de bus de terrain en plusieurs parties, chacune étant consacrée à l'une des familles de profils de communication définies dans la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2 (voir le Tableau 2). Ces profils d'installation reposent sur l'IEC 61918, qui précise les exigences communes. La Figure 9. représente la structure de l'IEC 61918 et de la série IEC 61784-5. Les étapes de l'installation constituent la base de ces normes. L'IEC 61918 est structurée en articles dont les en-têtes sont les suivants:

- IEC 61918:2018 Article 4: Projet d'installation;
- IEC 61918:2018 Article 5: Mise en œuvre de l'installation;
- IEC 61918:2018 Article 6: Vérification et essai d'acceptation de l'installation;
- IEC 61918:2018 Article 7: Administration de l'installation;
- IEC 61918:2018 Article 8: Maintenance et dépannage de l'installation.

Les exigences de chaque phase des étapes de l'installation sont répertoriées conformément à la séquence logique des travaux d'installation. L'IEC 61918:2018 définit de l'Article 4 à l'Article 8 les aspects communs aux installations pour les supports applicables:

- réseaux Ethernet;
- bus de terrain non Ethernet;
- communications de sécurité;
- communications de sécurité intrinsèque;
- communications de sécurité des informations.

Les exigences d'installation de chaque profil de communication d'une famille de profils de communication *n* sont définies dans une annexe prévue à cet effet de la partie *n* correspondante de la série IEC 61784-5. Les exigences sont exprimées par référence aux exigences de l'IEC 61918 applicable et en ajoutant des exigences d'installation spécifiques au profil de communication, le cas échéant.

La numérotation des articles et des paragraphes dans les annexes de chaque partie de la série IEC 61784-5 correspond à celle des articles et paragraphes principaux de l'IEC 61918.

Les articles et les paragraphes de l'annexe de chaque partie de la série IEC 61784-5 confirment, complètent, modifient ou remplacent les spécifications fournies dans les mêmes articles et paragraphes de l'IEC 61918.

Lorsque les annexes normatives d'une partie de la série IEC 61784-5 contiennent uniquement l'en-tête d'un paragraphe, cela signifie que le paragraphe correspondant dans l'IEC 61918 s'applique en l'état.

La Figure 9 indique que l'Article 1 de l'IEC 61918 et de chaque partie de la série IEC 61784-5 précise le domaine d'application pertinent. L'IEC 61918:2018 précise de l'Article 2 à l'Article 8 les exigences d'installation. Chaque annexe de chaque partie de la série IEC 61784-5 sélectionne les exigences d'installation pertinentes de l'IEC 61918 pour un profil de communication particulier de la famille de profils de communication spécifiée, et donne les ajouts nécessaires pour les profils de communication correspondants.

Dans chaque partie de la série IEC 61784-5, l'Article 2 décrit les références normatives; l'Article 3 décrit les termes, définitions et abréviations supplémentaires qui correspondent à la famille de profils de communication pertinente; l'Article 4 donne une vue d'ensemble de la spécification des profils d'installation des profils de communication correspondants; l'Article 5 décrit les conventions adoptées en matière de profils d'installation, en plus des conventions de base décrites dans l'introduction du document; l'Article 6 explique comment exprimer la conformité aux profils d'installation.

La structure adoptée pour les parties de la série IEC 61784-5, dont les profils d'installation sont spécifiés dans les annexes qui portent la même numérotation d'article que celle de l'IEC 61918, facilite la lecture des profils conjointement avec l'IEC 61918 et permet de percevoir immédiatement les exigences spécifiques au profil de communication sélectionné.

Dans la mesure du possible, les exigences d'installation spécifiques sont exprimées en matière de références à d'autres Normes internationales, Spécifications techniques ou normes acceptées au niveau mondial, selon le cas.

En-tête Niveau 1		En-tête Niveau 2	En-tête Niveau 3	Titre de l'annexe	En-tête de l'annexe Niveau 1	En-tête de l'annexe Niveau 2	En-tête de l'annexe Niveau 3
IEC 61918	Articles de norme IEC (domaine d'application, références normatives, termes), et						
	Cycle de vie						
		Ordre de travail séquentiel logique					
			Exigences relatives aux installations techniques type				
IEC 61784-5 Partie <i>n</i> (pour CPF _{<i>n</i>})	Article de norme IEC (domaine d'application),						
	Vue d'ensemble, conventions des profils, et conformité de CPF _{<i>x</i>}						
		En général non précisé		Annexe A ... Z (normative) profil d'installation spécifique au CP ou à la PhL			
			En général non précisé		Articles de norme IEC (domaine d'application, références normatives, termes) et		
					Cycle de vie		
						Ordre de travail séquentiel logique	
							Exigences relatives aux installations techniques spécifiques

IEC

Figure 9 – Structure de document de l'IEC 61918 et partie spécifique à la famille de profils de communication de la série IEC 61784-5

7.7 Profils de communication des réseaux de communication sans fil

Certains profils de communication sans fil sont précisés dans la série IEC 61784-2 en référence aux normes existantes pour la PhL sans fil et les parties des spécifications DLL sans fil, combinées aux spécifications DLL et AL de la série IEC 61158.

Certains réseaux de communication sans fil ayant des besoins différents, ou au moins des besoins supplémentaires, par rapport aux bus de terrain filaires (une gestion de réseau explicite supplémentaire, par exemple), ils sont spécifiés dans des Normes internationales différentes (l'IEC 62591, l'IEC 62601, l'IEC 62734 et l'IEC 62948, par exemple).

Les exigences générales relatives à la communication sans fil et les considérations relatives au spectre sont données dans l'IEC 62657-1. L'application de réseaux de communication sans fil peut exiger des mesures supplémentaires pour la gestion de la coexistence des communications sans fil comme que cela est spécifié dans l'IEC 62657-2.

L'IEC 62657-3 spécifie une approche de modèle général pour la gestion automatisée de la coexistence et fournit des recommandations en matière d'application. Elle fournit l'utilisation de paramètres et d'interfaces connexes pour établir et maintenir des fonctions de gestion automatisée de la coexistence et spécifie une description abstraite des éléments du système, des propriétés, des interfaces et des relations entre les paramètres d'influence et les paramètres caractéristiques spécifiés dans l'IEC 62657-1 et dans l'IEC 62657-2.

L'IEC 62657-4 spécifie l'approche du point de coordination central comme un exemple de l'utilisation de la description formelle de l'IEC 62657-3.

8 Bref récapitulatif des caractéristiques de service et de protocole de chaque type de bus de terrain

8.1 Récapitulatif des caractéristiques du service et du protocole de couche physique et du support utilisé

8.1.1 Généralités

La spécification complète du support à utiliser avec chaque profil de communication (CP) est donnée dans la partie correspondante de la série IEC 61784-5. Voir le Tableau 2, colonne "(Sous-)Parties de l'IEC 61784" pour identifier la famille de profils de communication qui a une sous-partie dans la série IEC 61784-5.

EXEMPLE La valeur "2-n, 3-n, 5-n" dans la colonne indique que les parties IEC 61784-2-n, IEC 61784-3-n et IEC 61784-5-n ont été publiées pour CPF n. L'IEC 61784-5-n contient la spécification du support.

8.1.2 Type 1: supports

8.1.2.1 Type 1: Supports câblés à paire torsadée

Pour les supports câblés à paire torsadée, le Type 1 spécifie deux modes de couplage et différentes vitesses de signalisation, comme suit:

- a) mode tension (couplage parallèle), 150 Ω , débits binaires de 31,25 kbit/s à 25 Mbit/s;
- b) mode tension (couplage parallèle), 100 Ω , 31,25 kbit/s;
- c) mode courant (couplage série), 1,0 Mbit/s comprenant deux options de courant.

Les variantes en mode tension peuvent être mises en œuvre avec un couplage inductif qui utilise des transformateurs. Cela n'est pas obligatoire si les exigences d'isolation de la présente norme IEC 61158-2 sont satisfaites par d'autres moyens.

La couche physique du support câblé de Type 1 à paire torsadée (ou non) propose les possibilités suivantes:

- pas d'alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus; pas de sécurité intrinsèque;
- alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus; pas de sécurité intrinsèque;
- pas d'alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus; sécurité intrinsèque;
- alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus; sécurité intrinsèque.

8.1.2.2 Type 1: Supports optiques

Les principales variantes des supports à fibres optiques de Type 1 sont les suivantes:

- mode à deux fibres, débits binaires de 31,25 kbit/s à 25 Mbit/s;
- mode monofibre, 31,25 kbit/s.

8.1.3 Type 2: Supports à câble coaxial et optique

Le Type 2 s'appuie sur l'ISO/IEC/IEEE 8802-3, l'ISO 11898-1 et l'ISO 11898-2 et spécifie les variantes suivantes:

- supports à câble cuivre coaxial, 5 Mbit/s;
- support à fibres optiques, 5 Mbit/s;
- port d'accès au réseau (NAP - network access port), un mécanisme de liaison temporaire point à point qui peut être utilisé pour la programmation, la configuration, le diagnostic ou à d'autres fins;
- sous-couches machine répéteur (RM, RRM - repeater machine sublayer) et couches physiques redondantes.

8.1.4 Type 3: Supports câblés et optiques à paire torsadée

Le Type 3 spécifie les émissions synchrones suivantes:

- a) support câblé à paire torsadée, 31,25 kbit/s, mode tension (couplage parallèle) avec les options suivantes:
 - alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus; pas de sécurité intrinsèque;
 - alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus: sécurité intrinsèque;
 ainsi que les variantes d'émission asynchrone suivantes:
- b) supports câblés à paire torsadée, jusqu'à 12 Mbit/s, TIA-485-A;
- c) supports à fibres optiques, jusqu'à 12 Mbit/s, avec type A4a de l'IEC 60793-2-40 et type A3c de l'IEC 60793-2-30.

8.1.5 Type 4: Support câblé

Le Type 4 spécifie la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 et un support câblé TIA-485-A jusqu'à 76,8 kbit/s.

8.1.6 Type 5: Supports câblés et optiques

Le Type 5 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.7 Type 6: Vide

8.1.8 Type 7: Supports câblés et optiques

Le Type 7 spécifie les mêmes supports câblés et optiques que le Type 1.

8.1.9 Type 8: Supports câblés et optiques à paire torsadée

La couche physique permet également de transmettre des unités de données reçues par l'intermédiaire d'un accès au support par le support de transmission directement à travers un autre accès au support et son protocole de transmission vers un autre appareil.

Le Type 8 spécifie les variantes suivantes:

- support câblé à paire torsadée, jusqu'à 16 Mbit/s;
- support à fibres optiques, jusqu'à 16 Mbit/s.

Les caractéristiques générales de ces supports de transmission sont les suivantes: transmission bidirectionnelle simultanée.

8.1.10 Type 9: Supports câblés et optiques

Le Type 9 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3; voir 8.1.2.

8.1.11 Type 10: Supports câblés, optiques et sans fil

Le Type 10 spécifie la PhL conformément aux normes IEEE Std 802.3, IEEE Std 802.11 et IEEE Std 802.15.4, ainsi que les supports à fibres optiques selon le type A4a de l'IEC 60793-2-40 et le type A3c de l'IEC 60793-2-30.

8.1.12 Type 11: Supports câblés et optiques

Le Type 11 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.13 Type 12: Supports câblés et optiques

Le Type 12 utilise la PhL de l'ISO/IEEE 8802-3 avec une unité de liaison au support facultative qui associe l'alimentation et l'appareil de couche physique Ethernet.

8.1.14 Type 13: Supports câblés et optiques

Le Type 13 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.15 Type 14: Supports câblés et optiques

Le Type 14 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.16 Type 15: Supports câblés et optiques

Le Type 15 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.17 Type 16: Supports optiques

Le Type 16 spécifie le support à fibres optiques, jusqu'à 16 Mbit/s

8.1.18 Type 17: Supports câblés et optiques

Le Type 17 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.19 Type 18: Support câblé

Le Type 18 spécifie les variantes suivantes:

- transmission équilibrée sur un support câblé blindé à 3 conducteurs, jusqu'à 10 Mbit/s et 1 200 m;
- transmission équilibrée sur un support câblé non blindé à 4 conducteurs avec distribution d'alimentation intégrée au réseau, jusqu'à 2,5 Mbit/s et 500 m.

8.1.20 Type 19: Supports câblés et optiques

Le Type 19 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.21 Type 20: Support câblé

Le Type 20 utilise la modulation par déplacement de fréquence (FSK - frequency shift keying) continue en phase binaire. Un courant de fréquence relativement élevée est superposé au courant analogique basse fréquence, qui est généralement dans une plage comprise entre 4 mA et 20 mA.

8.1.22 Type 21: Supports câblés et optiques

Le Type 21 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.23 Type 22: Supports câblés et optiques

Le Type 22 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.24 Type 23: Supports câblés et optiques

Le Type 23 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.25 Type 24: Supports câblés à paire torsadée

Le Type 24 spécifie les variantes suivantes:

- support câblé à paire torsadée conformément à TIA-485-A, jusqu'à 32 Mbit/s;
- utilisation de la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.26 Type 25: Support câblé

Le Type 25 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3.

8.1.27 Type 26: Supports câblés et optiques

Le Type 26 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 avec support câblé à paire torsadée et support à fibres optiques à 100 Mbit/s et 1 000 Mbit/s.

8.1.28 Type 27: Support câblé

Le Type 27 utilise la PhL de l'ISO/IEC/IEEE 8802-3 avec support à paire torsadée.

8.1.29 Type 28: Supports câblés et coaxial à paire torsadée

Le Type 28 prend en charge un seul câble à paire torsadée et des câbles coaxiaux entièrement blindés. La bande passante maximale est de 100 Mbit/s.

- Les câbles à paires torsadées ont une impédance comprise entre 100 Ω et 120 Ω ;
- Le câble coaxial a une impédance de 50 Ω .

Le mode de codage du signal sur les câbles est OFDM (mapping de constellation de 16QAM à 256QAM); la polarité du signal est de type différentiel équilibré à paire torsadée sans polarité.

La taille minimale préférentielle des câbles: 0,511 mm de diamètre (24 AWG)

8.2 Récapitulatif des caractéristiques de service de couche de liaison de données

Différents types de services distincts sont définis dans la série IEC 61158-3 correspondante et sont répertoriés dans la présente partie. Chacun d'eux comporte un protocole correspondant dans une partie correspondante de la série IEC 61158-4. Les types distincts de service DL sont les suivants:

NOTE 1 Certains types ne spécifient pas de services DL dans la série IEC 61158. Les désignations de type correspondantes sont réservées dans la série IEC 61158-3 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres parties et les éditions précédentes de la série IEC 61158.

Type 1 – Service DL qui fournit un sur-ensemble des services prévus des protocoles de liaison de données OSI spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 2 – Service DL qui fournit un sous-ensemble avec connexion et sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 3 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 4 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

NOTE 2 Le service DL Type 6 est supprimé par manque de débouchés commerciaux. La désignation de Type 6 est réservée dans la série IEC 61158 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres types et les éditions précédentes de la série IEC 61158.

Type 7 – Service DL qui fournit un sous-ensemble avec connexion et sans connexion des services fournis par les protocoles de liaison de données OSI spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 8 – Service DL qui fournit un sous-ensemble orienté connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 11 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 12 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 13 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 14 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 16 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 17 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 18 – Service DL qui fournit un sous-ensemble avec connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 19 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 21 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 22 – Service DL qui fournit un sous-ensemble avec connexion et sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 23 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 24 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 25 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion et orienté connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

Type 26 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion et orienté connexion des services spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

NOTE 3 Un grand nombre de ces types de services sont adaptés à une utilisation avec plusieurs protocoles de couche supérieure. Outre l'éventuelle aptitude de ces types de services de liaison de données à être combinés avec différents types de protocoles de couche d'application pour les bus de terrain, il est possible que certains d'entre eux soient également en mesure d'être combinés avec:

- a) la couche de réseau OSI, à la frontière entre les couches de réseau et de liaison de données du modèle de référence de base OSI;
- b) la couche de réseau IETF (IP);

lorsque le domaine de l'adressage est adapté, il est possible que certains de ces types de services de liaison de données soient également en mesure de servir de

- c) service de couche de transport OSI.

Type 28 – Service DL qui fournit un sous-ensemble avec connexion et sans connexion des services fournis par les protocoles de liaison de données OSI spécifiés dans l'ISO/IEC 8886.

8.3 Récapitulatif des caractéristiques de protocole de couche de liaison de données

La couche de liaison de données de bus de terrain assure les communications de messagerie prioritaires de base entre les appareils d'un environnement d'automatisation.

La série IEC 61158-4 définit différents protocoles de liaison de données de bus de terrain distincts et non interopérables, chacun d'eux étant très étroitement lié aux services de la partie correspondante de la série IEC 61158-3 des définitions de service de liaison de données de bus de terrain. Les types de protocoles DL distincts sont les suivants:

NOTE 1 Certains types ne spécifient pas de protocoles DL dans la série IEC 61158. Les désignations de type correspondantes sont réservées dans la série IEC 61158-4 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres parties et les éditions précédentes de la série IEC 61158.

Type 1 – Protocole DL du service DL de Type 1. La taille maximale du système est de 56 k liaisons de 232 nœuds, chacune disposant de 240 adresses DLSAP et DLCEP homologues et d'éditeur associées, plus 768 adresses DL de groupe par liaison, plus 256 adresses DLSAP et 2 816 DLCEP homologues et d'éditeur par liaison qui peuvent être réparties entre les nœuds de la liaison, plus 2²⁷ adresses DL de groupe pour la liaison étendue. Un nombre moins important de liaisons et de nœuds permet d'augmenter le nombre d'adresses DLSAP et de DLCEP associés.

Type 2 – Protocole DL du service DL de Type 2. La taille maximale du système est un nombre illimité de liaisons de 99 nœuds, chacun comportant 255 adresses DLSAP. Chaque liaison comporte au plus 2^{24} DLCEP homologues et d'éditeur associées.

Type 3 – Protocole DL du service DL de Type 3. La taille maximale du système est un nombre illimité de liaisons de 127 nœuds, chacun comportant 66 adresses DLSAP.

Type 4 – Protocole DL du service DL de Type 4. La taille maximale du système est virtuellement un nombre illimité de liaisons, chacune comportant 125 nœuds.

NOTE 2 Le Type 6 est supprimé par manque de débouchés commerciaux. La désignation de Type 6 est réservée dans la série IEC 61158 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres types et les éditions précédentes de la série IEC 61158.

Type 7 – Protocole DL du service DL de Type 7. La taille maximale du système est de 126 liaisons de 256 nœuds, chacune disposant de 16 adresses DLSAP et de 16 adresses DL de groupe, plus 28 k adresses DLSAP et DLCEP homologues et d'éditeur associées par liaison, qui peuvent être réparties entre les nœuds de la liaison, plus 28k adresses DL de groupe par liaison, plus 2^{23} adresses DL de groupe pour la liaison étendue.

Type 8 – Protocole DL du service DL de Type 8. La taille maximale du système est de 1 liaison de 256 nœuds avec DLCEP préconfigurés.

Type 11 – Protocole DL du service DL de Type 11. La taille maximale du système est une seule liaison de 254 nœuds, comportant 4 096 DLCEP homologues et d'éditeur qui peuvent être répartis entre les nœuds de la liaison.

Type 12 – Protocole DL du service DL de Type 12. La taille maximale du système est un nombre illimité de segments de $2^{16} - 1$ nœud chacun. Chaque nœud comporte au plus 2^{16} DLCEP homologues et d'éditeur/souscripteur associés.

Type 13 – Protocole DL du service DL de Type 13. La taille maximale du système est une seule liaison de 254 adresses DLSAP. Chaque nœud comporte un nombre maximal de 254 DLCEP homologues associés et 254 DLCEP d'éditeur/souscripteur.

Type 14 – Protocole DL du service DL de Type 14. La taille maximale du système est un nombre illimité de microsegments de 254 nœuds. Chaque nœud comporte au plus 2^{16} DLCEP homologues et d'éditeur/souscripteur associés.

Type 16 – Protocole DL du service DL de Type 16. La taille maximale du système est de 1 liaison de 254 adresses DLSAP.

Type 17 – Protocole DL du service DL de Type 17. La taille maximale du système est de 31 liaisons de 64 nœuds avec DLCEP préconfigurés.

Type 18 – Protocole DL du service DL de Type 18. La taille maximale du système est de 1 liaison de 128 adresses DLSAP.

Type 19 – Protocole DL du service DL de Type 19 en couches ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Type 21 – Protocole DL du service DL de Type 21. La taille maximale du système est de 1 liaison de 255 adresses DLSAP.

Type 22 – Protocole DL du service DL de Type 22. La taille maximale du système est 2^{14} nœuds avec un total de 2^{24} adresses DLSAP.

Type 23 – Protocole DL du service DL de Type 23 en couches ISO/IEC/IEEE 8802-3.

Type 24 – Protocole DL du service DL de Type 24. La taille maximale du système est de 1 liaison de 62 adresses DLSAP.

Type 25 – Protocole DL du service DL de Type 25. La taille maximale du système est une seule liaison de 128 nœuds.

Type 26 – Protocole DL du service DL de Type 26 (en couches ISO/IEC/IEEE 8802-3). La taille maximale du système est une seule liaison de 254 nœuds, comportant 1 057 280 DLCEP homologues et d'éditeur associées qui peuvent être répartis entre les nœuds de la liaison.

NOTE 3 L'utilisation de certains types de protocoles associés est limitée par leurs détenteurs de droits d'auteur. Dans tous les cas, il est possible d'utiliser un type particulier de protocole de couche de liaison de données sans restriction lorsqu'il est associé à des protocoles de couche physique et de couche d'application de même type ou avec d'autres combinaisons spécifiées dans la série IEC 61784. L'utilisation de différents types de protocoles dans d'autres combinaisons exige d'obtenir l'autorisation auprès de leurs détenteurs de droit à la propriété intellectuelle respectifs.

Type 28 – Protocole DL du service DL de Type 28. La taille maximale du système est de 1 liaison de 254 nœuds (y compris les nœuds de gestion et les nœuds terminaux) et jusqu'à 16 groupes de multidiffusion.

8.4 Récapitulatif des caractéristiques du service de couche d'application

Les services et protocoles FAL sont fournis par des entités d'application FAL présentes dans les processus d'application. L'entité d'application FAL est composée d'un ensemble d'éléments de service d'application (ASE) orientés objet et d'une entité de gestion de couche (LME) qui gère l'entité d'application. Les éléments de service d'application proposent des services de communication qui opèrent sur un ensemble de classes d'objets de processus d'application (APO) connexes. L'un des éléments de service d'application FAL est un ASE de gestion qui fournit un ensemble commun de services de gestion des instances de classes FAL.

Bien que ces services spécifient, du point de vue des applications, la manière dont les demandes et les réponses sont données et délivrées, ils ne précisent pas ce qu'il est nécessaire que les applications demandeuses et répondantes en fassent. En d'autres termes, les aspects liés au comportement des applications ne sont pas précisés; seule est spécifiée une définition des demandes et réponses qu'elles peuvent envoyer/recevoir. Cela permet d'assurer une plus grande souplesse aux utilisateurs FAL quant à la normalisation du comportement de ce type d'objet. Outre ces services, certains services support sont également définis dans les parties de la série IEC 61158-5 spécifiques au type pour fournir un accès à la couche d'application de bus de terrain afin de contrôler certains aspects de son fonctionnement.

Différents modèles de communication sont spécifiés dans les parties de la série IEC 61158-5 spécifiques au type associé, que le présent document récapitule. Chaque modèle est spécifié en tant que "Type" de communication distinct. Chaque type comporte un protocole correspondant dans la partie de la série IEC 61158-6 spécifique au type. Les types de services AL -distincts sont les suivants:

NOTE Les services d'application de Type 1 et de Type 6 sont supprimés par manque de débouchés commerciaux. Les désignations de Type 1 et de Type 6 sont réservées dans la série IEC 61158-5 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres types et les éditions précédentes de la série IEC 61158.

Type 2 – Service d'application qui fournit trois principaux types d'ASE aux utilisateurs FAL, accessibles par une relation d'application (AR) non connectée ou l'une des quatre AR fondées sur les connexions.

Type 3 – Service d'application qui permet d'accéder à deux types de définitions d'AR fondées sur les connexions pour trois types d'utilisateurs FAL (classe de maître 1, classe de maître 2 et types d'esclave).

Type 4 – Service d'application qui permet d'accéder à un type d'entité d'application FAL sans connexion, fournissant un ensemble de primitives de service ASE, divisées en primitives de service AR ASE et en primitives de service REP ASE.

Type 5 – Service d'application qui adapte les services de Type 9 de manière à pouvoir les utiliser sur des services orientés connexion et sans connexion fondés sur socket. Les applications classiques du Type 5 utilisent TCP et UDP.

Type 7 – Service d'application qui fournit six types d'ASE aux utilisateurs FAL, accessibles par une AR prédéfinie, négociée ou ad hoc.

Type 8 – Service d'application comportant cinq ASE qui permet d'accéder à deux types d'éléments de service d'application AR fondés sur les connexions et à un type d'éléments de service d'application AR sans connexion pour deux types d'utilisateurs FAL (maître et esclave).

Type 9 – Service d'application qui adapte la série ISO 9506 (MMS) pour une utilisation sur la couche de liaison de données de Type 1.

Type 10 – Service d'application qui permet d'accéder à cinq types de définitions d'AR fondées sur les connexions pour trois types d'utilisateurs FAL (superviseur d'entrée-sortie, contrôleur d'entrée-sortie et types d'appareil d'entrée-sortie).

Type 11 – Service d'application qui fournit des AR éditeur/souscripteur non confirmées un à plusieurs.

Type 12 – Service d'application qui fournit un échange de données cyclique sans connexion et pour la communication spontanée de différents ASE.

Type 13 – Service d'application qui fournit quatre ASE aux utilisateurs FAL utilisant des AR confirmées orientées connexion et des AR non confirmées sans connexion.

Type 14 – Service d'application qui permet aux utilisateurs FAL d'accéder à trois types d'ASE orientés objet (accès d'application, mapping de socket et gestion de FAL).

Type 15 – Service d'application qui fournit deux modèles de communication, l'un proposant un type d'ASE et deux types d'AR, l'autre proposant un type d'ASE et un type d'AR.

Type 16 – Service d'application qui fournit trois ASE aux utilisateurs FAL, accessibles à l'aide de deux types d'AR.

Type 17 – Service d'application qui permet aux utilisateurs FAL d'accéder à 6 types d'ASE (variable, événement, zone de charge, invocation de fonction, gestion du temps et du réseau).

Type 18 – Service d'application qui permet à 2 types d'utilisateurs FAL d'accéder à 4 types de définitions d'AR fondée sur les connexions (types maître et esclave) pour accéder aux 2 classes de DLE de Type 18.

Type 19 – Service d'application qui fournit trois ASE aux utilisateurs FAL, accessibles à l'aide de trois types d'AR.

Type 20 – Service d'application qui fournit deux ASE aux utilisateurs FAL, à l'aide d'un seul type d'AR.

Type 21 – Service d'application qui fournit quatre ASE aux utilisateurs FAL, accessibles à l'aide de trois types d'AR.

Type 22 – Service d'application d'échange de données cyclique sans connexion et de communication orientée connexion de différents ASE.

Type 23 – Service d'application qui fournit six ASE aux utilisateurs FAL, accessibles à l'aide de deux types d'AR.

Type 24 – Service d'application qui fournit trois ASE aux utilisateurs FAL, accessibles à l'aide de deux types d'AR.

Type 25 – Service d'application qui fournit quatre types d'ASE aux utilisateurs FAL, accessibles à l'aide de trois types d'AR.

Type 26 – Service d'application qui fournit six types d'ASE aux utilisateurs FAL, accessibles sans connexion en utilisant des AR éditeur/souscripteur non confirmées un à plusieurs, des AR sans connexion confirmées et des AR orientées connexion. Les applications de Type 26 utilisent des protocoles UDP/IP et TCP/IP comme services de couche de liaison de données.

Type 27 – Service d'application qui fournit trois ASE aux utilisateurs FAL, accessibles à l'aide de trois types d'AR.

Type 28 – Service d'application qui fournit sept types d'ASE aux utilisateurs de couche d'application de bus de terrain, reposant sur des modèles de communication de type publication/souscription et client/serveur.

8.5 Récapitulatif des caractéristiques du protocole de couche d'application

La couche d'application de bus de terrain (FAL) est une norme de communication de couche d'application conçue pour prendre en charge l'acheminement des demandes et réponses d'application prioritaire entre les appareils d'un environnement d'automatisation. Le terme "prioritaire" permet de signaler la présence d'une fenêtre temporelle, dans laquelle il est exigé de réaliser une ou plusieurs actions spécifiées selon un niveau défini de certitude. Tout manquement à réaliser ces actions dans la fenêtre temporelle prévue risque de provoquer la défaillance des applications qui les demandent, avec le risque de mettre en danger l'équipement, l'usine, voire les personnes.

Les parties spécifiques au type de la série IEC 61158-6 précisent les interactions entre les applications distantes en matière

- de règles de codage appliquées à toutes les unités de données de protocole de couche d'application (APDU);
- de définitions de syntaxe abstraite formelle de ces APDU;
- de descriptions de diagramme d'états de protocole permettant de gérer les APDU et les primitives dans les séquences correctes;
- de mapping des APDU entre les services de couche de liaison de données définis dans la série IEC 61158-3.

Les règles de codage FAL sont conçues en partant du principe que le codeur (émetteur) et le décodeur (destinataire) partagent les mêmes connaissances de la syntaxe abstraite. Dans la mesure du possible, les identificateurs de type de données ne sont pas codés et transférés sur le réseau.

NOTE 1 C'est la raison pour laquelle la Notation de syntaxe abstraite numéro un/Règle de codage de base n'est pas pratique pour la FAL.

Les parties spécifiques au type de la série IEC 61158-6 ont pour objet de définir le protocole fourni pour

- la couche de liaison de données de bus de terrain à la frontière entre les couches d'application et de liaison de données du modèle de référence de bus de terrain, et
- la gestion de systèmes à la frontière entre la gestion de systèmes et les couches d'application du modèle de référence de bus de terrain.

Une partie spécifique au type de la série IEC 61158-6 définit le protocole de couche d'application, qui correspond aux définitions de service de couche d'application spécifiées dans la partie spécifique au type de la série IEC 61158-5.

Bien que différents types de protocoles puissent être utilisés sur le même réseau, à condition que les couches inférieures sous-jacentes soient compatibles, cette spécification n'assure pas l'interopérabilité entre eux.

Les différents protocoles de communication sont spécifiés dans les parties de la série IEC 61158-6 spécifiques au type, que le présent document récapitule. Chaque protocole est spécifié en tant que "Type" de communication distinct. Chaque type comporte une définition du service correspondant dans la partie de la série IEC 61158-5 spécifique au type correspondante. Les différents types de protocoles AL -sont les suivants:

NOTE 2 Les protocoles d'application de Type 1 et de Type 6 sont supprimés par manque de débouchés commerciaux. Les désignations de Type 1 et de Type 6 sont réservées dans la série IEC 61158-6 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres types et les éditions précédentes de la série IEC 61158.

Type 2 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 2.

Type 3 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 3.

Type 4 – Protocole d'application qui fournit les diagrammes d'états pour le décodage des informations stockées dans l'APDU et une Machine de protocole de mapping DLL (DMPM), qui gère l'interface avec la DLL.

Type 5 – Protocole d'application qui assure les transferts hautes performances des services de Type 5 en utilisant des messages de format fixe qui peuvent être configurés pour le cadrage sur une limite de 4 ou 8 octets.

Type 7 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 7.

Type 8 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 8.

Type 9 – Protocole d'application optimisé pour le transfert de services de Type 9 sur la couche de liaison de données de Type 1 à débit de données limité.

Type 10 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 10.

Type 11 – Protocole d'application qui fournit des AR éditeur/souscripteur non confirmées un à plusieurs sur les AREP préalablement établis.

Type 12 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 12.

Type 13 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 13.

Type 14 – Protocole d'application qui précise les définitions d'objet, la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 14.

Type 15 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 15.

Type 16 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 16.

Type 17 – Protocole d'application qui assure la communication entre les ASE au moyen de cinq types d'AR avec quatre types de rôles (client, serveur, éditeur et souscripteur).

Type 18 – Protocole d'application qui fournit quatre types de définitions d'AR fondée sur les connexions à deux types d'utilisateurs FAL (types maître et esclave) pour accéder aux deux classes de DLE de Type 18.

Type 19 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 19.

Type 20 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 20.

Type 21 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 21.

Type 22 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 22.

Type 23 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 23.

Type 24 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 24.

Type 25 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 25.

Type 26 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 26, fournit les communications entre les ASE en utilisant trois types d'AR sans connexion éditeur/souscripteur non confirmées un à plusieurs sur les AREP préalablement établis, des AR sans connexion confirmées fondées sur socket et des AR orientées connexion jouant quatre types de rôles (client, serveur, éditeur et souscripteur).

NOTE 3 L'utilisation de certains de ces types de protocoles est limitée par leurs détenteurs de droits d'auteur. Dans tous les cas, il est possible d'utiliser un type particulier de protocole de couche d'application sans restriction lorsqu'il est associé à des protocoles de couche physique et de couche de liaison de données de même type ou avec d'autres combinaisons spécifiées dans la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2. L'utilisation de différents types de protocoles dans d'autres combinaisons exige d'obtenir l'autorisation auprès de leurs détenteurs de droit à la propriété intellectuelle respectifs.

Type 27 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 27.

Type 28 – Protocole d'application qui précise la syntaxe abstraite, le codage et le comportement des éléments de service d'application de Type 28.

9 Concepts de description de service de couche d'application

9.1 Vue d'ensemble

Le bus de terrain est prévu pour être utilisé dans des usines et des usines de produit afin d'interconnecter les principaux appareils d'automatisation (les capteurs, les actionneurs, les appareils d'affichage locaux, les avertisseurs, les automates programmables, les petits automates de boucle et les contrôleurs de champ autonomes, par exemple) et les équipements de commande et de surveillance installés dans les salles de commande.

Les principaux appareils d'automatisation sont associés aux niveaux les plus bas de la hiérarchie d'automatisation industrielle et exécutent un ensemble limité de fonctions dans une fenêtre temporelle définie. Certaines de ces fonctions incluent le diagnostic, la validation de données et le traitement des multiples entrées et sorties.

Ces principaux appareils d'automatisation, également appelés appareils de terrain, sont placés à proximité des fluides de traitement, de la pièce fabriquée, de la machine, de l'opérateur et de l'environnement. Il s'agit d'utiliser le bus de terrain aux niveaux les plus bas de l'architecture PIO (production intégrée par ordinateur).

L'utilisation d'un bus de terrain présente l'avantage de réduire le câblage, d'augmenter la quantité de données échangées, d'élargir la répartition du contrôle entre les principaux appareils d'automatisation et l'équipement de la salle de commande et de répondre à certaines contraintes prioritaires.

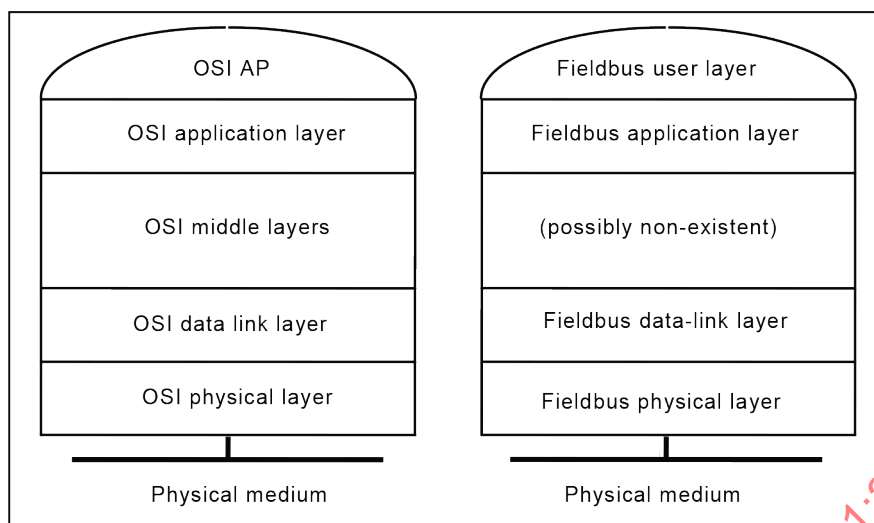
Les paragraphes 9.2 à 9.9 décrivent les principes essentiels de la FAL. Des informations descriptives détaillées relatives à chaque élément de service d'application FAL peuvent être consultées dans le paragraphe "Vue d'ensemble" de chaque spécification de modèle de communication.

9.2 Relations architecturales

9.2.1 Relation avec la couche d'application du Modèle de référence de base OSI

Les fonctions de la FAL ont été décrites selon les principes de structuration en couches OSI. Toutefois, sa relation architecturale avec les couches inférieures est différente, comme cela est représenté à la Figure 10.

- La FAL intègre des fonctions OSI et des extensions afin de répondre aux exigences prioritaires. La norme de structure de couche d'application OSI (ISO/IEC 9545) était utilisée en tant que service de base à la spécification de la FAL.
- La FAL utilise directement les services de la couche sous-jacente. La couche sous-jacente peut être la couche de liaison de données ou une couche intermédiaire. Lors de l'utilisation de la couche sous-jacente, la FAL peut fournir des fonctions en principe associées aux couches médianes OSI pour un mapping correct de la couche sous-jacente.



IEC

Anglais	Français
OSI AP	Processus d'application OSI
Fieldbus user layer	Couche d'utilisateur de bus de terrain
OSI application layer	Couche d'application OSI
Fieldbus application layer	Couche d'application de bus de terrain
OSI middle layers	Couches médianes OSI
(possibly non-existent)	(éventuellement inexistant)
OSI data link layer	Couche de liaison de données OSI
Fieldbus data-link layer	Couche de liaison de données de bus de terrain
OSI physical layer	Couche physique OSI
Fieldbus physical layer	Couche physique de bus de terrain
Physical medium	Support physique

Figure 10 – Relations avec le Modèle de référence de base OSI

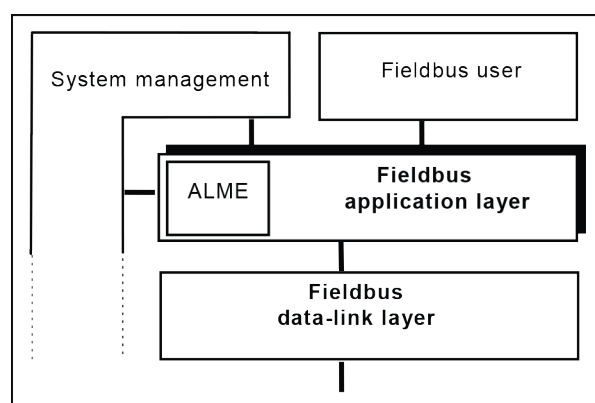
9.2.2 Relations avec d'autres entités de bus de terrain

9.2.2.1 Généralités

Les relations architecturales de la couche d'application de bus de terrain (FAL), comme cela est représenté à la Figure 11, ont été conçues pour prendre en charge les besoins d'interopérabilité des systèmes prioritaires répartis dans l'environnement de bus de terrain.

Dans cet environnement, la FAL propose des services de communication avec les applications prioritaires et non prioritaires situées dans les appareils de bus de terrain.

De plus, la FAL utilise directement la couche de liaison de données pour transférer ses unités de données de protocole de couche d'application. Pour ce faire, elle utilise un ensemble de services de transfert de données et de services pris en charge pour contrôler les aspects opérationnels de la couche de liaison de données.



IEC

Anglais	Français
System management	Gestion de systèmes
Fieldbus user	Utilisateur de bus de terrain
ALME	ALME
Fieldbus application layer	Couche d'application de bus de terrain
Fieldbus data-link layer	Couche de liaison de données de bus de terrain

Figure 11 – Positionnement architectural de la couche d'application de bus de terrain

9.2.2.2 Utilisation de la couche de liaison de données de bus de terrain

La couche d'application de bus de terrain (FAL) fournit un accès au réseau aux processus d'application de bus de terrain. Elle fait office d'interface directe avec la couche de liaison de données de bus de terrain pour transférer ses APDU.

La couche de liaison de données fournit différents types de services à la FAL pour le transfert de données entre les points d'extrémité de liaison de données (DLSAP, DLCEP, par exemple).

9.2.2.3 Prise en charge des applications de bus de terrain

Les applications de bus de terrain sont représentées sur le réseau comme des processus d'application. Les processus d'application sont les composants d'un système réparti qui peuvent être identifiés et adressés de manière individuelle.

Chaque processus d'application contient une entité d'application FAL qui permet au processus d'application d'accéder au réseau. En d'autres termes, chaque processus d'application communique avec d'autres processus d'application par l'intermédiaire de son entité d'application. Dans ce sens, l'entité d'application offre une fenêtre de visibilité du processus d'application.

Les processus d'application contiennent des composants identifiables également visibles sur le réseau. Ces composants sont représentés sur le réseau comme des objets de processus d'application. Ils peuvent être identifiés par un ou plusieurs attributs clés. Ils se trouvent à l'adresse du processus d'application qui les contient.

Les services utilisés pour y accéder sont fournis par les éléments de service d'application spécifique à l'objet de processus d'application que contient la FAL. Ces éléments de service d'application sont conçus pour prendre en charge les applications d'assistance à l'utilisateur, de bloc fonctionnel et de gestion.

9.2.2.4 Prise en charge de la gestion de systèmes

Les services FAL peuvent être utilisés pour prendre en charge différentes opérations de gestion, notamment la gestion des systèmes de bus de terrain, des applications et du bus de terrain.

9.2.2.5 Accès aux entités de gestion de couche FAL

Une entité de gestion de couche (LME) peut être présente dans chaque entité FAL du réseau. Les entités de gestion de couche d'application de bus de terrain (FALME – fieldbus application layer management entity) permettent d'accéder à la FAL pour assurer la gestion du système.

L'ensemble de données accessible par le gestionnaire de système est appelé "base de données de gestion de systèmes" (SMIB – system management information base). Chaque entité de gestion de couche d'application de bus de terrain (FALME) fournit la partie FAL de la base de données de gestion de systèmes. La mise en œuvre de la base de données de gestion de systèmes n'entre pas dans le domaine d'application de la série IEC 61158-5.

9.3 Structure de la couche d'application de bus de terrain

9.3.1 Vue d'ensemble

La structure de la FAL est une amélioration de la structure de couche d'application OSI (ISO/IEC 9545). En conséquence, le paragraphe 9.3 est organisé de la même manière que celui de l'ISO/IEC 9545. Certains concepts présentés en 9.3 ont été améliorés depuis l'ISO/IEC 9545 concernant l'environnement de bus de terrain.

La FAL diffère des autres couches du Modèle de référence de base OSI sous les deux principaux aspects suivants.

- Le Modèle de référence de base OSI définit un seul type de canal de communication de couche d'application, l'association, pour connecter des processus d'application entre eux. La FAL définit la relation d'application (dont il existe plusieurs types) afin de permettre aux processus d'application de communiquer entre eux.
- La FAL utilise la couche de liaison de données pour transférer ses APDU et pas la couche de présentation OSI. Par conséquent, la FAL ne comporte aucun contexte de présentation explicite. Entre la même paire (ou le même ensemble) de points d'accès au service de liaison de données, le protocole FAL ne doit pas être utilisé en même temps que d'autres protocoles de couche d'application.

9.3.2 Concepts fondamentaux

Le fonctionnement des systèmes ouverts prioritaires est modélisé en matière d'interaction entre les processus d'application prioritaires. La FAL permet à ces processus d'application d'échanger des commandes et des données entre eux.

La coopération entre les processus d'application exige de partager suffisamment d'informations pour interagir et procéder à des activités de traitement de manière coordonnée. Leurs activités peuvent se limiter à un seul segment de bus de terrain ou peuvent s'étendre sur plusieurs segments. La FAL a été conçue selon une architecture modulaire qui vise à prendre en charge les exigences de ces applications en matière de messagerie.

Parfois, la coopération entre les processus d'application exige également de partager une notion de temps commune. La FAL ou la couche de liaison de données (parties de la série IEC 61158-3 et de la série IEC 61158-4) peut prévoir la répartition du temps de tous les appareils. Elles peuvent également définir des services d'appareil locaux qui peuvent être utilisés par des processus d'application pour accéder au temps réparti.

Les paragraphes 9.3.3 à 9.3.7 décrivent chacun des composants modulaires de l'architecture, ainsi que les relations qu'ils entretiennent. Les composants de la FAL sont modélisés sous la forme d'objets, chacun d'eux fournissant un ensemble de services de communication FAL utilisés par les applications. Les objets FAL et leurs relations sont décrits ci-après. Les objets FAL et leurs services sont précisés de manière détaillée dans la série IEC 61158-5. La série IEC 61158-6 précise les protocoles nécessaires à l'acheminement de ces services d'objet entre les applications.

9.3.3 Processus d'application de bus de terrain

9.3.3.1 Définition du processus d'application de bus de terrain

Dans l'environnement de bus de terrain, une application peut être partitionnée en un ensemble de composants, puis répartie entre un certain nombre d'appareils du réseau. Chacun de ces composants est appelé processus d'application de bus de terrain. Un processus d'application de bus de terrain est une variante d'un processus d'application défini dans le Modèle de référence OSI de l'ISO (ISO/IEC 7498-1). Les processus d'application de bus de terrain sont adressés sans équivoque par au moins une adresse de point d'accès au service de couche de liaison de données. Dans ce contexte, "adressés sans équivoque" signifie que des processus d'application ne peuvent pas se trouver simultanément sur la même adresse. Cette définition n'empêche pas plusieurs adresses de point d'accès au service de liaison de données individuelles ou groupées de détecter un processus d'application.

9.3.3.2 Services de communication

Les processus d'application de bus de terrain communiquent entre eux à l'aide de services confirmés ou non confirmés (ISO/IEC 10731). Les services définis pour la FAL précisent la sémantique des services telle que les processus d'application demandeurs et répondants les perçoivent. La syntaxe des messages utilisés pour acheminer les demandes de service et les réponses est définie dans la série IEC 61158-6. Le comportement du processus d'application associé aux services est précisé par le processus d'application lui-même.

Les services confirmés permettent de définir les échanges de demande/réponse entre les processus d'application.

À l'inverse, les services non confirmés permettent de définir le transfert unidirectionnel des messages d'un processus d'application vers un ou plusieurs autres processus d'application. Du point de vue de la communication, il n'existe aucune relation entre des invocations séparées de services non confirmés, comme c'est le cas entre la demande et la réponse d'un service confirmé.

9.3.3.3 Interactions des processus d'application

9.3.3.3.1 Généralités

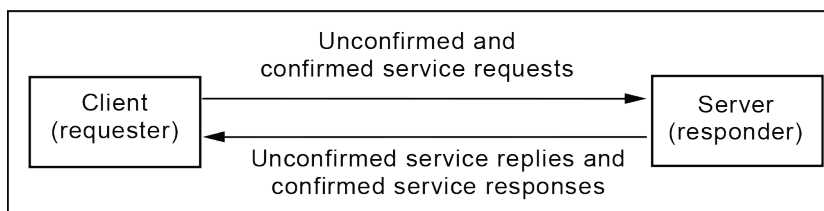
Dans l'environnement de bus de terrain, les processus d'application peuvent interagir entre eux autant que nécessaire pour atteindre leurs objectifs fonctionnels. Le présent document n'impose aucune contrainte quant à l'organisation de ces interactions ou aux éventuelles relations qui peuvent exister entre elles.

Par exemple, dans l'environnement de bus de terrain, les interactions peuvent reposer sur des messages de demande/réponse échangés directement entre des processus d'application ou sur des données/événements envoyés par un processus d'application et utilisés par d'autres. Ces deux modèles d'interaction entre des processus d'application sont appelés interactions client/serveur et éditeur/souscripteur.

Les services pris en charge par un modèle d'interaction sont acheminés par des points d'extrémité de relations d'application (AREP) associés aux processus d'application de communication. Le rôle joué par l'AREP dans l'interaction (client, serveur, homologue, éditeur, souscripteur, par exemple) est défini en tant qu'attribut de l'AREP.

9.3.3.3.2 Interactions client/serveur

Les interactions client/serveur se caractérisent par un flux de données bidirectionnel entre un processus d'application client et un ou plusieurs processus d'application serveur. La Figure 12 représente l'interaction entre un client et un serveur. Dans ce type d'interaction, le client peut adresser une demande confirmée ou non confirmée au serveur pour qu'il exécute une tâche. Si le service est confirmé, le serveur renvoie toujours une réponse. Si le service n'est pas confirmé, le serveur peut renvoyer une réponse en utilisant un service non confirmé défini à cet effet.



Anglais	Français
Unconfirmed and confirmed service requests	Demandes de service non confirmé et confirmé
Client (requester)	Client (demandeur)
Server (responder)	Serveur (répondant)
Unconfirmed service replies and confirmed service responses	Réponses de service non confirmé et confirmé

Figure 12 – Interactions client/serveur

9.3.3.3.3 Interactions éditeur/souscripteur

9.3.3.3.3.1 Généralités

Par ailleurs, les interactions éditeur/souscripteur impliquent un seul processus d'application éditeur et un groupe de processus d'application souscripteurs. Ce type d'interaction a été défini pour prendre en charge les variantes de deux modèles d'interaction entre des processus d'application: le modèle "pull" et le modèle "push". Dans ces deux modèles, la définition du processus d'application de publication est assurée par la gestion et n'entre pas dans le domaine d'application de la série IEC 61158-5 et de la série IEC 61158-6.

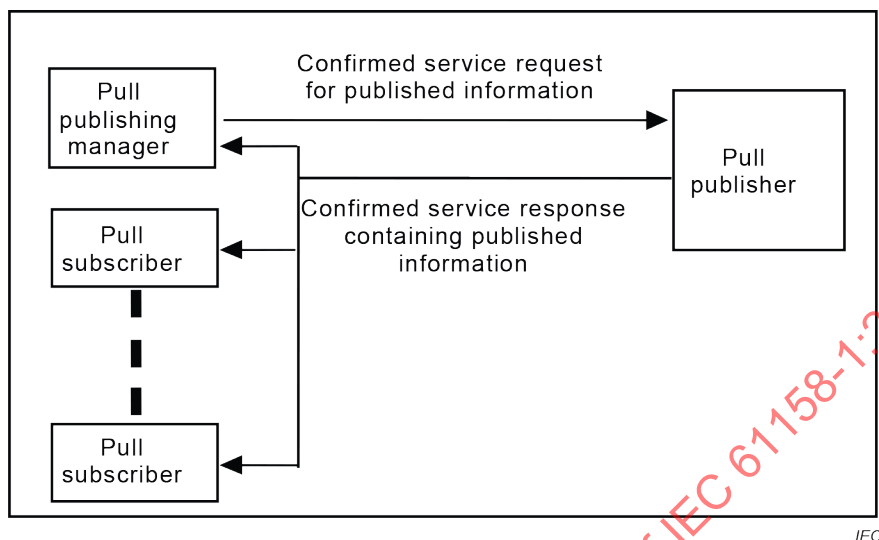
9.3.3.3.3.2 Interactions du modèle pull

Dans le modèle "pull", l'éditeur reçoit une demande de publication en provenance d'un gestionnaire de publication distant, puis diffuse (ou distribue) sa réponse sur le réseau. Le gestionnaire de publication est uniquement chargé de lancer la publication en envoyant une demande à l'éditeur.

Les souscripteurs qui souhaitent recevoir les données publiées écoutent les réponses transmises par l'éditeur. Ainsi, les données sont "tirées" ("pulled") depuis l'éditeur par suite des demandes du gestionnaire de publication.

Les services FAL confirmés sont utilisés pour prendre en charge ce type d'interaction. Deux caractéristiques permettent de distinguer ce type d'interaction des autres. En premier lieu, des demandes et réponses confirmées sont échangées entre le gestionnaire de publication et l'éditeur. Toutefois, le mécanisme d'acheminement sous-jacent fourni par la FAL renvoie la réponse non seulement au gestionnaire de publication, mais également à tous les souscripteurs qui souhaitent recevoir les informations publiées. Pour ce faire, la couche de liaison de données transmet la réponse à une adresse de groupe, plutôt qu'à l'adresse individuelle du gestionnaire de publication. Par conséquent, la réponse envoyée par l'éditeur contient les données publiées et est distribuée au gestionnaire de publication et à tous les souscripteurs.

La deuxième différence porte sur le comportement des souscripteurs. Les souscripteurs du modèle pull (appelés souscripteurs pull) sont en mesure d'accepter les données publiées dans les réponses du service confirmé sans avoir formulé la demande correspondante. La Figure 13 donne une représentation de ces concepts.



IEC

Anglais	Français
Pull publishing manager	Gestionnaire de publication pull
Confirmed service request for published information	Demande de service confirmé d'informations publiées
Pull publisher	Éditeur pull
Confirmed service response containing published information	Réponse de service confirmé contenant les informations publiées
Pull subscriber	Souscripteur pull

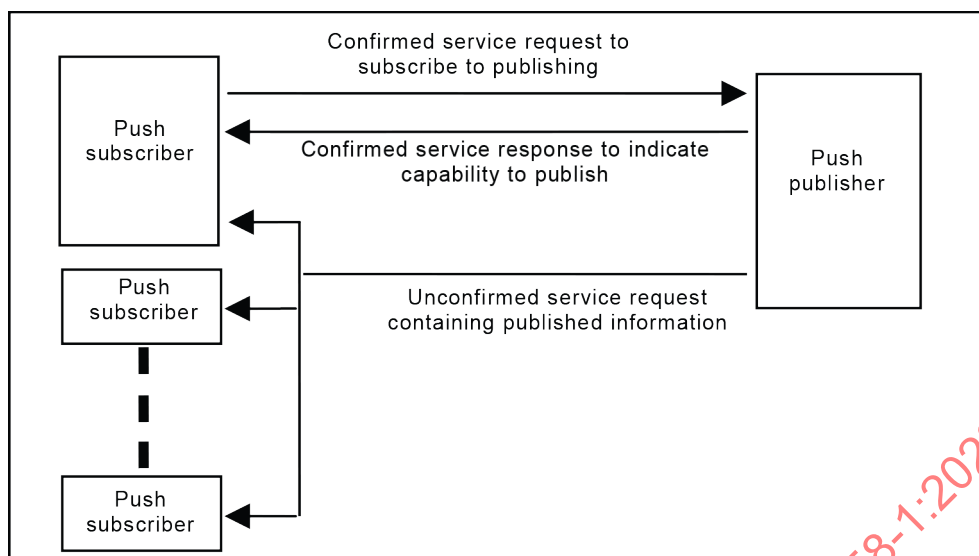
Figure 13 – Interactions du modèle pull

9.3.3.3.3 Interactions du modèle push

Dans le modèle "push", deux services peuvent être utilisés, un confirmé et un non confirmé. Le service confirmé est utilisé par le souscripteur pour demander de joindre la publication. La réponse à cette demande est renvoyée au souscripteur en suivant le modèle d'interaction client/serveur. Cet échange est uniquement nécessaire lorsque le souscripteur et l'éditeur se trouvent dans des processus d'application différents.

Le service non confirmé utilisé dans le modèle push est utilisé par l'éditeur pour distribuer ses informations aux souscripteurs. Dans ce cas, l'éditeur est chargé d'appeler le service non confirmé correct au moment opportun et de donner les informations appropriées. Ainsi, il est configuré pour "pousser" ("push") ses données sur le réseau.

Les souscripteurs du modèle push reçoivent les services non confirmés publiés distribués par les éditeurs. La Figure 14 représente le concept du modèle push.



IEC

Anglais	Français
Push subscriber	Souscripteur push
Confirmed service request to subscribe to publishing	Demande de service confirmé pour souscrire à la publication
Push publisher	Éditeur push
Confirmed service response to indicate capability to publish	Réponse de service confirmé pour indiquer la capacité de publication
Unconfirmed service request containing published information	Demande de service non confirmé contenant les informations publiées

Figure 14 – Interactions du modèle push

9.3.3.3.4 Opportunité des informations publiées

Pour renforcer les informations publiées, qui sont de nature périssable, la FAL peut prendre en charge quatre types d'opportunité pour les interactions éditeur/souscripteur. Chacun d'eux permet aux souscripteurs des données publiées de déterminer si les données qu'ils reçoivent sont à jour ou "obsolètes". Ces types sont réalisés au moyen de mécanismes intrinsèques à la couche de liaison de données (DLL). Chacun d'eux est brièvement décrit dans le Tableau 3. Pour obtenir une description plus détaillée, voir les parties de la série IEC 61158-3 et de la série IEC 61158-4.

Tableau 3 – Types d'opportunité définis pour les interactions éditeur/souscripteur

Type	Description
Transparent	Ce type d'opportunité permet au processus d'application de l'utilisateur de déterminer la qualité de l'opportunité des données qu'il génère et de l'associer aux informations lors de leur transfert sur le réseau. Dans ce type d'opportunité, le réseau ne calcule ni ne mesure l'opportunité. Il achemine simplement la qualité de l'opportunité avec les données du processus d'application de l'utilisateur.
Résidence	Lorsque la FAL soumet des données du processus d'application de publication à la couche de liaison de données pour transmission, cette dernière lance un temporisateur. Si le temporisateur expire avant la transmission des données, la couche de liaison de données marque la mémoire tampon comme étant "inopportune" et achemine ces informations d'opportunité avec les données.
Synchronisé	Ce type d'opportunité exige de coordonner deux éléments d'informations publiées. L'un représente les données à publier et l'autre une "marque de synchronisation" spéciale. Lorsque la marque de synchronisation provient du réseau, un temporisateur démarre dans chacune des stations participantes. Par la suite, lorsque des données sont reçues pour permettre à la couche de liaison de données de les transmettre ou lorsque les données transmises sont reçues du réseau au niveau de la station de souscription, la valeur TRUE est affectée à l'attribut d'opportunité de la couche de liaison de données. Cette valeur reste TRUE jusqu'à la réception de la marque de synchronisation suivante ou tant que le temporisateur n'a pas expiré. Les données reçues après l'expiration du temporisateur, mais avant la marque de synchronisation suivante, ne permettent pas de rétablir la valeur TRUE de l'attribut d'opportunité. Cette valeur est rétablie uniquement si les données sont reçues dans le laps de temps qui suit la réception de la marque de synchronisation. Les données transmises par la station de l'éditeur et dont la valeur FALSE a été affectée à l'attribut d'opportunité conservent cette valeur au niveau de chaque souscripteur, quelle que soit la manière dont leur temporisateur fonctionne.
Mise à jour	Ce type d'opportunité exige de coordonner deux éléments identiques d'informations publiées définies pour l'opportunité <i>synchronisée</i> . Dans ce type, la marque de synchronisation lance également un temporisateur dans chacune des stations participantes. À l'instar de l'opportunité <i>synchronisée</i> , l'expiration du temporisateur entraîne l'affectation de la valeur FALSE à l'attribut d'opportunité. À l'inverse de l'opportunité <i>synchronisée</i> , la réception aléatoire de nouvelles données (et pas seulement dans le laps de temps qui commence à la réception d'une marque de synchronisation) entraîne l'affectation de la valeur TRUE à l'attribut d'opportunité.

9.3.3.4 Structure du processus d'application

Les éléments internes des processus d'application peuvent être représentés par un ou plusieurs objets de processus d'application et sont accessibles par l'intermédiaire d'une ou de plusieurs entités d'application. Les entités d'application fournissent les fonctions de communication du processus d'application. Pour chaque processus d'application de bus de terrain, il existe une, et une seule, entité d'application FAL. Les objets de processus d'application sont la représentation en réseau des fonctions spécifiques à l'application (objets de processus d'application de l'utilisateur) d'un processus d'application, et sont accessibles par l'intermédiaire de son entité d'application FAL.

9.3.3.5 Classe de processus d'application

Une classe de processus d'application est une définition des attributs et services d'un processus d'application. Les définitions de classe normalisées des processus d'application sont définies dans les parties de la série IEC 61158-5. Les classes définies par l'utilisateur peuvent également être spécifiées. Les identificateurs de classe (décrits à l'Article 3 des parties de la série IEC 61158-5) sont attribués à partir d'un ensemble réservé à cet effet.

9.3.3.6 Type de processus d'application

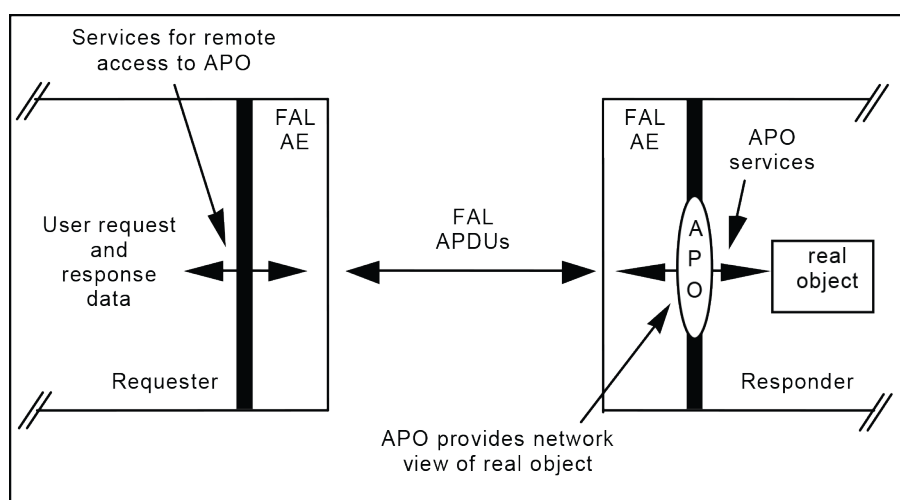
Les processus d'application sont définis par instanciation d'une classe de processus d'application. Chaque définition de processus d'application est composée des attributs et services sélectionnés pour le processus d'application parmi ceux définis par sa classe de processus d'application. De plus, une définition de processus d'application contient les valeurs d'un ou de plusieurs attributs sélectionnés pour elle. Lorsque deux processus d'application partagent la même définition, cette dernière est appelée type de processus d'application. Par conséquent, un type de processus d'application est une spécification générique d'un processus d'application qui peut être utilisée pour définir un ou plusieurs processus d'application.

9.3.4 Objets de processus d'application

9.3.4.1 Définition d'un objet de processus d'application

Un objet de processus d'application est une représentation en réseau d'un aspect particulier d'un processus d'application. Chaque objet de processus d'application représente un ensemble particulier d'informations et de fonctions de traitement d'un processus d'application accessible par l'intermédiaire des services FAL. Les objets de processus d'application permettent de représenter ces fonctions auprès d'autres processus d'application d'un système de bus de terrain.

Du point de vue de la FAL, un objet de processus d'application est modélisé comme un objet accessible sur le réseau présent dans un processus d'application ou dans un autre objet de processus d'application (les objets de processus d'application peuvent en contenir d'autres). Les objets de processus d'application fournissent la définition en réseau des objets présents dans un processus d'application accessible à distance. La définition d'un objet de processus d'application comprend une identification des services FAL qui peuvent être utilisés par des processus d'application distants pour un accès à distance. Les services FAL, comme cela est représenté à la Figure 15, sont fournis par l'entité de communication FAL du processus d'application, appelée entité d'application FAL (AE FAL).



Anglais	Français
Services for remote access to APO	Services d'accès distant à l'objet de processus d'application
FAL AE	Entité d'application FAL
APO services	Services APO
User request and response data	Données de demande et réponse de l'utilisateur
FAL APDUs	APDU FAL
APO	APO
real object	objet réel
Requester	Demandeur
Responder	Répondeur
APO provides network view of real object	L'APO fournit une vue en réseau de l'objet réel

Figure 15 – Services d'objets de processus d'application acheminés par la FAL

À la Figure 15, les processus d'application distants agissant comme des clients peuvent accéder à l'objet réel en envoyant des demandes par l'intermédiaire de l'objet de processus d'application qui le représente. Les aspects locaux du processus d'application assurent la conversion entre la vue en réseau (l'objet de processus d'application) de l'objet réel et la vue de processus d'application interne de l'objet réel.

Pour prendre en charge le modèle d'interaction éditeur/souscripteur, les informations relatives à l'objet réel peuvent être publiées par l'intermédiaire de son objet de processus d'application. Les processus d'application distants agissant comme des souscripteurs voient la vue de l'objet de processus d'application des informations publiées, sans être tenus de connaître les caractéristiques spécifiques de l'objet réel.

9.3.4.2 Classes d'objets de processus d'application

Une classe d'objets de processus d'application est une spécification générique d'un ensemble d'objets de processus d'application, chacun d'eux étant décrit par le même ensemble d'attributs et accessible par le même ensemble de services.

Les classes d'objets de processus d'application fournissent le mécanisme de normalisation des aspects visibles sur le réseau des processus d'application. Chaque définition normalisée de classe d'objets de processus d'application précise un ensemble particulier d'attributs et de services de processus d'application accessibles sur le réseau. La série IEC 61158-6 précise la syntaxe et les procédures utilisées par le protocole FAL pour fournir un accès à distance aux attributs et services d'une classe d'objets de processus d'application.

Les classes normalisées d'objet de processus d'application sont spécifiées par le présent document pour les besoins de normalisation de l'accès à distance aux processus d'application. Les classes définies par l'utilisateur peuvent également être spécifiées.

Les classes définies par l'utilisateur sont définies comme étant des sous-classes de classes d'objets de processus d'application normalisées ou d'autres classes définies par l'utilisateur. Elles peuvent être définies en identifiant de nouveaux attributs ou en indiquant que les attributs facultatifs de la classe parente sont obligatoires pour la sous-classe. Les conventions de définition des classes, précisées dans les parties spécifiques au type de la série IEC 61158-5, peuvent être utilisées à cet effet. La méthode d'enregistrement ou la mise à disposition de ces nouvelles définitions de classe au public n'entre pas dans le domaine d'application du présent document.

9.3.4.3 Objets de processus d'application en tant qu'instances de classes d'objet de processus d'application

Les classes d'objets de processus d'application sont définies dans le présent document à l'aide de modèles. Ces modèles permettent non seulement de définir les classes d'objets de processus d'application, mais également de préciser les instances d'une classe.

Chaque objet de processus d'application défini pour un processus d'application est une instance d'une classe d'objets de processus d'application. Chaque objet de processus d'application fournit une vue en réseau d'un objet réel qui contient un processus d'application. Un objet de processus d'application est défini:

- a) en sélectionnant les attributs dans son modèle de classe d'objets de processus d'application qui doivent être accessibles à partir de l'objet réel;
- b) en affectant des valeurs à un ou plusieurs attributs clés dans le modèle. Les attributs clés permettent d'identifier l'objet de processus d'application;
- c) en affectant des valeurs à aucun, un ou plusieurs attributs non-clé de l'objet de processus d'application. Les attributs non-clé permettent de caractériser l'objet de processus d'application;
- d) en sélectionnant les services dans le modèle que des processus d'application distants peuvent utiliser pour accéder à l'objet réel.

Les parties spécifiques au type de la série IEC 61158-5 précisent les conventions en matière de modèle de classe. Ces conventions portent sur la définition des attributs et services obligatoires, facultatifs et conditionnels.

La présence attributs et services obligatoires dans tous les objets de processus d'application de la classe est exigée. Les attributs et services facultatifs peuvent être sélectionnés, APO par APO, et être introduits dans un objet de processus d'application. Les attributs et services conditionnels sont définis avec une instruction de contrainte. Les instructions de contrainte précisent les conditions qui indiquent si l'attribut doit être présent ou non dans un objet de processus d'application.