

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: Présentation et lignes directrices des séries CEI 61158 et CEI 61784**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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 Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

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: Présentation et lignes directrices des séries CEI 61158 et CEI 61784**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XC

ICS 25.040.40; 33.040; 35.100.05

ISBN 978-2-8322-1630-9

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviated terms	6
3.1 Terms and definitions	6
3.2 Abbreviations	7
4 Guidelines for implementers and users	7
4.1 Background and purpose.....	7
4.2 Supported options	8
4.3 Benefits from using a common and formal style.....	8
5 Concept of the IEC 61158 series	9
6 Mapping onto the OSI Basic Reference Model.....	11
6.1 Overview.....	11
6.2 Physical layer service and protocol.....	11
6.3 Data-link layer service.....	12
6.4 Data-link layer protocol	13
6.5 Application layer service.....	13
6.6 Application layer protocol	14
7 Structure of IEC 61158 and IEC 61784 series.....	15
7.1 The IEC 61158 physical layer.....	15
7.2 The IEC 61158 data-link layer	15
7.3 The IEC 61158 application layer.....	16
7.4 IEC 61784-1 and IEC 61784-2 fieldbus profiles	16
7.5 IEC 61784-3 functional safety communication profiles	20
7.6 IEC 61784-5 installation profiles.....	22
7.7 Communication profiles for wireless communication networks	24
8 Brief summary of the characteristics of service and protocol for each fieldbus type	25
8.1 Summary of the physical layer service and protocol characteristics	25
8.2 Summary of data-link layer service characteristics	27
8.3 Summary of data-link layer protocol characteristics	29
8.4 Summary of application layer service characteristics	30
8.5 Summary of application layer protocol characteristics.....	32
9 Application layer service description concepts	34
9.1 Overview	34
9.2 Architectural relationships	34
9.3 Fieldbus application layer structure	36
9.4 Fieldbus application layer naming and addressing.....	48
9.5 Architecture summary.....	49
9.6 Notional FAL service procedures	50
9.7 Common FAL attributes	51
9.8 Common FAL service parameters.....	52
9.9 APDU size.....	53
10 Data type ASE.....	53
10.1 Overview	53
10.2 Formal definition of data type objects	55

11	Fieldbus system requirements	57
11.1	General	57
11.2	Industrial control network	57
11.3	Communication between industrial control networks and other networks	58
11.4	Quality of service features of an industrial control network	58
11.5	Special requirements for wireless networks	59
Annex A	(informative) Trade name declarations	60
Annex B	(informative) Media selection for fieldbus systems	62
B.1	General	62
B.2	Cabled media	62
B.3	Wireless media	62
B.4	Media needing special consideration	62
B.5	Performance characteristics of open and public networks	63
	Bibliography	64
Figure 1	– Example of a fieldbus system	9
Figure 2	– Concept of DL/AL to separate service and protocol parts	10
Figure 3	– Basic fieldbus reference model	11
Figure 4	– General model of physical layer	12
Figure 5	– Relationship of the Data-link layer to other fieldbus layers and to users of the fieldbus data-link service	13
Figure 6	– Relationship of the fieldbus Application layer to other fieldbus layers and to users of the fieldbus application service	14
Figure 7	– Structure of communication profile families	17
Figure 8	– Example of a CPF structure	18
Figure 9	– Document structure of IEC 61918 and the CPF specific part of IEC 61784-5	24
Figure 10	– Relationship to the OSI Basic Reference Model	35
Figure 11	– Architectural positioning of the fieldbus application layer	35
Figure 12	– Client/server interactions	38
Figure 13	– Pull model interactions	39
Figure 14	– Push model interactions	39
Figure 15	– APOs services conveyed by the FAL	41
Figure 16	– Application entity structure	43
Figure 17	– Example FAL ASEs	44
Figure 18	– FAL management of objects	45
Figure 19	– ASE service conveyance	46
Figure 20	– Defined and established AREPs	48
Figure 21	– FAL architectural components	50
Figure 22	– Data-type class hierarchy example	53
Table 1	– OSI and IEC 61158 layers	11
Table 2	– CPF, CP, and type relations	19
Table 3	– Types of timeliness defined for publisher/subscriber interactions	40
Table A.1	– Trade names of CPFs and CPs	60

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 IEC 61784-1 and IEC 61784-2.

International Standard IEC 61158-1 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This first edition cancels and replaces the third edition of IEC/TR 61158-1 published in 2010. This edition constitutes a technical revision.

This first edition includes the following significant changes with respect to the previous Technical Report:

- updates of the references to and information about the IEC 61158 series, IEC 61784-1, IEC 61784-3, IEC 61784-5 series and IEC 61918 throughout the document;
- new Type 23 for profile family 8;
- new Type 24 and the related profile family CPF 19;
- new Subclause 7.7 Communication profiles for wireless communication networks;
- new Clause 11 Fieldbus system requirements;
- new Annex B Media selection for fieldbus systems.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
65C/757/FDIS	65C/767/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts of the IEC 61158 series, published under the general title *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*, can be found on the IEC web site.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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 document specifies the generic concept of fieldbuses.

This document also presents an overview and guidance for the IEC 61158 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 61784 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 including the application layer service description concepts and the generic fieldbus data types.

2 Normative references

None.

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

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

3.1.3

fieldbus system

system using a fieldbus with connected devices

3.1.4

message

ordered series of octets intended to convey information

[SOURCE: ISO/IEC 2382-16:1996, 16.02.01, modified]

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

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 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.

The 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 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 list of IEC 61158 parts is 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.

4.2 Supported options

Most of the fieldbus types specified in the 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 and IEC 61784-2.

IEC 61784-1 and IEC 61784-2 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.

Annex A of IEC 61784-1 and Annex A of IEC 61784-2 help select 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 part of IEC 61158;
- IEC 61784-1, Annex A: Communication concepts;
- IEC 61784-2, Annex A: Performance indicator calculations;
- IEC 61784-1 and IEC 61784-2, Communication profile family;
- the parts of IEC 61158 as referenced in IEC 61784-1 and IEC 61784-2 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.

The 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 may 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 and IEC 61784-2. Use of the various protocol types in other combinations may require permission from their respective copyright holders.

The protocol types in IEC 61158 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.

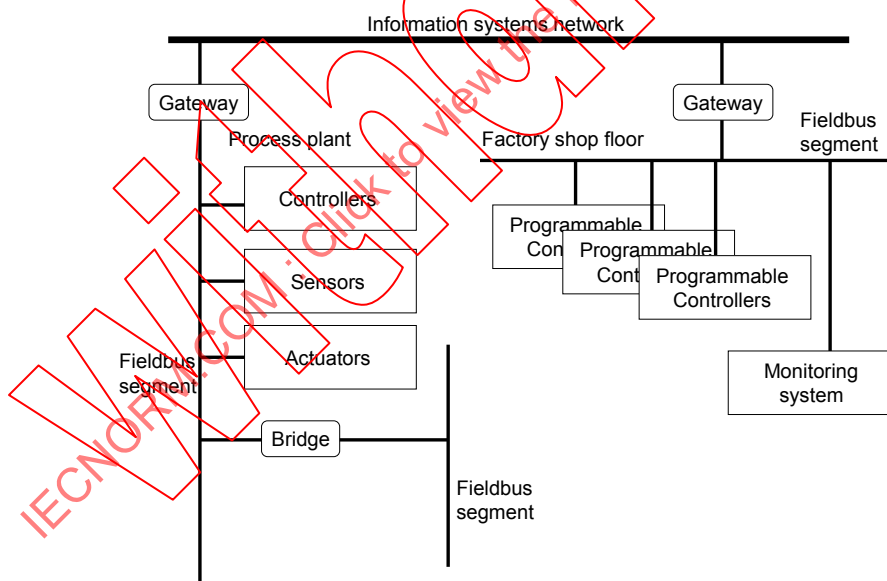


Figure 1 – Example of a fieldbus system

A number of fieldbus types are specified in the 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 and IEC 61784-2. 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.

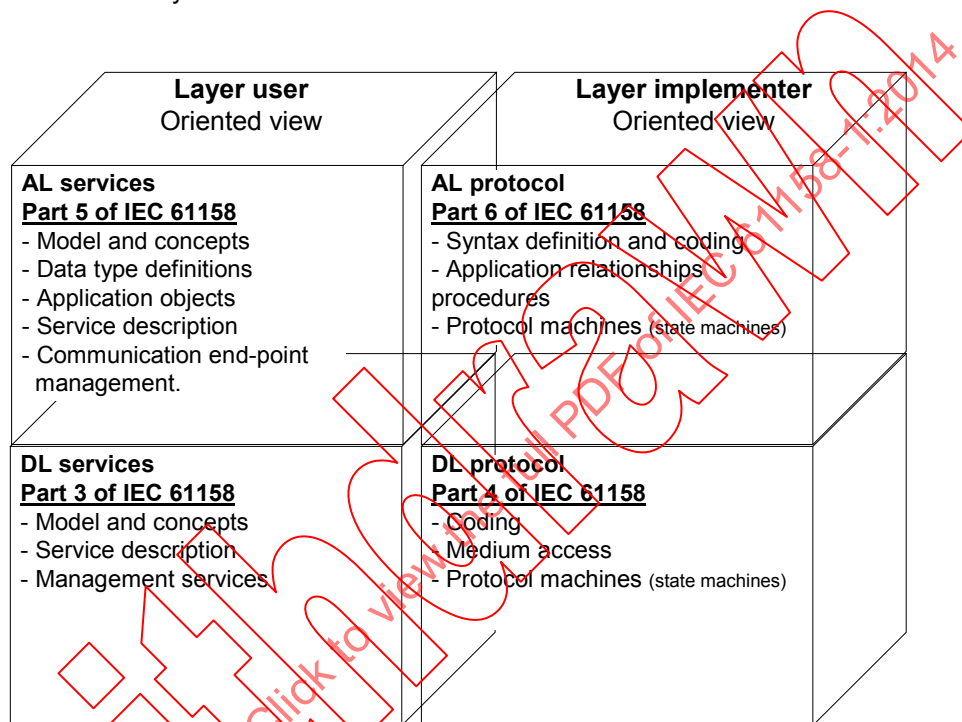


Figure 2 – Concept of DL/AL to separate service and protocol parts

The application layer structure is as follows:

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

The data-link layer structure is as follows:

- the "what" is described by data-link layer services and models in the type specific parts of IEC 61158-3; and
- the "how" is described by data-link layer protocol machines and medium access principles in the type specific parts of IEC 61158-4.

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 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 (see 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 –*tt* is a placeholder for the part numbers representing types.

NOTE ↓ 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.

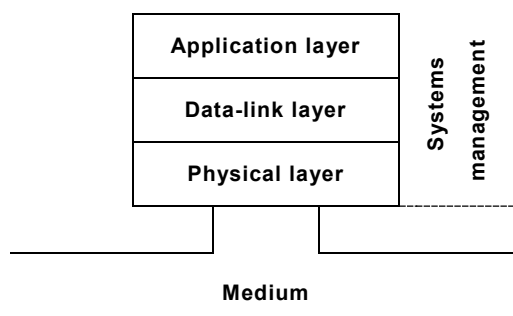


Figure 3 – Basic fieldbus reference model

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 IEC 61158-4.

NOTE 1 The type numbers used are consistent throughout the 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 or IEC 61784-2 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 to select interoperating sets of provisions. Refer to the IEC 61784-1 and IEC 61784-2 for standardized communication profiles based on IEC 61158.

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

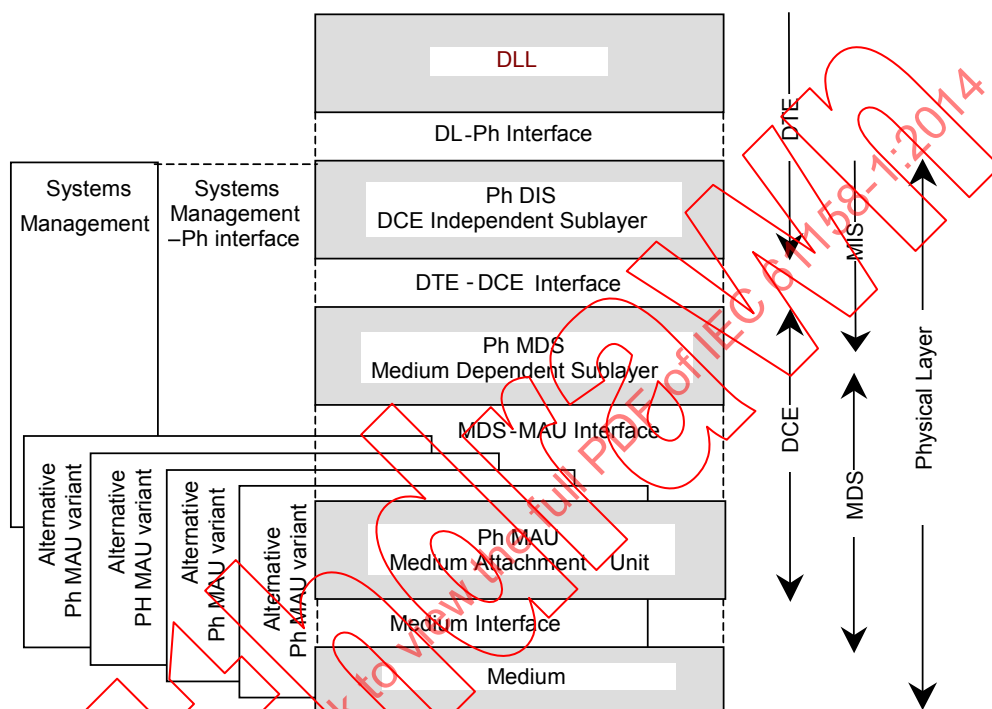


Figure 4 – General model of physical layer

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 the IEC 61158 series, is a local mechanism for managing the layer protocols.

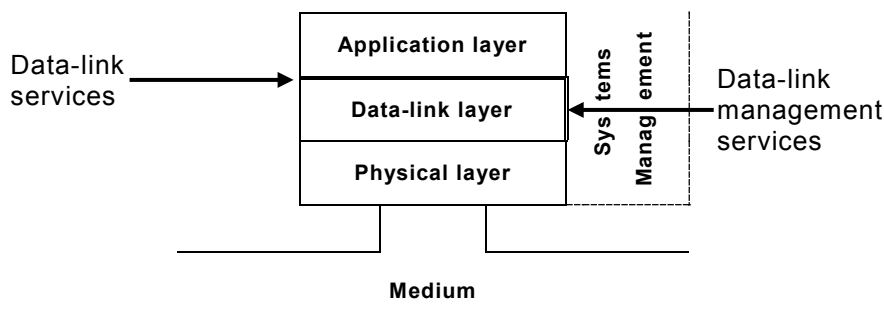


Figure 5 – Relationship of the Data-link layer to other fieldbus layers and to users of the fieldbus data-link service

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 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 the 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 or IEC 61784-2 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 the IEC 61158 series, is a local mechanism for managing the layer protocols.

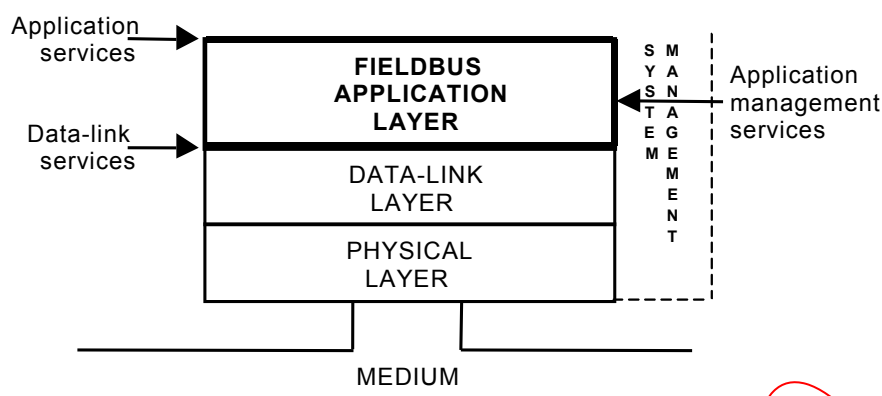


Figure 6 – Relationship of the fieldbus Application layer to other fieldbus layers and to users of the fieldbus application service

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 the 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 may 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 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 is concerned, in particular, with the communication and interworking of sensors, effectors and other automation devices, by using IEC 61158 together with other standards

positioned within the OSI or fieldbus reference models; otherwise, incompatible systems may work together in any combination.

7 Structure of 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

- d) to the various types of fieldbus application layer at the boundary between the application and data-link layers of the fieldbus reference model;
- e) 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.

The 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.

The 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.

The 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 and IEC 61784-2 fieldbus profiles

IEC 61784-1 and IEC 61784-2 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 the IEC 61158 series, as a result of the international harmonization of fieldbus technologies available on the market. More specifically, these profiles help to correctly state the compliance to the IEC 61158 series, and to avoid the spreading of divergent implementations, which would limit its use, clearness and understanding. Additional profiles to address specific market concerns, such as functional safety or information security, may be addressed by future parts of IEC 61158.

IEC 61784-1 and IEC 61784-2 contain several communication profile families (CPF), which specify one or more communication profiles. Such profiles identify, in a strict sense, protocol subsets of the IEC 61158 series via protocol specific communication profiles. They do not define device-type-specific communication profiles for the purpose of guiding manufacturers in feature set selection – for example, in selecting the minimum set of communication services and protocol to implement a specific class of devices, such as generic slaves or transmitters ("implementation profiles"). Neither do they 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 3.2.1 of ISO/IEC TR 10000-1) – can be directly achieved on the same link only for those devices complying with the same communication profile.

Profiles contained in IEC 61784-1 and IEC 61784-2 are made up of references to IEC 61158-2 and 61158-3-~~tt~~ through IEC 61158-6-~~tt~~, ISO/IEC 8802-3 or IEEE 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 61158-3-~~tt~~ through IEC 61158-6-~~tt~~.

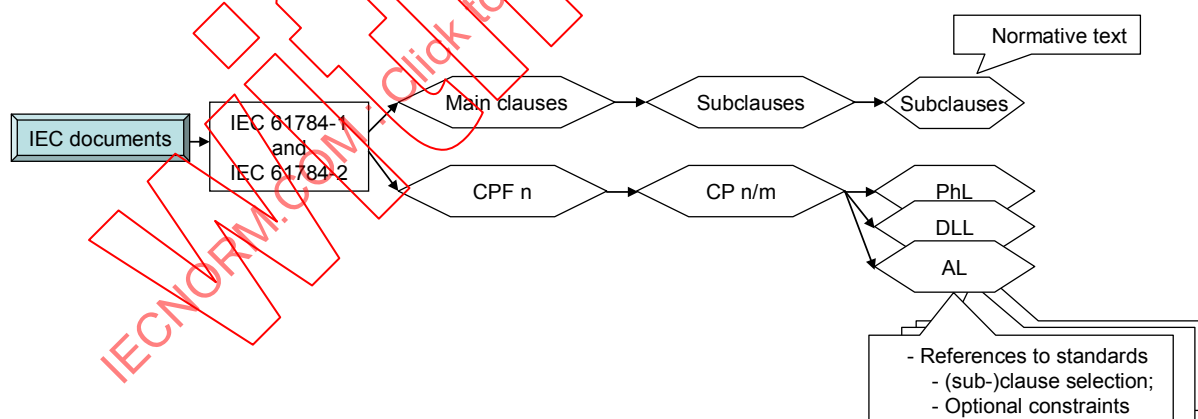
Two or more profiles, which are related to a common family, are specified within a CPF.

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

More specifically, these profiles help to correctly state the compliance of RTE communication networks with ISO/IEC 8802-3 or IEEE 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 IEC 61158 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.

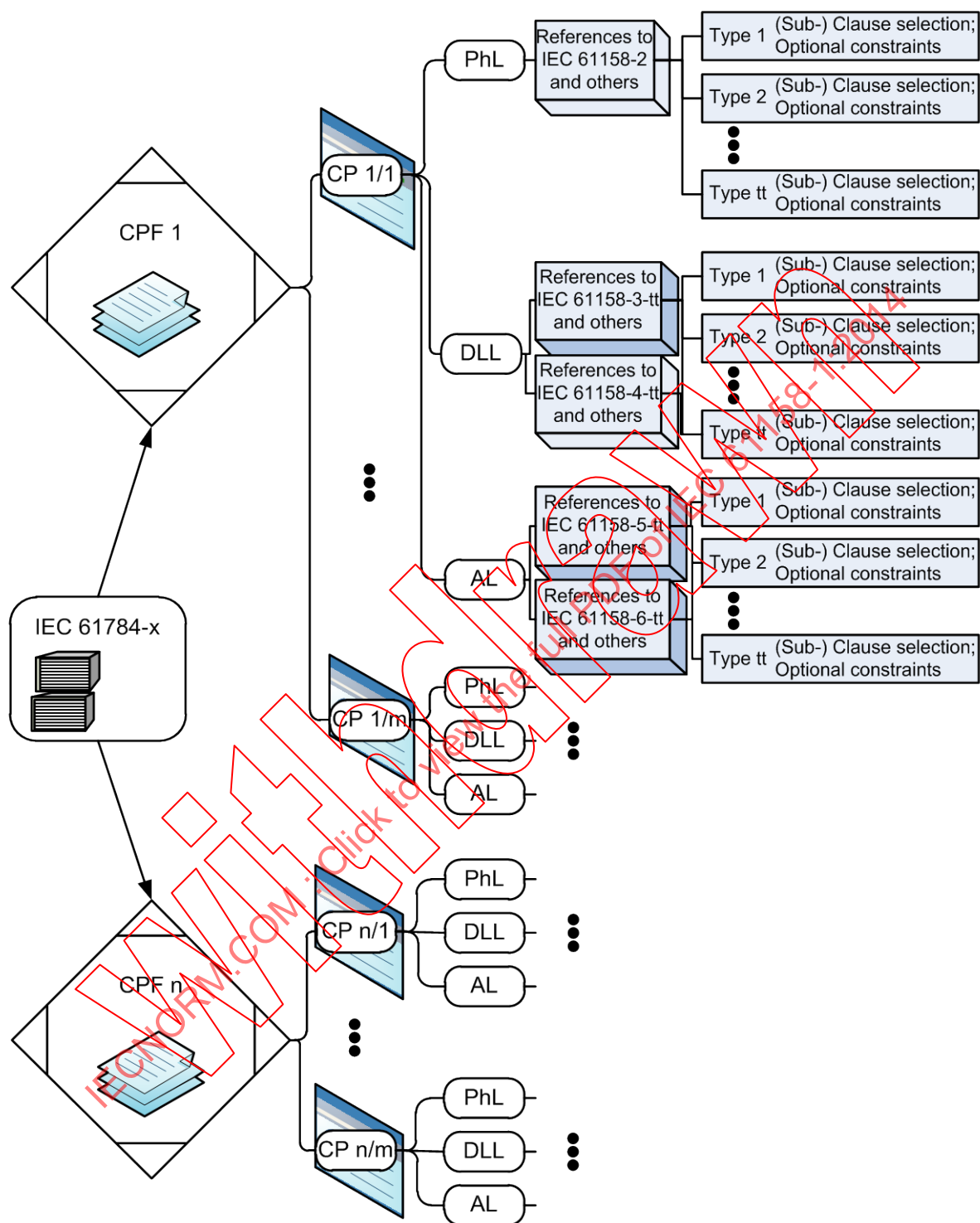


n is a number of a CPF; m is a number of a CP within a CPF.

Figure 7 – Structure of communication profile families

IEC 61784-1, IEC 61784-2 and future parts and sub-series of the IEC 61784 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 subclauses 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.



Key

x = 1 or 2

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 IEC 61784-1 and IEC 61784-2. 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		
CPF	Technology name	IEC 61784 (Sub-)Parts	CP number	Type number	IEC 61158 (Sub-)Parts
1	FOUNDATION™ fieldbus	1, 3-1, 5-1	CP 1/1 FOUNDATION™ H1	1,9	1, 2, 3-1, 4-1, 5-9, 6-9
		1, 3-1, 5-1	CP 1/2 FOUNDATION™ HSE	5	1, 5-5, 6-5
		1, 3-1	CP 1/3 FOUNDATION™ H2	1,9	1, 2, 3-1, 4-1, 5-9, 6-9
2	CIP™	1, 5-2	CP 2/1 ControlNet™	2	1, 2, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2
		1, 2, 3-2, 5-2	CP 2/2 EtherNet/IP™	2	1, 4-2, 5-2, 6-2
		1, 3-2, 5-2	CP 2/3 DeviceNet™	2	1, 4-2, 5-2, 6-2
3	PROFIBUS & PROFINET	1, 3-3, 5-3	CP 3/1 PROFIBUS DP	3	1, 2, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3
		1, 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, 5-3	CP 3/4 PROFINET IO CC-A	10	1, 5-10, 6-10
		2, 3-3, 5-3	CP 3/5 PROFINET IO CC-B	10	1, 5-10, 6-10
		2, 3-3, 5-3	CP 3/6 PROFINET IO CC-C	10	1, 5-10, 6-10
4	P-NET®	1, 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, 5-4	CP 4/3 P-NET on IP	4	1, 3-4, 4-4, 5-4, 6-4
5	WorldFIP®	1	CP 5/1 WorldFIP	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
		1	CP 5/2 WorldFIP with subMMS	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
		1	CP 5/3 WorldFIP minimal for TCP/IP	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
6	INTERBUS®	1, 3-6, 5-6	CP 6/1 INTERBUS	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		1, 3-6, 5-6	CP 6/2 INTERBUS TCP/IP	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		1, 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, 5-6	CP 6/4	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8, 5-10, 6-10
		2, 5-6	CP 6/5	8	
		2, 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, 3-8, 5-8	CP 8/1 CC-Link/V1	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		1, 5-8	CP 8/2 CC-Link/V2	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		1, 5-8	CP 8/3 CC-Link/LT	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		2, 5-8	CP 8/4 CC-Link IE Controller Network	23	1, 5-23, 6-23
		2, 5-8	CP 8/5 CC-Link IE Field Network	23	1, 5-23, 6-23
9	HART®	1	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, 5-10	CP 10/1 Vnet/IP	17	1, 2, 3-17, 4-17, 5-17, 6-17
11	TCnet	2, 5-11	CP 11/1 TCnet-star	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
		2, 5-11	CP 11/2 TCnet-loop 100	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11

Communication Profiles in IEC 61784			Corresponding IEC 61158 types to CPs		
CPF	Technology name	IEC 61784 (Sub-)Parts	CP number	Type number	IEC 61158 (Sub-)Parts
		2, 5-11	CP 11/3 TCnet-loop 1G	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
12	EtherCAT®	2, 3-12, 5-12	CP 12/1	12	1, 2, 3-12, 4-12, 5-12, 6-12
		2, 3-12, 5-12	CP 12/2	12	1, 2, 3-12, 4-12, 5-12, 6-12
13	Ethernet POWERLINK	2, 3-13, 5-13	CP 13/1 POWERLINK	13	1, 3-13, 4-13, 5-13, 6-13
14	EPA	2, 3-14, 5-14	CP 14/1 NRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2, 3-14, 5-14	CP 14/2 RT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2, 5-14	CP 14/3 FRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2, 3-14, 5-14	CP 14/4 MRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
15	MODBUS®-RTPS	2, 5-15	CP 15/1 MODBUS TCP	15	1, 5-15, 6-15
		2, 5-15	CP 15/2 RTPS	15	1, 5-15, 6-15
16	SERCOS	1, 5-16	CP 16/1 SERCOS I	16	1, 2, 3-16, 4-16, 5-16, 6-16
		1, 5-16	CP 16/2 SERCOS II	16	1, 2, 3-16, 4-16, 5-16, 6-16
		2, 3-2, 5-16	CP 16/3 SERCOS III	19	1, 3-19, 4-19, 5-19, 6-19
17	RAPIEnet	2, 5-17	CP 17/1 RAPIEnet	21	1, 3-21, 4-21, 5-21, 6-21
18	SafetyNET p™	2, 3-18, 5-18	CP 18/1 SafetyNET p RTFL	22	1, 3-22, 4-22, 5-22, 6-22
		2, 3-18, 5-18	CP 18/2 SafetyNET p RTFN	22	1, 3-22, 4-22, 5-22, 6-22
19	MECHATROLINK	1, 5-19	CP 19/1 MECHATROLINK-II	24	1, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
		1, 5-19	CP 19/2 MECHATROLINK-III	24	1, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24

NOTE The trademark and trade name declarations are given in Annex A.

7.5 IEC 61784-3 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 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 may 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 IEC 61784-1 (or IEC 61784-2) and in IEC 61158:

- IEC 61784-3-1: FOUNDATION™ for Safety Instrumented Functions (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);
- IEC 61784-3-12: Safety-over-EtherCAT® (CPF 12, FSCP 12/1);
- IEC 61784-3-13: openSAFETY™¹ (CPF 13, FSCP 13/1);
- IEC 61784-3-14: EPA Safety® (CPF 14, FSCP 14/1);
- 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 IEC 61784-5, and only referenced from IEC 61784-3.

IEC 61508 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).

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

7.5.3 Assessment Guideline

Before IEC 61784-3 was published, the German document GS-ET-26 (Principles for test and certification of bus systems for safety-relevant communication) had been used by many

¹ In the past the trade name of FSCP 13/1 (openSAFETY) had been Ethernet POWERLINK safety.

assessment bodies as reference document for the assessment of safety-related devices using functional safety communication technologies. This document covered both design and assessment aspects, but needed translation, updating and "internationalization".

The general principles for design of functional safety communication presented in this document have been used as input for IEC 61784-3 (generic part), which also includes in its Annex D 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.

In addition, IEC/TR 62685 provides a separate Assessment Guideline for safety devices using IEC 61784-3 functional safety communication profiles (FSCPs). It covers the part of GS-ET-26 aspects which did not fit in the scope of IEC 61784-3: assessment aspects of safe communication such as test beds, proof of increased interference immunity (EMC for functional safety), electrical safety, and other environmental requirements.

NOTE 1 This Assessment Guideline is only applicable to safety devices for functional safe communication which are developed according to IEC 61508 and IEC 61784-3, and covers general industrial environments such as defined in IEC 61131-2 or IEC 61000-6-2 and process automation environments such as covered in the IEC 61326 series.

NOTE 2 IEC/TR 62685 has also been ratified as a Technical Report on European level (CLC/TR 62685). This will allow European assessment bodies to discard the GS-ET-26 document and replace it by both IEC 61784-3 and IEC/TR 62685.

7.6 IEC 61784-5 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 IEC 61784-1 and IEC 61784-2 (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 Clause 4: Installation planning;
- IEC 61918 Clause 5: Installation implementation;
- IEC 61918 Clause 6: Installation verification and installation acceptance test;
- IEC 61918 Clause 7: Installation administration;
- IEC 61918 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 defines the common installation aspects in Clause 4 to Clause 8 for the media that are applicable:

- 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 IEC 61784-5. 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 IEC 61784-5 corresponds to the numbering of the IEC 61918 main clauses and subclauses.

The annex clauses and subclauses of each part of IEC 61784-5 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 IEC 61784-5 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 IEC 61784-5 specifies the relevant scope. IEC 61918 specifies installation requirements in Clauses 2 to 8. Each annex of each part of IEC 61784-5 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.

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

7.7 Communication profiles for wireless communication networks

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

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 and IEC 62734.

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

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

8.1 Summary of the physical layer service and protocol characteristics

8.1.1 Type 1: media

8.1.1.1 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.

8.1.1.2 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.

8.1.2 Type 2: Coaxial wire and optical media

Type 2 uses ISO/IEC 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.

8.1.3 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, ANSI TIA/EIA-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.

8.1.4 Type 4: Wire medium

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

8.1.5 Type 5: Wire and optical media

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

8.1.6 Type 6: Not used

Type 6 is not used.

8.1.7 Type 7: Wire and optical media

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

8.1.8 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.

8.1.9 Type 9: Wire and optical media

Type 9 uses ISO/IEC 8802-3 PhL and see 8.1.1.

8.1.10 Type 10: Wire, optical media and wireless

Type 10 specifies the PhL according to IEEE 802.3, IEEE 802.11 and IEEE 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.

8.1.11 Type 11: Wire and optical media

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

8.1.12 Type 12: Wire and optical media

Type 12 uses the ISO/IEC 8802-3 PhL with the variant wire medium, 100 Mbit/s, low voltage differential signaling mode (parallel coupling) as specified in ANSI TIA/EIA-644-A.

8.1.13 Type 13: Wire and optical media

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

8.1.14 Type 14: Wire and optical media

Type 14 uses ISO/IEC 8802-3 PhL.

8.1.15 Type 15: Wire and optical media

Type 15 uses ISO/IEC 8802-3 PhL

8.1.16 Type 16: Optical media

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

8.1.17 Type 17: Wire and optical media

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

8.1.18 Type 18 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.

8.1.19 Type 19: Wire and optical media

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

8.1.20 Type 20

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.

8.1.21 Type 21: Wire and optical media

Type 21 uses ISO/IEC 8802-3 PhL.

8.1.22 Type 22: Wire and optical media

Type 22 uses ISO/IEC 8802-3 PhL.

8.1.23 Type 23: Wire and optical media

Type 23 specifies the standard ISO/IEC 8802-3 PhL.

8.1.24 Type 24: Twisted-pair wire media

Type 24 specifies twisted-pair wire medium at 10 Mbit/s and uses the ISO/IEC 8802-3 PhL.

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 IEC 61158. The corresponding type designations are reserved in the IEC 61158-3 series to maintain numbering consistency with other parts and previous editions of IEC 61158.

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.

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.

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. The corresponding type designations are reserved in the IEC 61158-4 series to maintain numbering consistency with other parts and previous editions of IEC 61158.

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 2816 peer and publisher DLCEPs per link which can be allocated among the link's nodes, plus 2²⁷ 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 2²⁴ 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 2²³ 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 2¹⁶ nodes each. Each node has a maximum of 2¹⁶ 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 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 8802-3.

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

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 the IEC 61784 series. Use of the various protocol types in other combinations requires permission of their respective copyright holders.

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 IEC 61158-5 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 IEC 61158-5 and summarized in this part of IEC 61158. Each model is specified as a distinct communication "Type". Each type has a corresponding protocol in the type specific part of IEC 61158-6. 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 IEC 61158.

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 (MMS) for use over the Type 1 data-link layer.

Type 10 – An application service which provides access to four 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.

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 IEC 61158-6 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 IEC 61158-3.

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

Although it may 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 IEC 61158-6 parts and summarized in this part of IEC 61158. Each protocol is specified as a distinct communication “Type”. Each has a corresponding service definition in a corresponding type specific part of IEC 61158-5. 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 the IEC 61158-6 series to maintain numbering consistency with the other types and previous editions of IEC 61158.

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.

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 IEC 61784-1 and IEC 61784-2. Use of the various protocol types in other combinations requires permission of their respective copyright holders.

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 (e.g. 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.

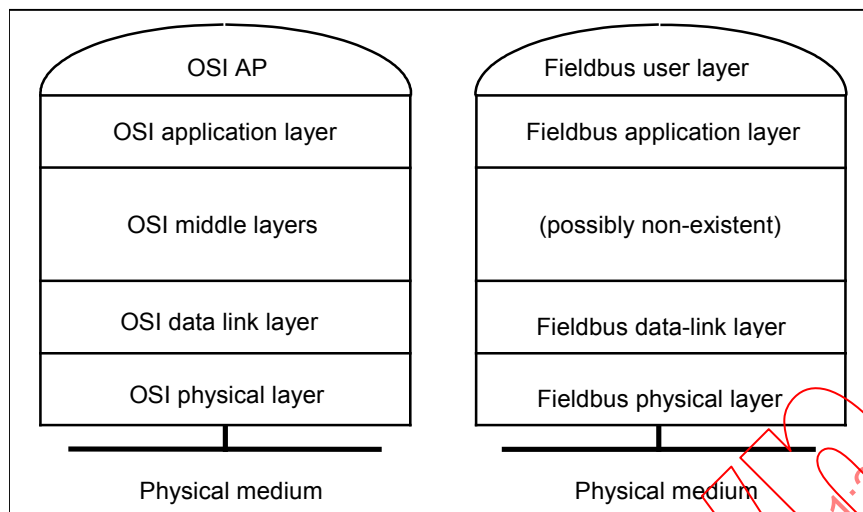


Figure 10 – Relationship to the OSI Basic Reference Model

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.

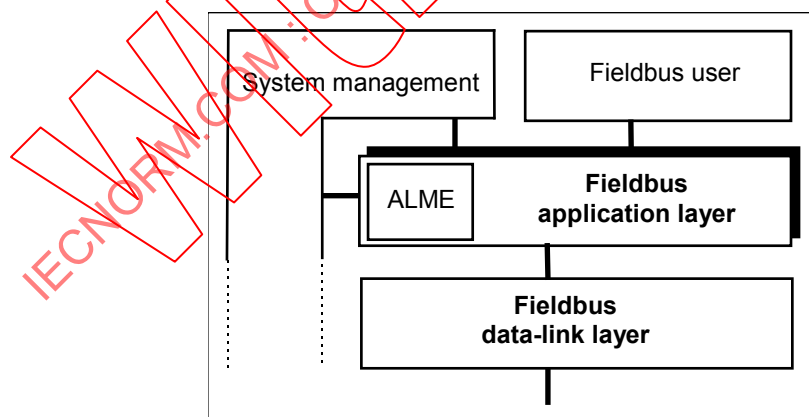


Figure 11 – Architectural positioning of the fieldbus application layer

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 may 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 may 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 may 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 may be restricted to a single fieldbus segment, or they may 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 may be 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 part of IEC 61158 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 (e.g. 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.

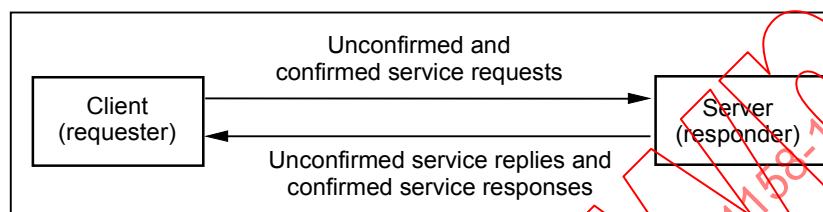


Figure 12 – Client/server interactions

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.

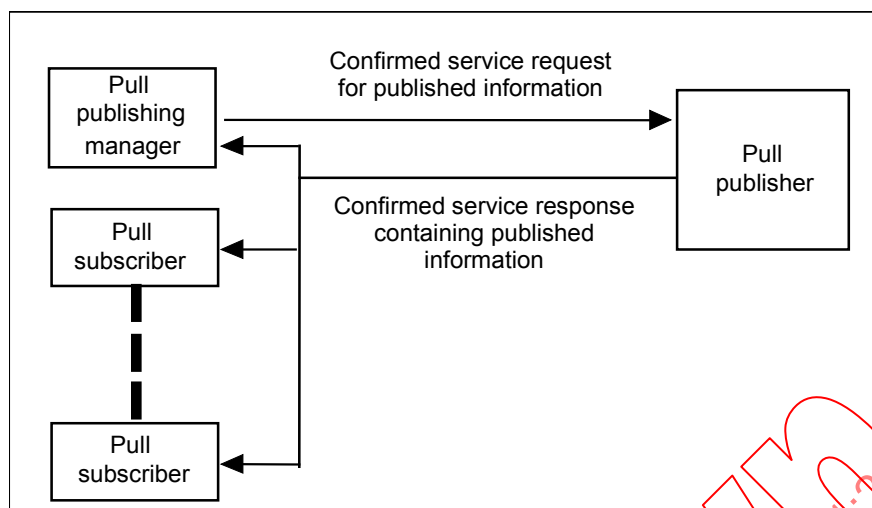


Figure 13 – Pull model interactions

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.

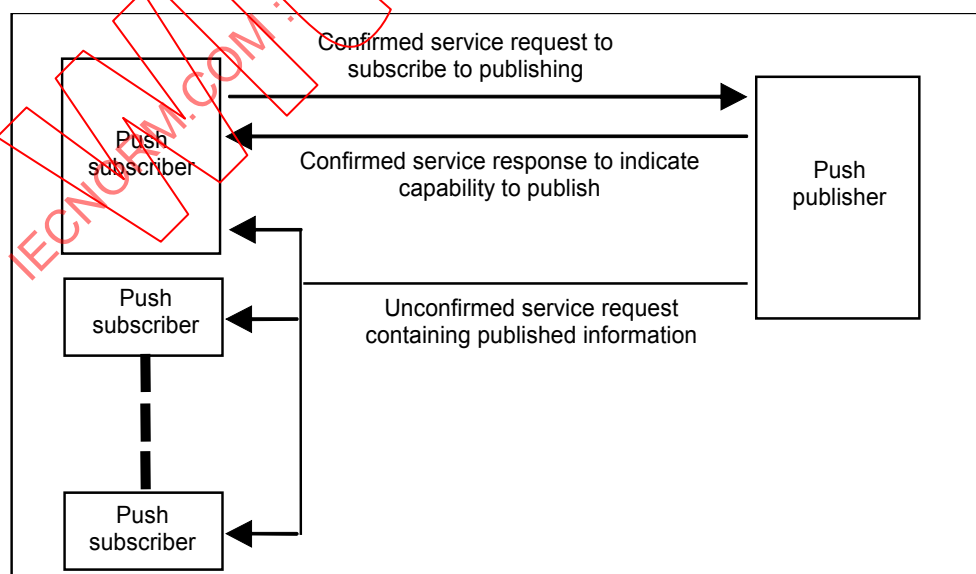


Figure 14 – Push model interactions

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 may 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 may 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).

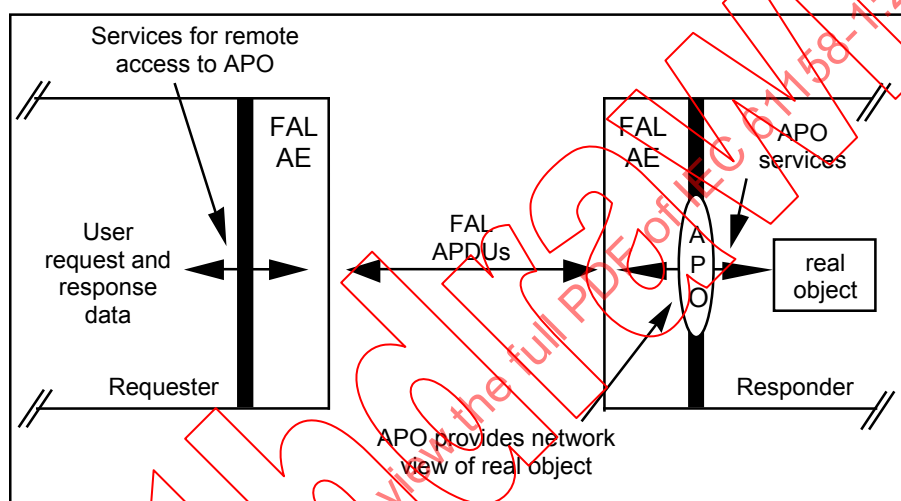


Figure 15 – APOs services conveyed by the FAL

In Figure 15, remote APs acting as clients may 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 part of IEC 61158 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 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 part of IEC 61158.

9.3.4.3 APOs as instances of APO classes

APO classes are defined in this part of IEC 61158 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.

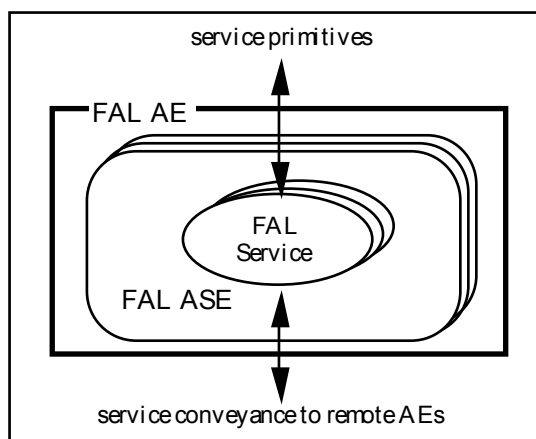


Figure 16 – Application entity structure

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-invocations 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 invocations 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 part of IEC 61158.

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.

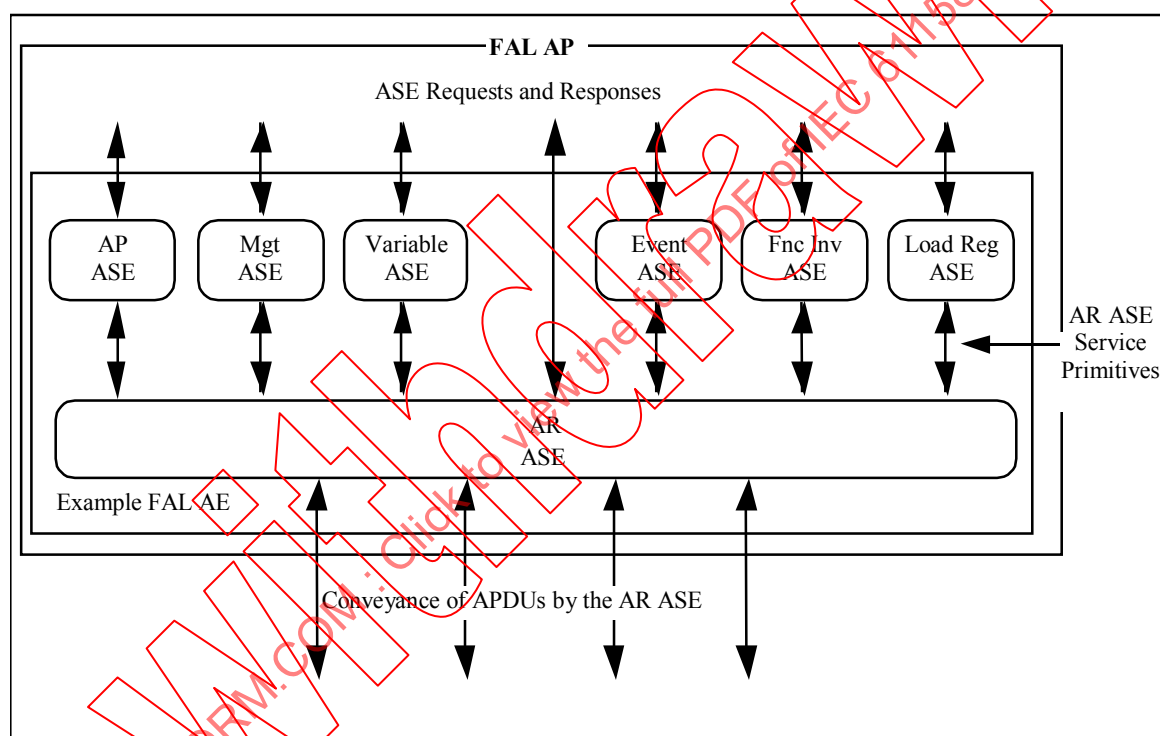


Figure 17 – Example FAL ASEs

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.

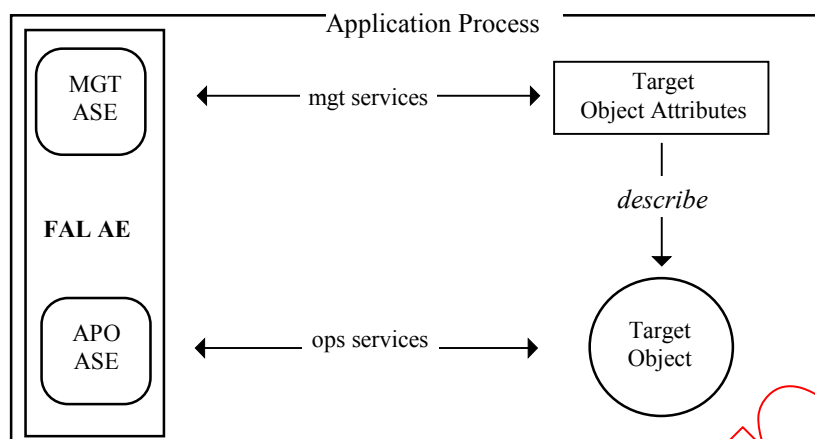


Figure 18 – FAL management of objects

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.

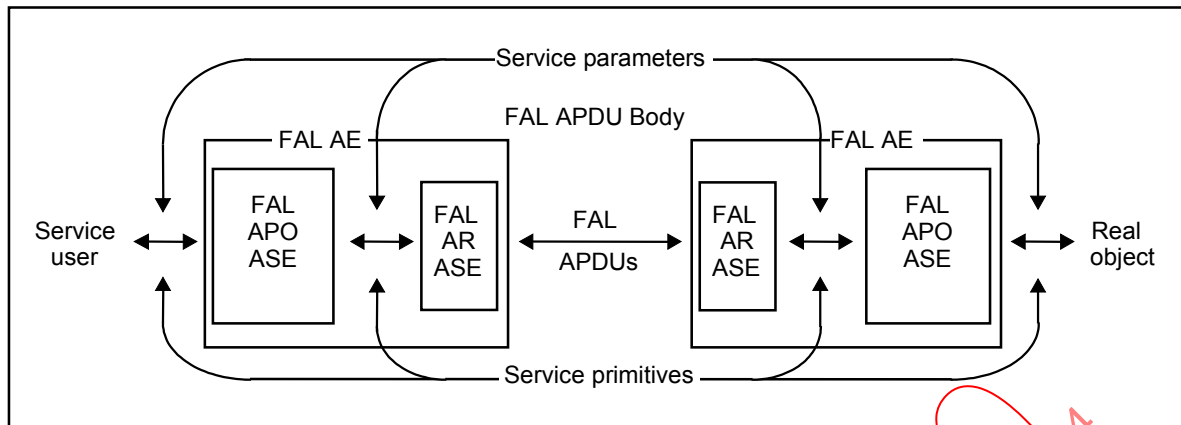


Figure 19 – ASE service conveyance

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 may 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 may be used without any establishment (they are defined in an established state).

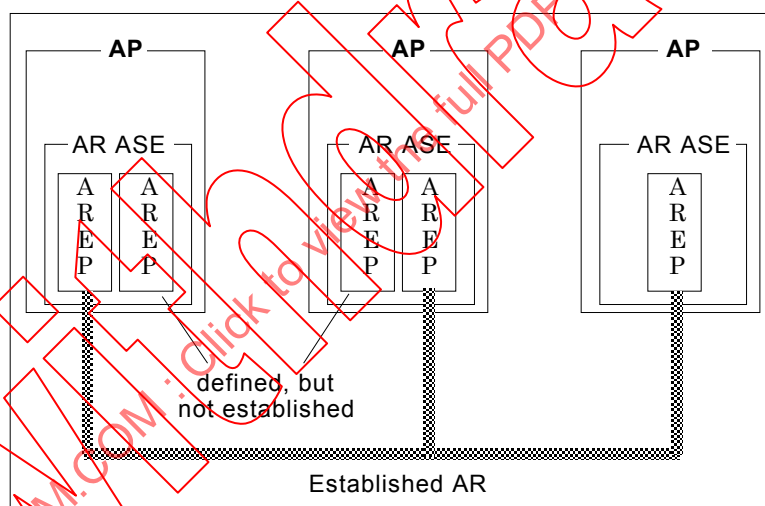


Figure 20 – Defined and established AREPs

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 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 may 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.

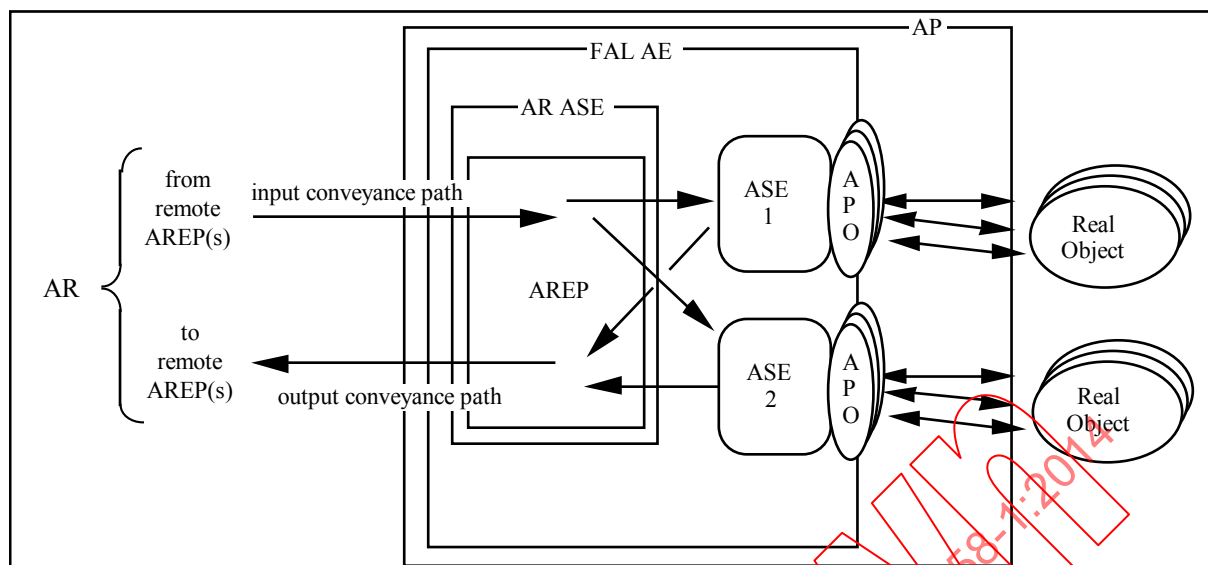


Figure 21 – FAL architectural components

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 IEC 61158-6.

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.

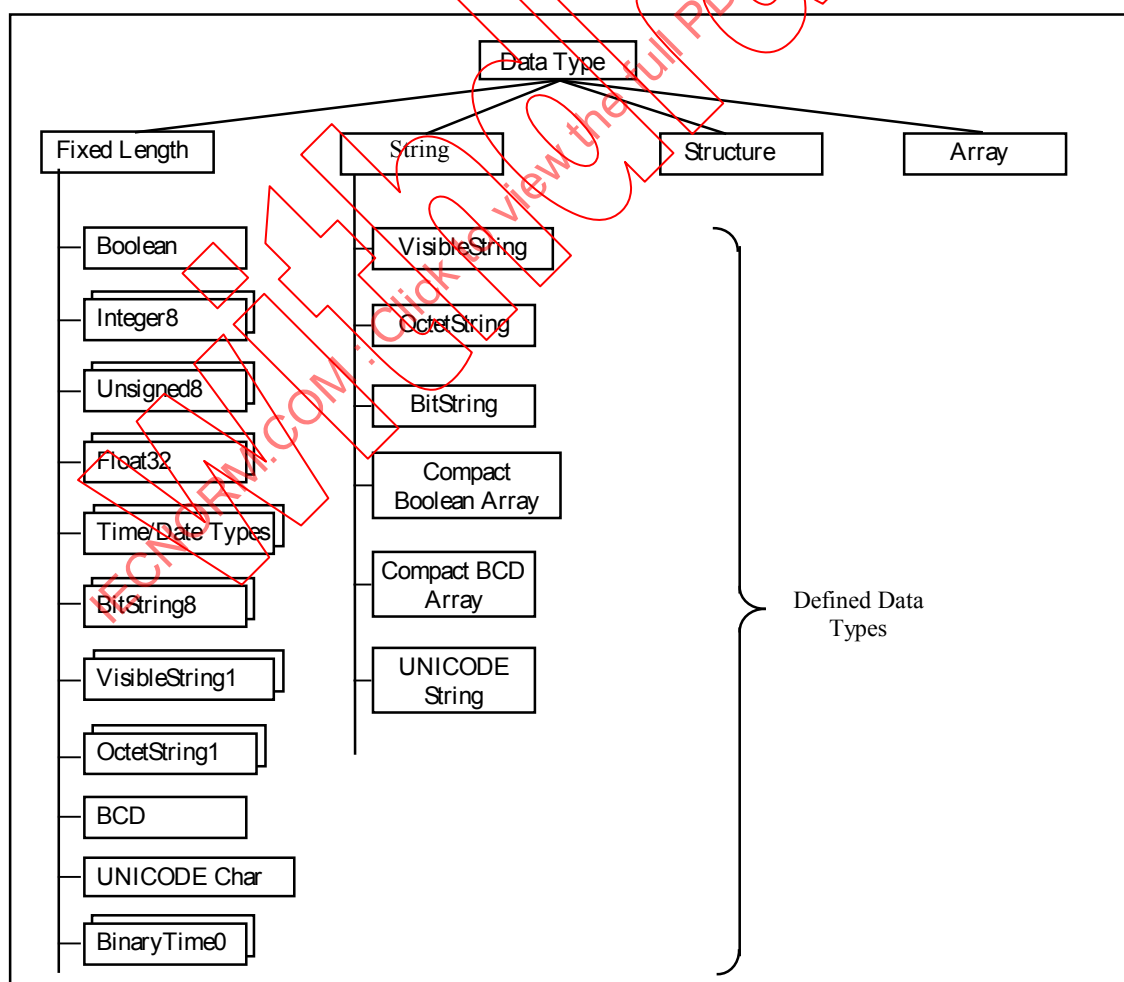


Figure 22 – Data-type class hierarchy example

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 ISO/IEC 8824 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 part of IEC 61158 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 ISO/IEC 8824 types (simple types). Some ISO/IEC 8824 types have been extended for fieldbus specific use (specific types).

Simple types are ISO/IEC 8824 universal types. They are defined in this part of IEC 61158 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 part of IEC 61158 for the purpose of assigning fieldbus class identifiers to them. This part of IEC 61158 does not change their definitions as specified in ISO/IEC 8824.

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 may 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 part of 61158 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 part of 61158 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

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 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 Fieldbusses 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 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 IEC 62443.

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 IEC 61784-1, IEC 61784-2 and IEC 62439 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.

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

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).

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 ²
2	CIP™ ³
CP 2/1	ControlNet™ ³
CP 2/2	EtherNet/IP™ ³
CP 2/3	DeviceNet™ ³
3	PROFIBUS & PROFINET ⁴
4	P-NET® ⁵
5	WorldFIP® ⁶
6	INTERBUS® ⁷
8	CC-Link and CC-LINK IE® ⁸
9	HART® WirelessHART® ⁹

² FOUNDATION™ Fieldbus is the trade name of the non-profit consortium Fieldbus Foundation. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

³ CIP™, ControlNet™, EtherNet/IP™ and DeviceNet™ are trade names of ODVA, Inc. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade names. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

⁴ PROFIBUS and PROFINET are trade names of the non-profit organization PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the registered trade name. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.

⁵ 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 part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

⁶ WorldFIP is the trade name of the WorldFIP organization. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

⁷ INTERBUS is the trade name of Phoenix Contact GmbH & Co. KG., control of trade name use is given to the non profit organization INTERBUS Club. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

⁸ CC-Link, CC-Link/LT and CC-Link IE 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 part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

⁹ HART and WirelessHART are registered trade names of the HART Communications Foundation. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance 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
10	Vnet/IP ¹⁰
11	TCnet ¹¹
12	EtherCAT ^{®12}
13	Ethernet POWERLINK ¹³
14	EPA ¹⁴
15	MODBUS ^{®-RTPS15}
16	SERCOS ¹⁶
17	RAPIDnet ¹⁷
18	SafetyNET p ¹⁸
19	MECHATROLINK ¹⁹

- ¹⁰ Vnet/IP is a trade name of Yokogawa Electric Corporation. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹¹ In Japan, TCnet is a trade name of TOSHIBA Corporation. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹² EtherCAT[™] and Safety-over-EtherCAT[™] are registered trade names of Beckhoff, Verl. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade names. Use of the trade names requires permission of the trade name holder.
- ¹³ Ethernet POWERLINK is a trade name 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 part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁴ EPA[™] is a trade name of SUPCON Group Co. Ltd. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁵ 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 part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trademark. Use of the trademark requires permission of the trademark holder.
- ¹⁶ SERCOS is a trade name of sercos international e.V. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.
- ¹⁷ RAPIDnet is a trade name of LSIS. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name RAPIDnet. Use of the trade name RAPIDnet requires permission of the trade name holder.
- ¹⁸ SafetyNET p is a trade name of the Pilz GmbH & Co. KG. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name SafetyNET p. Use of the trade name SafetyNET p requires permission of the trade name holder.
- ¹⁹ MECHATROLINK is a trade name of YASKAWA ELECTRIC CORPORATION. This information is given for the convenience of users of this part of IEC 61158 and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance does not require use of the trade name. Use of the trade name requires permission of the trade name holder.

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 IEC 61158 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 for a summary of the supported media and IEC 61158-2 for details of the various fieldbus types. IEC 61784-1 and IEC 61784-2 provide the recommended media for each fieldbus communication profile. IEC 61918 and the type specific parts of IEC 61784-5 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/TS 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 IEC 61158, 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 part of IEC 61158.

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

NOTE 2 Maintenance of the IEC 61158 series does not always include all parts of the IEC 61158 series. For the convenience of the user all parts of the IEC 61158 series and of the IEC 61784 series, as well as references to IEC 61918 are dated in the Bibliography of this part of IEC 61158 to indicate a consistent set of these standards.

IEC 60793-2-30:2012, *Optical fibres – Part 2-30: Product specifications – Sectional specification for category A3 multimode fibres*

IEC 60793-2-40:2009, *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, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

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

IEC 61158-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

IEC 61158-3-1:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-1: Data-link layer service definition – Type 1 elements*

IEC 61158-3-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-2: Data-link layer service definition – Type 2 elements*

IEC 61158-3-3:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-3: Data-link layer service definition – Type 3 elements*

IEC 61158-3-4:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-4: Data-link layer service definition – Type 4 elements*

IEC 61158-3-7:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-7: Data-link layer service definition – Type 7 elements*

IEC 61158-3-8:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-8: Data-link layer service definition – Type 8 elements*

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

IEC 61158-3-12:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-12: Data-link layer service definition – Type 12 elements*

IEC 61158-3-13:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-13: Data-link layer service definition – Type 13 elements*

IEC 61158-3-14:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-14: Data-link layer service definition – Type 14 elements*

IEC 61158-3-16:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-16: Data-link layer service definition – Type 16 elements*

IEC 61158-3-17:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-17: Data-link layer service definition – Type 17 elements*

IEC 61158-3-18:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-18: Data-link layer service definition – Type 18 elements*

IEC 61158-3-19:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-19: Data-link layer service definition – Type 19 elements*

IEC 61158-3-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-20: Data-link layer service definition – Type 20 elements*

IEC 61158-3-21:2010, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-21: Data-link layer service definition – Type 21 elements*

IEC 61158-3-22:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-22: Data-link layer service definition – Type 22 elements*

IEC 61158-3-24:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-24: Data-link layer service definition – Type 24 elements*

IEC 61158-4-1:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-1: Data-link layer protocol specification – Type 1 elements*

IEC 61158-4-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-2: Data-link layer protocol specification – Type 2 elements*

IEC 61158-4-3:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-3: Data-link layer protocol specification – Type 3 elements*

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

IEC 61158-4-7:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-7: Data-link layer protocol specification – Type 7 elements*

IEC 61158-4-8:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-8: Data-link layer protocol specification – Type 8 elements*

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

IEC 61158-4-12:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-12: Data-link layer protocol specification – Type 12 elements*

IEC 61158-4-13:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-13: Data-link layer protocol specification – Type 13 elements*

IEC 61158-4-14:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-14: Data-link layer protocol specification – Type 14 elements*

IEC 61158-4-16:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-16: Data-link layer protocol specification – Type 16 elements*

IEC 61158-4-17:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-17: Data-link layer protocol specification – Type 17 elements*

IEC 61158-4-18:2010, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-18: Data-link layer protocol specification – Type 18 elements*

IEC 61158-4-19:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-19: Data-link layer protocol specification – Type 19 elements*

IEC 61158-4-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-20: Data-link layer protocol specification – Type 20 elements*

IEC 61158-4-21:2010, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-21: Data-link layer protocol specification – Type 21 elements*

IEC 61158-4-22:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-22: Data-link layer protocol specification – Type 22 elements*

IEC 61158-4-24:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-24: Data-link layer protocol specification – Type 24 elements*

IEC 61158-5-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-2: Application layer service definition – Type 2 elements*

IEC 61158-5-3:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-3: Application layer service definition – Type 3 elements*

IEC 61158-5-4:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-4: Application layer service definition – Type 4 elements*

IEC 61158-5-5:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-5: Application layer service definition – Type 5 elements*

IEC 61158-5-7:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-7: Application layer service definition – Type 7 elements*

IEC 61158-5-8:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-8: Application layer service definition – Type 8 elements*

IEC 61158-5-9:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-9: Application layer service definition – Type 9 elements*

IEC 61158-5-10:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-10: Application layer service definition – Type 10 elements*

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

IEC 61158-5-12:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-12: Application layer service definition – Type 12 elements*

IEC 61158-5-13:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-13: Application layer service definition – Type 13 elements*

IEC 61158-5-14:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-14: Application layer service definition – Type 14 elements*

IEC 61158-5-15:2010, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-15: Application layer service definition – Type 15 elements*

IEC 61158-5-16:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-16: Application layer service definition – Type 16 elements*

IEC 61158-5-17:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-17: Application layer service definition – Type 17 elements*

IEC 61158-5-18:2010, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-18: Application layer service definition – Type 18 elements*

IEC 61158-5-19:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-19: Application layer service definition – Type 19 elements*

IEC 61158-5-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-20: Application layer service definition – Type 20 elements*

IEC 61158-5-21:2010, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-21: Application layer service definition – Type 21 elements*

IEC 61158-5-22:2010, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-22: Application layer service definition – Type 22 elements*

IEC 61158-5-23:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-23: Application layer service definition – Type 23 elements*

IEC 61158-5-24:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-24: Application layer service definition – Type 24 elements*

IEC 61158-6-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-2: Application layer protocol specification – Type 2 elements*

IEC 61158-6-3:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-3: Application layer protocol specification – Type 3 elements*

IEC 61158-6-4:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-4: Application layer protocol specification – Type 4 elements*

IEC 61158-6-5:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-5: Application layer protocol specification – Type 5 elements*

IEC 61158-6-7:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-7: Application layer protocol specification – Type 7 elements*

IEC 61158-6-8:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-8: Application layer protocol specification – Type 8 elements*

IEC 61158-6-9:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-9: Application layer protocol specification – Type 9 elements*

IEC 61158-6-10:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-10: Application layer protocol specification – Type 10 elements*

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

IEC 61158-6-12:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-12: Application layer protocol specification – Type 12 elements*

IEC 61158-6-13:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-13: Application layer protocol specification – Type 13 elements*

IEC 61158-6-14:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-14: Application layer protocol specification – Type 14 elements*

IEC 61158-6-15:2010, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-15: Application layer protocol specification – Type 15 elements*

IEC 61158-6-16:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-16: Application layer protocol specification – Type 16 elements*

IEC 61158-6-17:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-17: Application layer protocol specification – Type 17 elements*

IEC 61158-6-18:2010, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-18: Application layer protocol specification – Type 18 elements*

IEC 61158-6-19:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-19: Application layer protocol specification – Type 19 elements*

IEC 61158-6-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-20: Application layer protocol specification – Type 20 elements*

IEC 61158-6-21:2010, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-21: Application layer protocol specification – Type 21 elements*

IEC 61158-6-22:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-22: Application layer protocol specification – Type 22 elements*

IEC 61158-6-23:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-23: Application layer protocol specification – Type 23 elements*

IEC 61158-6-24:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-24: Application layer protocol specification – Type 24 elements*

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 61784-1:2014, *Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*

IEC 61784-2:2014, *Industrial communication networks – Profiles – Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3*

IEC 61784-3:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions*

IEC 61784-3-1:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-1: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 1*

IEC 61784-3-2:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-2: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 2*

IEC 61784-3-3:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-3: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 3*

IEC 61784-3-6:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-6: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 6*

IEC 61784-3-8:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-8: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 8*

IEC 61784-3-12:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-12: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 12*

IEC 61784-3-13:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-13: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 13*

IEC 61784-3-14:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-14: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 14*

IEC 61784-3-18:2011, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-18: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 18*

IEC 61784-5-1:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-1: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 1*

IEC 61784-5-2:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-2: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 2*

IEC 61784-5-3:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-3: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 3*

IEC 61784-5-4:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-4: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 4*

IEC 61784-5-6:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-6: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 6*

IEC 61784-5-8:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-8: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 8*

IEC 61784-5-10:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-10: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 10*

IEC 61784-5-11:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-11: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 11*

IEC 61784-5-12:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-12: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 12*

IEC 61784-5-13:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-13: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 13*

IEC 61784-5-14:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-14: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 14*

IEC 61784-5-15:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-15: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 15*

IEC 61784-5-16:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-16: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 16*

IEC 61784-5-17:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-17: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 17*

IEC 61784-5-18:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-18: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 18*

IEC 61784-5-19:2013, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-19: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 19*

IEC 61804 (all parts), *Function blocks (FB) for process control*

IEC 61918:2013, *Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises*

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 communication networks – Wireless communication network and communication profiles – WirelessHART*

IEC 62601, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – WIA-PA communication network and communication profile*

IEC/TS 62657-1²⁰, *Industrial communication networks – Wireless communication networks – Part 1: Wireless communication requirements and spectrum considerations*

IEC 62657-2, *Industrial communication networks – Wireless communication networks – Part 2: Coexistence management*

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

IEC/TR 62685:2010, *Industrial communication networks – Profiles – Assessment guideline for safety devices using IEC 61784-3 functional safety communication profiles (FSCPs)*

ISO/IEC 2382-16, *Information technology – Vocabulary – Part 16: Information theory*

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*

²⁰ To be published.

ISO/IEC 8802-3, *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 specifications*

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 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*

ANSI TIA/EIA-644-A, *Electrical Characteristics of Low Voltage Differential Signaling (LVDS) Interface Circuits*

IEEE 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 802.15.4, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Part 15.4: Low-211 Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)*

IETF RFC 791, *Internet Protocol*; available at <<http://www.ietf.org>>

GS-ET-26, *Grundsatz für die Prüfung und Zertifizierung von Bussystemen für die Übertragung sicherheitsrelevanter Nachrichten*, May 2002. HVBG, Gustav-Heinemann-Ufer 130, D-50968 Köln ("Principles for Test and Certification of Bus Systems for Safety relevant Communication")

ODVA: THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 1: *Common Industrial Protocol (CIP™) – Edition 3.13*, November 2012, available at <<http://www.odva.org>>

ODVA: THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 2: *EtherNet/IP™ Adaptation of CIP – Edition 1.14*, November 2012, available at <<http://www.odva.org>>

ODVA: THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 3: *DeviceNet™ Adaptation of CIP – Edition 1.12, November 2011*, available at <<http://www.odva.org>>

ODVA: THE CIP NETWORKS LIBRARY – Volume 4: *ControlNet™ Adaptation of CIP – Edition 1.7, April 2011*, available at <<http://www.odva.org>>

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61158-1:2014
Withdrawn

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 61158-1:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	77
1 Domaine d'application	79
2 Références normatives	79
3 Termes, définitions et abréviations	79
3.1 Termes et définitions	79
3.2 Abréviations	80
4 Lignes directrices pour les implémenteurs et les utilisateurs	80
4.1 Données de base et objectif	80
4.2 Options prises en charge	81
4.3 Avantages de l'utilisation d'un style commun et formel	82
5 Concept de la série CEI 61158	82
6 Mapping avec le Modèle de référence de base OSI	85
6.1 Présentation	85
6.2 Service et protocole de la couche physique	86
6.3 Service de couche de liaison de données	88
6.4 Protocole de couche de liaison de données	88
6.5 Service de couche d'application	89
6.6 Protocole de couche d'application	89
7 Structure des séries CEI 61158 et CEI 61784	90
7.1 Couche physique CEI 61158	90
7.2 Couche de liaison de données CEI 61158	91
7.3 Couche d'application CEI 61158	91
7.4 Profils de bus de terrain CEI 61784-1 et CEI 61784-2	92
7.5 Profils de communication de sécurité fonctionnelle CEI 61784-3	96
7.6 Profils d'installation CEI 61784-5	98
7.7 Profils de communication des réseaux de communication sans fil	100
8 Bref récapitulatif des caractéristiques de service et de protocole de chaque type de bus de terrain	101
8.1 Récapitulatif des caractéristiques du service et du protocole de couche physique	101
8.2 Récapitulatif des caractéristiques de service de couche de liaison de données	104
8.3 Récapitulatif des caractéristiques de protocole de couche de liaison de données	105
8.4 Récapitulatif des caractéristiques du service de couche d'application	107
8.5 Récapitulatif des caractéristiques du protocole de couche d'application	108
9 Concepts de description de service de couche d'application	111
9.1 Présentation	111
9.2 Relations architecturales	111
9.3 Structure de la couche d'application de bus de terrain	114
9.4 Dénomination et adressage de la couche d'application de bus de terrain	130
9.5 Récapitulatif de l'architecture	131
9.6 Procédures conceptuelles de service FAL	132
9.7 Attributs FAL communs	133
9.8 Paramètres de service FAL communs	134
9.9 Taille d'APDU	135

10 ASE de type de données	135
10.1 Présentation	135
10.2 Définition formelle des objets de type de données	138
11 Exigences du système de bus de terrain.....	140
11.1 Généralités.....	140
11.2 Réseau de contrôle industriel	140
11.3 Communication entre les réseaux de contrôle industriels et d'autres réseaux.....	141
11.4 Qualité des fonctions de service d'un réseau de contrôle industriel	141
11.5 Exigences particulières pour les réseaux sans fil.....	142
Annexe A (informative) Appellations commerciales	143
Annexe B (informative) Sélection du support des systèmes de bus de terrain	145
B.1 Généralités.....	145
B.2 Supports câblés	145
B.3 Supports sans fil	145
B.4 Supports nécessitant une attention particulière	145
B.5 Caractéristiques de performances des réseaux ouverts et publics	146
Bibliographie.....	147
Figure 1 – Exemple de système de bus de terrain.....	83
Figure 2 – Concept de DL/AL pour séparer les parties relatives au service et au protocole	84
Figure 3 – Modèle de référence de bus de terrain de base.....	86
Figure 4 – Modèle général de couche physique.....	87
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.....	88
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.....	89
Figure 7 – Structure des familles de profil de communication.....	93
Figure 8 – Exemple de structure CPF.....	95
Figure 9 – Structure de document de la CEI 61918 et partie spécifique à la famille de profils de communication de la CEI 61784-5	100
Figure 10 – Relations avec le Modèle de référence de base OSI	112
Figure 11 – Positionnement architectural de la couche d'application de bus de terrain.....	113
Figure 12 – Interactions client/serveur	116
Figure 13 – Interactions du modèle pull	117
Figure 14 – Interactions du modèle push	118
Figure 15 – Services d'objets de processus d'application acheminés par la FAL	120
Figure 16 – Structure d'entité d'application	123
Figure 17 – Exemple d'éléments de service d'application FAL	125
Figure 18 – Gestion FAL des objets	126
Figure 19 – Acheminement de service ASE.....	127
Figure 20 – AREP définis et établis.....	130
Figure 21 – Composants de l'architecture FAL.....	132
Figure 22 – Exemple de hiérarchie de classe de type de données	136

Tableau 1 – Couches OSI et CEI 61158.....	86
Tableau 2 – CPF, CP et relations de type	95
Tableau 3 – Types d'opportunité définis pour les interactions éditeur/souscripteur.....	119
Tableau A.1 – Appellations commerciales des familles de profils de communication et des profils de communication.....	143

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61158-1:2014

Without 2M

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –
SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –****Partie 1: Présentation et lignes directrices
des séries CEI 61158 et CEI 61784**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

L'attention est attirée sur le fait que l'utilisation de certains des types de protocole associés est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle. En tout état de cause, l'engagement de renonciation partielle aux droits de propriété intellectuelle pris par les détenteurs de ces droits autorise l'utilisation d'un type de protocole de couche avec les autres protocoles de couche du même type, ou dans des combinaisons avec d'autres types autorisées explicitement par les détenteurs respectifs des droits de propriété intellectuelle pour ces types.

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

La Norme internationale CEI 61158-1 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette première édition annule et remplace la troisième édition de la CEI/TR 61158-1 parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

Cette première édition inclut les modifications majeures suivantes par rapport au Rapport technique précédent:

- mises à jour des références et des informations relatives à la série CEI 61158, à la CEI 61784-1, à la CEI 61784-3, à la série CEI 61784-5 et à la CEI 61918 tout au long du présent document;
- nouveau Type 23 pour la famille de profils 8;
- nouveau Type 24 et famille de profil CPF 19 associée;
- nouveau Paragraphe 7.7 Profils de communication pour les réseaux de communication sans fil;
- nouvel Article 11 Exigences relatives au système de bus de terrain;
- nouvelle Annexe B Sélection du support des systèmes de bus de terrain.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65C/757/FDIS	65C/767/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61158, publiées sous le titre général *Réseaux de communication industriels – Specifications des bus de terrain*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

RESEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPECIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 1: Présentation et lignes directrices des séries CEI 61158 et CEI 61784

1 Domaine d'application

Le présent document précise le concept générique de bus de terrain.

Le présent document donne également un aperçu et des lignes directrices relatives à la série CEI 61158 en:

- expliquant la structure et le contenu de la série CEI 61158;
- associant la structure de la série CEI 61158 à l'ISO/CEI 7498-1 Modèle de référence de base OSI;
- présentant la structure logique de la série CEI 61784;
- présentant la manière d'utiliser les parties de la série CEI 61158 en combinaison avec la série CEI 61784;
- donnant des explications relatives à certains aspects de la série CEI 61158 communs aux parties spécifiques au type de la CEI 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

Aucune.

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

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

3.1.2

bus de terrain

système de communication reposant 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 utilisant un bus de terrain avec des appareils connectés

3.1.4

message

série ordonnée d'octets destinée à communiquer des informations

[SOURCE: ISO/CEI 2382-16:1996, 16.02.01, modifiée]

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

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes, reposant en partie sur les concepts développés dans l'ISO/CEI 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 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 <i>n</i> 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 implémenteurs et les utilisateurs

4.1 Données de base et objectif

Dans le marché mondial, la communication implique une compréhension globale d'une spécification (norme ou pas). Les spécifications ISO/OSI offrent une base commune de

compréhension et d'acceptation entre les experts internationaux (fabricants et utilisateurs finaux).

Par exemple:

- l'ISO/CEI 7498-1 pour l'organisation en couche et la création de structure générale;
- l'ISO/CEI 9545 pour la modélisation générale de la couche d'application;
- l'ISO/CEI 8886 pour la modélisation de la couche de liaison de données;

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

NOTE La liste des parties de la CEI 61158 est abrégée sous la forme CEI 61158-3-*tt*, CEI 61158-4-*tt*, CEI 61158-5-*tt* ou CEI 61158-6-*tt*, où *tt* représente un ou plusieurs numéros de type.

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

4.2 Options prises en charge

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

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

La CEI 61784-1 et la CEI 61784-2 donnent aux utilisateurs et aux implémenteurs des détails 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'Annexe A de la CEI 61784-1 et l'Annexe A de la CEI 61784-2 aident à 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:

- Articles 5 à 8 de la présente partie de la CEI 61158;
- CEI 61784-1, Annexe A: Concepts de communication;
- CEI 61784-2, Annexe A: Calculs de l'indicateur de performance;
- CEI 61784-1 et CEI 61784-2, Famille de profils de communication;
- les parties de la CEI 61158 telles que référencées dans la CEI 61784-1 et la CEI 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 d'une qualité et d'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 le développement des procédures d'essai et de certification;
- les concepts modulaires permettent de prendre en charge les améliorations, extensions et adaptations ultérieures des nouvelles technologies.

5 Concept de la série CEI 61158

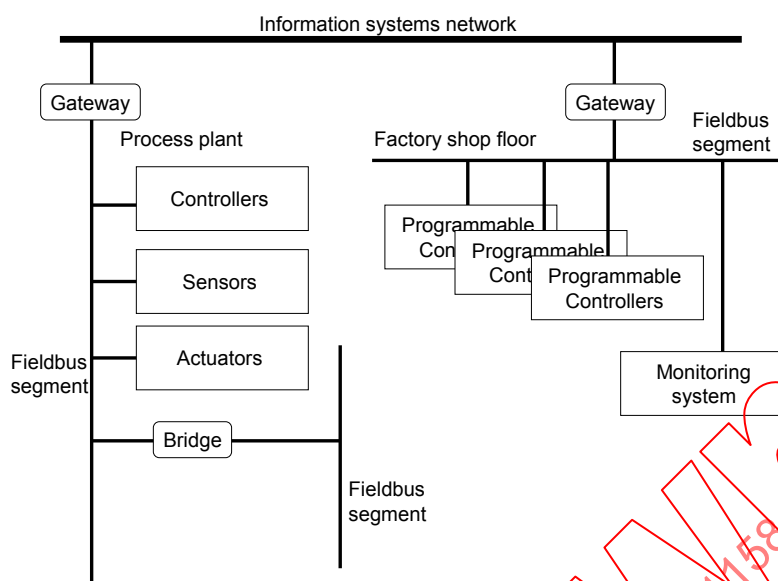
D'un point de vue conceptuel, un bus de terrain est un réseau de communication numérique industriel d'intégration d'appareils de commande et d'instrumentation industriels dans un système. Il s'agit d'appareils tels que des transducteurs, des capteurs, des actionneurs et des contrôleurs.

La série CEI 61158 précise un certain nombre de types de protocole de bus de terrain. Chaque type de protocole est conçu pour assurer 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 de transmission pour les couches inférieures.

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

Les types de protocole définis dans la CEI 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 présenté à la Figure 1.



Légende

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

Figure 1 – Exemple de système de bus de terrain

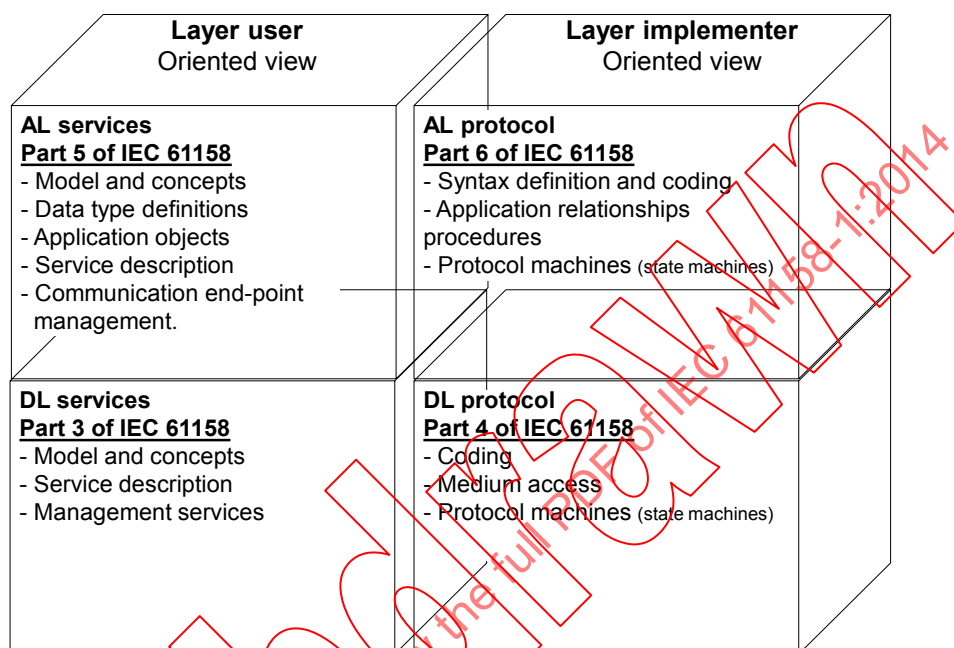
Un certain nombre de types de bus de terrain est spécifié dans la série CEI 61158 avec les concepts de décomposition suivants.

- Premier concept:** La tâche de communication complexe est divisée en plusieurs couches reposant sur une adaptation de l'ISO/CEI 7498-1 et du Modèle de référence de base ISO/OSI, ce qui permet de bien structurer les fonctions et interfaces (voir Article 6). Les avantages sont les suivants:
 - décomposition des tâches complexes;
 - structure modulaire permettant d'adapter différentes technologies.
- 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 impliquant une sélection appropriée pour la prise en charge d'un système de travail. Les sélections compatibles d'options et de services dans l'un des types de bus de terrain CEI 61158 sont spécifiées comme étant des profils de communication normalisés dans la CEI 61784-1 et la CEI 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 termes de services offerts et de protocole qui procure ces services.

La Figure 2 illustre 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 présentent la vision orientée de l'implémenteur de la couche, les parties relatives au service présentant la vision orientée de l'utilisateur de la couche.



Légende	
Anglais	Français
Layer user	Utilisateur de la couche
Oriented view	Vision orientée
Layer implementer	Implémenteur de la couche
AL services	Services AL
Part 5 of IEC 61158	Partie 5 de la CEI 61158
Model and concepts	Modèle et concepts
Data type definitions	Définitions de type de données
Application objects	Objets d'application
Service description	Description de service
Communication end-point management	Gestion de point limite de communication
AL protocol	Protocole AL
Part 6 of IEC 61158	Partie 6 de la CEI 61158
Syntax definition and coding	Définition de syntaxe et codage
Application relationships procedures	Procédures de relations d'application
Protocol machines (state machines)	Machines de protocoles (diagrammes d'état)
DL services	Services DL
Part 3 of IEC 61158	Partie 3 de la CEI 61158
Management services	Services de gestion
DL protocol	Protocole DL
Coding	Codage
Medium access	Accès au support

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:

- le contenu est décrit par les éléments de service de couche d'application (ASE) dans les parties spécifiques au type de la CEI 61158-5; et
- la méthode est décrite par les relations de couche d'application (AR) dans les parties spécifiques au type de la CEI 61158-6.

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

- le contenu est décrit par les services de couche de liaison de données dans les parties spécifiques au type de la CEI 61158-3; et
- 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 CEI 61158-4.

La structure de la couche physique est analogue, mais ses services pouvant être aisément décrits, ils sont décrits dans la CEI 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 Présentation

Les types de protocole CEI 61158 sont décrits suivant les principes, la méthodologie et le modèle de l'ISO/CEI 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 CEI 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 CEI 61158, dans la couche d'application CEI 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 CEI 61158 afin de simplifier le fonctionnement.

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

Tableau 1 – Couches OSI et CEI 61158

Couche OSI	Fonction	Couche CEI 61158
7 Application	Traduit les demandes placées dans la pile de communication sous une forme que les couches inférieures peuvent comprendre, et inversement	Application (CEI 61158-5- <i>tt</i> , CEI 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 (CEI 61158-3- <i>tt</i> , CEI 61158-4- <i>tt</i>)
1 Physique	Code/décodes les signaux de transmission/réception sous une forme appropriée au support de communication. Précise les caractéristiques des supports de communication	Physique (CEI 61158-2)

NOTE -*tt* est un paramètre fictif pour les numéros de partie représentant les types

NOTE ↓ 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. Par conséquent, les fonctionnalités de réseau et de transport peuvent être incluses dans les couches de liaison de données ou dans les couches d'application, alors que les fonctionnalités de session et de présentation peuvent être incluses dans la couche d'application, mais pas dans la couche de liaison de données.

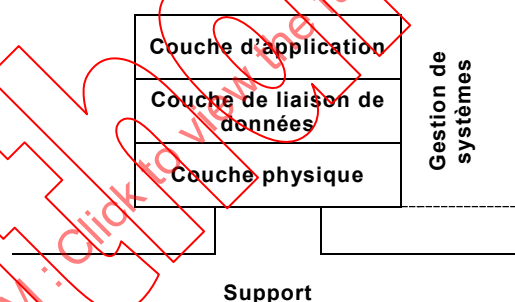


Figure 3 – Modèle de référence de bus de terrain de base

6.2 Service et protocole de la couche physique

La CEI 61158-2 contient des spécifications de couche physique correspondant à la plupart des différents types de protocole de couche DL spécifiés dans les parties spécifiques au type de la CEI 61158-4.

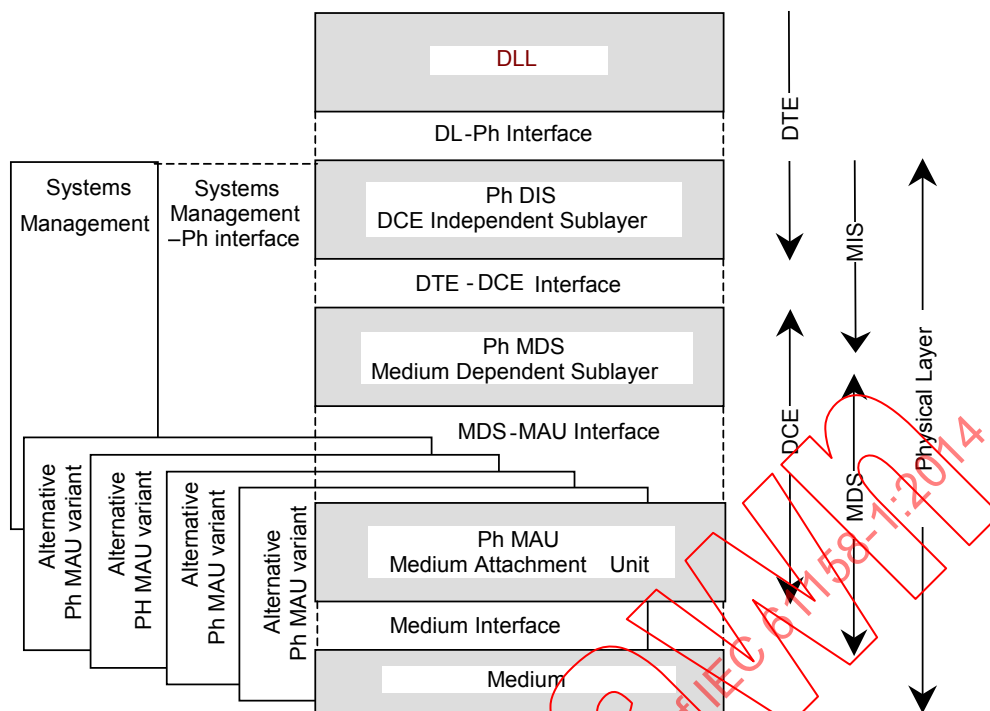
NOTE 1 Les numéros de type utilisés sont cohérents tout au long de la série CEI 61158.

NOTE 2 Tous les types ne disposent pas d'une spécification de couche physique dans la CEI 61158-2. Dans ce cas, le profil de communication de la CEI 61784-1 ou de la CEI 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'article. 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 CEI 61158 de sélectionner des ensembles de dispositions interopérantes. Voir la CEI 61784-1 et la CEI 61784-2 pour obtenir les profils de communication normalisés reposant sur la CEI 61158.

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



Légende

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

Figure 4 – Modèle général de couche physique

NOTE 5 Les types de protocole 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 CEI 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 illustrée à la Figure 5.

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

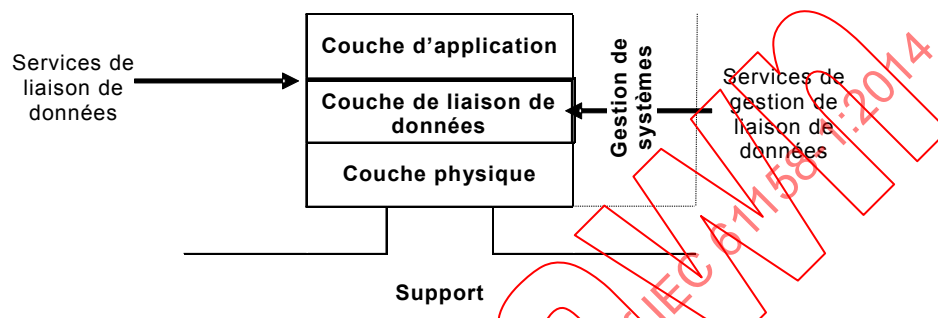


Figure 5 – Relation de la couche de liaison de données avec d'autres couches de bus de terrain et les utilisateurs du service de liaison de données de bus de terrain

Tout au long de l'ensemble de 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 CEI 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 illustrée à la Figure 5.

NOTE 1 La gestion de systèmes, telle qu'elle est utilisée dans la série CEI 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 CEI 61784-1 ou de la CEI 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 termes de procédures à réaliser par des entités de liaison de données homologues (DLE) au moment de la communication. Ces règles de communication ont pour vocation d'assurer une base de développement solide pour atteindre plusieurs objectifs:

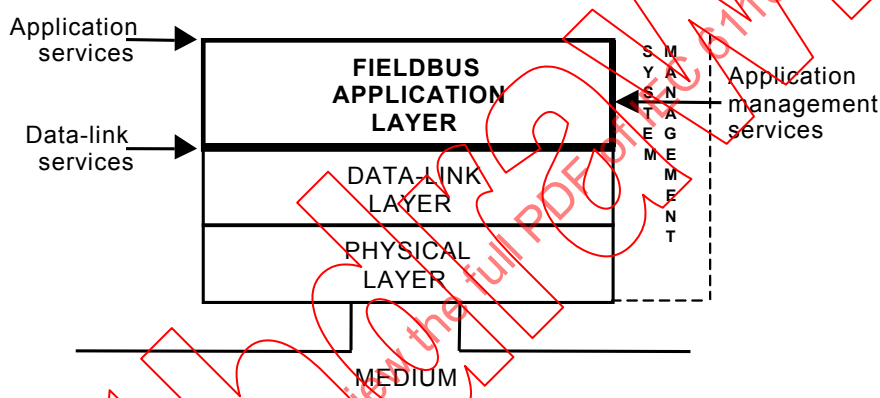
- a) un guide destiné aux implémenteurs et aux concepteurs;
- b) utilisation dans le cadre des essais et fourniture de l'équipement;
- c) dans le cadre d'un accord sur l'accès des systèmes à l'environnement de systèmes ouverts;
- d) amélioration de la compréhension des communications prioritaires au 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. Sinon, 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 CEI 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 illustrée à la Figure 6.

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



Légende

Anglais	Français
Application services	Services d'application
Data-link services	Services de liaison de données
Application management services	Services de gestion d'application
SYSTEM MANAGEMENT	GESTION DE SYSTEMES
FIELDBUS APPLICATION LAYER	COUCHE D'APPLICATION DE BUS DE TERRAIN
DATA-LINK LAYER	COUCHE DE LIAISON DE DONNEES
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 illustrée à la Figure 6.

NOTE La gestion de systèmes, telle qu'elle est utilisée dans la série CEI 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 régissant 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 CEI 61158 a pour principal objet de fournir un ensemble de règles de communication, exprimées en termes de procédures à réaliser par des entités d'application (AE) homologues au moment de la communication. Ces règles de communication ont pour vocation d'assurer une base de développement solide pour atteindre plusieurs objectifs:

- a) un guide destiné aux implémenteurs et aux concepteurs;
- b) utilisation dans le cadre des essais et fourniture de l'équipement;
- c) dans le cadre d'un accord sur l'accès des systèmes à l'environnement de systèmes ouverts;
- d) amélioration de la compréhension des communications prioritaires au sein de l'OSI.

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

7 Structure des séries CEI 61158 et CEI 61784

7.1 Couche physique CEI 61158

La couche physique CEI 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.

La CEI 61158-2 est constituée de spécifications de couche physique pour prendre en charge les types de protocole DL spécifiés dans la couche de liaison de données CEI 61158. Elle définit les services fournis

- a) aux différents types de couche 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 CEI 61158

En l'absence d'erreurs récurrentes, les couches de liaison de données CEI 61158 (voir CEI 61158-3-~~tt~~ et CEI 61158-4-~~tt~~) offrent 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 une ou plusieurs actions spécifiées sont tenues d'être réalisées selon un niveau défini de certitude. Tout manquement à réaliser ces actions dans la fenêtre de temps 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 CEI 61158 spécifie, de manière abstraite, le service visible de l'extérieur fourni par la couche de liaison de données de bus de terrain en termes

- 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 CEI 61158 définit les services fournis

- d) aux différents types de couche 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;
- e) 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.

La CEI 61158-4-~~tt~~ définit un certain nombre de protocoles de liaison de données de bus de terrain distincts et non interopérables. Chaque protocole est plus étroitement lié aux services correspondants de la CEI 61158-3-~~tt~~ et entre dans leurs champs d'application.

7.3 Couche d'application CEI 61158

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

La série CEI 61158-5 précise les interactions entre les applications distantes en termes de

- a) modèle abstrait de définition des ressources d'application (objets) que les utilisateurs peuvent manipuler grâce aux services de couche d'application de bus de terrain (FAL);
- b) primitives de service (interactions entre la couche d'application de bus de terrain et son utilisateur) associées au service FAL;
- c) paramètres associés à chaque primitive de service;
- d) 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 offrir un accès à la couche d'application de bus de terrain afin de contrôler certains aspects de son fonctionnement.

La série CEI 61158-5 définit les services fournis

- a) aux différents utilisateurs de la couche d'application de bus de terrain à la frontière entre 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 CEI 61158-6 définit un certain nombre de protocoles d'application de bus de terrain distincts et non interopérables. Chaque protocole est plus étroitement lié aux services de la partie correspondante de la CEI 61158-5 et entre dans son champ d'application.

7.4 Profils de bus de terrain CEI 61784-1 et CEI 61784-2

La CEI 61784-1 et la CEI 61784-2 offrent des ensembles de profils de communication (CP) dans le sens de l'ISO/CEI TR 10000-1. Elles répondent au besoin d'identification des familles de protocole qui coexistent dans la série CEI 61158, suite à 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 CEI 61158 et d'éviter la propagation de mises en œuvre divergentes susceptibles de limiter son utilisation, sa clarté et sa compréhension. D'autres profils permettant d'aborder des questions spécifiques liées au marché (sécurité fonctionnelle ou sécurité des informations, par exemple) peuvent être abordés dans les parties ultérieures de la CEI 61158.

La CEI 61784-1 et la CEI 61784-2 contiennent plusieurs familles de profil 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 CEI 61158 par l'intermédiaire de profils de communication spécifiques au protocole. Ils ne définissent pas de profils de communication spécifiques au type d'appareil afin d'aider les fabricants à choisir un ensemble de fonctions (un ensemble minimal de services de communication et un protocole à mettre en œuvre dans une classe particulière d'appareils, tels que les esclaves ou émetteurs génériques ("profils de mise en œuvre"), par exemple). Ils ne définissent pas non plus 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 La CEI/TR 62390 fournit un guide pour le développement de profils d'appareil destinés aux appareils de terrain industriels et aux appareils de commande. La norme 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 3.2.1 de l'ISO/CEI TR 10000-1) peut être directement obtenue sur la même liaison uniquement pour les appareils conformes au même profil de communication.

Les profils de la CEI 61784-1 et de la CEI 61784-2 comportent des références à la CEI 61158-2 et la CEI 61158-3-**tt** à la CEI 61158-6-**tt**, à l'ISO/CEI 8802-3, l'IEEE 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 la CEI 61158-2 et de la CEI 61158-3-**tt** à la CEI 61158-6-**tt**.

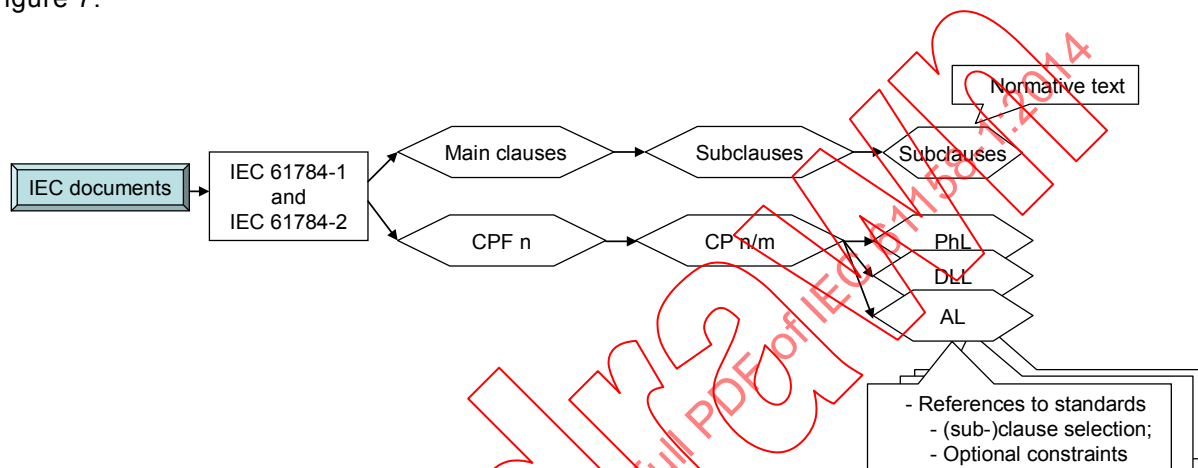
Au moins deux profils, associés à une famille commune, sont spécifiés dans une CPF.

La CEI 61784-2 spécifie des profils supplémentaires répondant 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/CEI 8802-3 ou l'IEEE 802.3 (communément appelé Ethernet). Ces réseaux de communication RTE s'appuient sur les dispositions de l'ISO/CEI 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 des réseaux de communication RTE à l'ISO/CEI 8802-3 ou l'IEEE 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 communication disponibles définis et modélisés dans la CEI 61158 et 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 profil de communication (CPF) du document est présentée à la Figure 7.



Légende

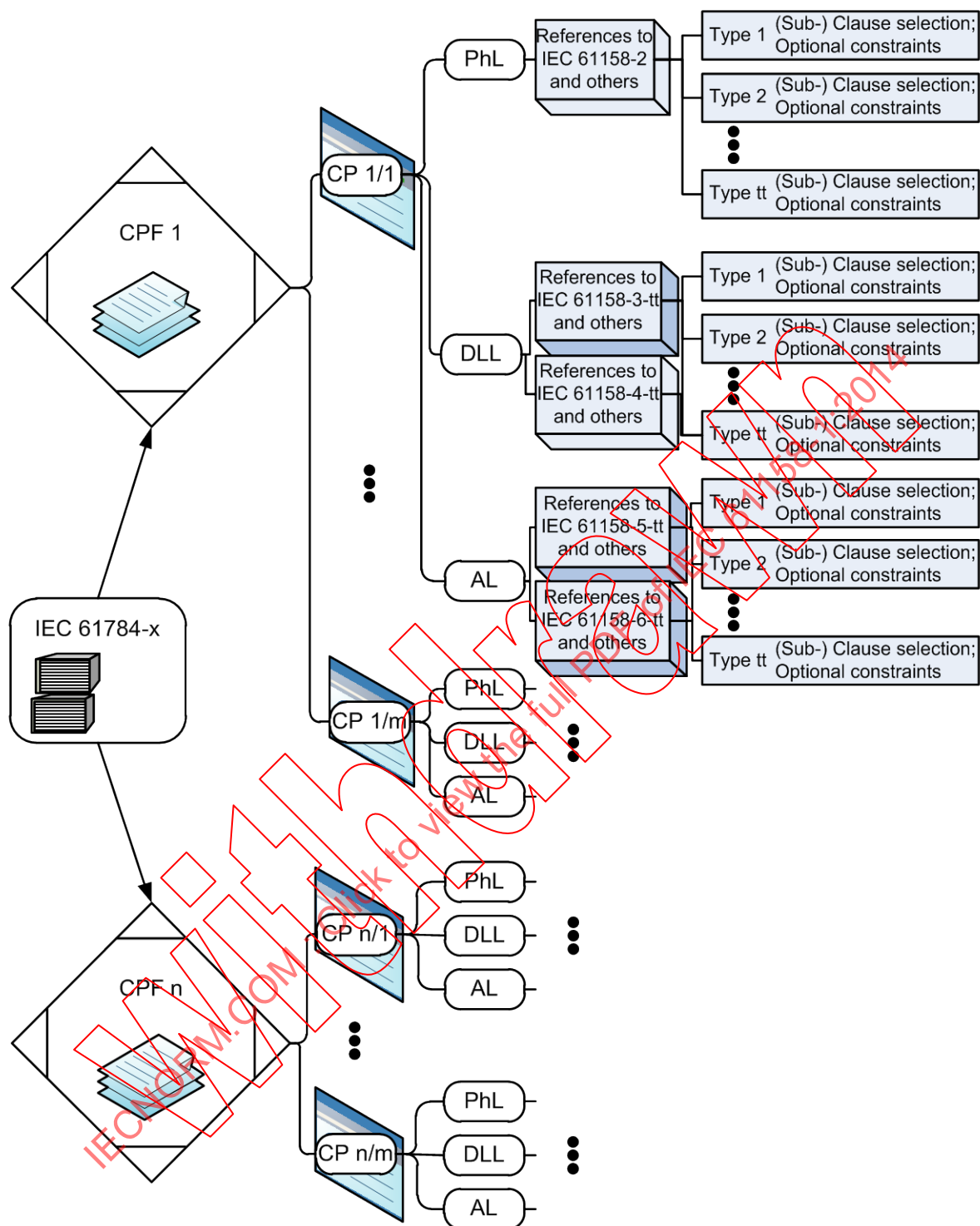
Anglais	Français
IEC documents	Documents CEI
IEC 61784-1 and IEC 61784-2	CEI 61784-1 et CEI 61784-2
Main clauses	Articles principaux
Subclauses	Paragraphes
Normative text	Texte normatif
References to standards	Références aux normes
(sub-)clause selection	Sélection de paragraphes/d'articles
Optional constraints	Contraintes facultatives

n est le nombre de CPF; m est le nombre de CP dans une CPF.

Figure 7 – Structure des familles de profil de communication

La CEI 61784-1, la CEI 61784-2, ainsi que les parties et sous-séries ultérieures de la série CEI 61784 précisent les familles de profil 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 de la série CEI 61158 et autres normes internationales appropriées. Ces paragraphes offrent 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 portant 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 illustre une structure CPF.



Légende

Anglais	Français
IEC 61784-x	CEI 61784-x
References to IEC 61158-2 and others	Références à la CEI 61158-2 et autres normes
References to IEC 61158-3-tt and others	Références à la CEI 61158-3-tt et autres normes
References to IEC 61158-4-tt and others	Références à la CEI 61158-4-tt et autres normes
References to IEC 61158-5-tt and others	Références à la CEI 61158-5-tt et autres normes
References to IEC 61158-6-tt and others	Références à la CEI 61158-6-tt et autres normes
(Sub-)Clause Selection	Sélection de paragraphe/d'article
Optional constraints	Contraintes facultatives

Légende

x = 1 ou 2

n = nombre de CPF

m = nombre de CP dans une CPF

tt = Numéro de type

CEI 61158-3-~~tt~~ désigne une référence à une ou plusieurs sous-parties existantes spécifiques au type.**Figure 8 – Exemple de structure CPF**

Le Tableau 2 présente les familles de profil de communication (CPF) définies dans la CEI 61784-1 et la CEI 61784-2. Il montre le lien entre les technologies et les CPF, avec leurs CP associés et les numéros de type correspondants dans la série CEI 61158.

Tableau 2 – CPF, CP et relations de type

Profils de communication dans la CEI 61784			Types CEI 61158 correspondants aux CP		
CPF	Nom de la technologie	CEI 61784 (Sous-)Parties	Numéro de CP	Numéro de type	CEI 61158 (Sous-)Parties
1	Bus de terrain FOUNDATION™	1, 3-1, 5-1	CP 1/1 FOUNDATION™ H1	1,9	1, 2, 3-1, 4-1, 5-9, 6-9
		1, 3-1, 5-1	CP 1/2 FOUNDATION™ HSE	5	1, 5-5, 6-5
		1, 3-1	CP 1/3 FOUNDATION™ H2	1,9	1, 2, 3-1, 4-1, 5-9, 6-9
2	CIP™	1, 5-2	CP 2/1 ControlNet™	2	1, 2, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2
		1, 2, 3-2, 5-2	CP 2/2 EtherNet/IP™	2	1, 4-2, 5-2, 6-2
		1, 3-2, 5-2	CP 2/3 DeviceNet™	2	1, 4-2, 5-2, 6-2
3	PROFIBUS & PROFINET	1, 3-3, 5-3	CP 3/1 PROFIBUS DP	3	1, 2, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3
		1, 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, 5-3	CP 3/4 PROFINET IO CC-A	10	1, 5-10, 6-10
		2, 3-3, 5-3	CP 3/5 PROFINET IO CC-B	10	1, 5-10, 6-10
		2, 3-3, 5-3	CP 3/6 PROFINET IO CC-C	10	1, 5-10, 6-10
4	P-NET®	1, 5-4	CP 4/1 P-NET RS-485	4	1, 2, 3-4, 4-4, 5-4, 6-4
		—	CP 4/2 retiré	—	—
		2, 5-4	CP 4/3 P-NET sur IP	4	1, 3-4, 4-4, 5-4, 6-4
5	WorldFIP®	1	CP 5/1 WorldFIP	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
		1	CP 5/2 WorldFIP avec subMMS	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
		1	CP 5/3 WorldFIP minimal pour TCP/IP	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
6	INTERBUS®	1, 3-6, 5-6	CP 6/1 INTERBUS	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		1, 3-6, 5-6	CP 6/2 INTERBUS TCP/IP	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		1, 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, 5-6	CP 6/4	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8, 5-10, 6-10
		2, 5-6	CP 6/5	8	
		2, 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, 3-8, 5-8	CP 8/1 CC-Link/V1	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		1, 5-8	CP 8/2 CC-Link/V2	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		1, 5-8	CP 8/3 CC-Link/LT	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		2, 5-8	CP 8/4 CC-Link IE Controller	23	1, 5-23, 6-23

Profils de communication dans la CEI 61784			Types CEI 61158 correspondants aux CP		
CPF	Nom de la technologie	CEI 61784 (Sous-)Parties	Numéro de CP	Numéro de type	CEI 61158 (Sous-)Parties
			Network		
		2, 5-8	CP 8/5 CC-Link IE Field Network	23	1, 5-23, 6-23
9	HART®	1	CP 9/1 HART	20	1, 2, 3-20, 4-20, 5-20, 6-20
		—	CP 9/2 WirelessHART® voir la CEI 62591, Article 9	20	Voir la CEI 62591
10	Vnet/IP	2, 5-10	CP 10/1 Vnet/IP	17	1, 2, 3-17, 4-17, 5-17, 6-17
11	TCnet	2, 5-11	CP 11/1 TCnet-star	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
		2, 5-11	CP 11/2 TCnet-loop 100	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
		2, 5-11	CP 11/3 TCnet-loop 1G	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
12	EtherCAT®	2, 3-12, 5-12	CP 12/1	12	1, 2, 3-12, 4-12, 5-12, 6-12
		2, 3-12, 5-12	CP 12/2	12	1, 2, 3-12, 4-12, 5-12, 6-12
13	Ethernet POWERLINK	2, 3-13, 5-13	CP 13/1 POWERLINK	13	1, 3-13, 4-13, 5-13, 6-13
14	EPA	2, 3-14, 5-14	CP 14/1 NRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2, 3-14, 5-14	CP 14/2 RT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2, 5-14	CP 14/3 FRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2, 3-14, 5-14	CP 14/4 MRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
15	MODBUS®-RTPS	2, 5-15	CP 15/1 MODBUS TCP	15	1, 5-15, 6-15
		2, 5-15	CP 15/2 RTPS	15	1, 5-15, 6-15
16	SERCOS	1, 5-16	CP 16/1 SERCOS I	16	1, 2, 3-16, 4-16, 5-16, 6-16
		1, 5-16	CP 16/2 SERCOS II	16	1, 2, 3-16, 4-16, 5-16, 6-16
		2, 3-2, 5-16	CP 16/3 SERCOS III	19	1, 3-19, 4-19, 5-19, 6-19
17	RAPIDnet	2, 5-17	CP 17/1 RAPIDnet	21	1, 3-21, 4-21, 5-21, 6-21
18	SafetyNET p™	2, 3-18, 5-18	CP 18/1 SafetyNET p RTFL	22	1, 3-22, 4-22, 5-22, 6-22
		2, 3-18, 5-18	CP 18/2 SafetyNET p RTFN	22	1, 3-22, 4-22, 5-22, 6-22
19	MECHATROLINK	1, 5-19	CP 19/1 MECHATROLINK-II	24	1, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
		1, 5-19	CP 19/2 MECHATROLINK-III	24	1, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
NOTE Les déclarations des marques et appellations commerciales sont données à l'Annexe A.					

7.5 Profils de communication de sécurité fonctionnelle CEI 61784-3

7.5.1 Généralités

La nécessité de développer des systèmes de communications sûrs est le résultat d'un passé industriel où les exigences en matière de sécurité reposaient sur une législation et une demande sur le marché toujours plus exigeantes, visant à protéger autant les personnes que les actifs. 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 offert des avantages comparables aux systèmes de sécurité, notamment en termes 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 CEI 61784-3 est composée d'une partie générique et de plusieurs parties spécifiques à la technologie:

- CEI 61784-3: Bus de terrain de sécurité fonctionnelle – Règles générales et définitions de profil
- CEI 61784-3-*n*: Bus de terrain de sécurité fonctionnelle – Spécifications supplémentaires pour la CPF *n*.

La CEI 61784-3 définit les principes communs de transmission des messages liés à la sécurité entre les participants d'un réseau réparti utilisant la technologie de bus de terrain, conformément aux exigences de la série CEI 61508 en matière de sécurité fonctionnelle. Ces mécanismes ont pour objet d'assurer 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).

La CEI 61784-3-*n* précise des 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 CEI 61784-1 (ou la CEI 61784-2) et la CEI 61158:

- IEC 61784-3-1: FOUNDATION™ for Safety Instrumented Functions (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);
- IEC 61784-3-12: Safety-over-EtherCAT® (CPF 12, FSCP 12/1);
- IEC 61784-3-13: openSAFETY™¹ (CPF 13, FSCP 13/1);
- IEC 61784-3-14: EPA Safety® (CPF 14, FSCP 14/1);
- 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 nécessitant 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 de concevoir, de configurer et d'utiliser correctement le réseau de sécurité afin d'assurer la sécurité de leur application.

Des mesures supplémentaires sont à prévoir 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 CEI 62443. La fonction de sécurité peut être implémentée dans les appareils ou au niveau des points d'accès externes.

¹ L'ancienne appellation de FSCP 13/1 (openSAFETY) était Ethernet POWERLINK safety.

Le cas échéant, des lignes directrices d'installation spécifiques des profils de communication de sécurité fonctionnelle sont incluses dans la CEI 61918 et/ou la CEI 61784-5, et sont uniquement référencées dans la CEI 61784-3.

La CEI 61508 exige des niveaux plus élevés de compatibilité électromagnétique (CEM). La CEI 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 pourraient gravement interrompre le fonctionnement, et donc compromettre la disponibilité (en raison de déclenchement parasite, 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) proposent 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 CEI 61784-3 ne couvre pas les aspects liés à la sécurité électrique et à la sécurité intrinsèque.

7.5.3 Lignes directrices d'évaluation

Avant la publication de la CEI 61784-3, de nombreux organismes d'évaluation utilisaient le document en langue allemande GS-ET-26 (Principes d'essai et de certification des systèmes de bus pour la communication liée à la sécurité) comme document de référence pour l'évaluation des appareils relatifs à la sécurité utilisant des technologies de communication de sécurité fonctionnelle. Ce document abordait à la fois les questions liées à la conception et à l'évaluation, mais il était devenu nécessaire de le traduire, de le mettre à jour et de "l'internationaliser".

Les principes généraux en matière de conception de la communication de sécurité fonctionnelle présentés dans ce document ont été utilisés dans la CEI 61784-3 (partie générique), dont l'Annexe D 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.

De plus, la CEI/TR 62685 propose des lignes directrices d'évaluation distinctes pour les appareils de sécurité utilisant les profils de communication de sécurité fonctionnelle (FSCP) de la CEI 61784-3. Elle couvre la partie des aspects du GS-ET-26 qui n'entrait pas dans le domaine d'application de la CEI 61784-3: aspects liés à l'évaluation de la sécurité de communication (plates-formes d'essai, démonstration de l'augmentation de l'immunité aux interférences (CEM pour la sécurité fonctionnelle), sécurité électrique et autres exigences environnementales.

NOTE 1 Ces lignes directrices d'évaluation s'appliquent uniquement aux appareils de sécurité pour la communication de sécurité fonctionnelle développés conformément à la CEI 61508 et à la CEI 61784-3. Elles abordent les questions relatives aux environnements industriels généraux tels que définis dans la CEI 61131-2 ou la CEI 61000-6-2, et aux environnements d'automatisation des processus tels que ceux couverts par la série CEI 61326.

NOTE 2 La CEI/TR 62685 a également été ratifiée en tant que Rapport technique au niveau européen (CLC/TR 62685). Cela permet aux organismes d'évaluation européens de ne pas tenir compte du document GS-ET-26 et de le remplacer par la CEI 61784-3 et la CEI/TR 62685.

7.6 Profils d'installation CEI 61784-5

La série CEI 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 CEI 61784-1 et la CEI 61784-2 (voir le Tableau 2). Ces profils

d'installation reposent sur la CEI 61918 qui précise les exigences communes. La Figure 9 illustre la structure de la série CEI 61918 et CEI 61784-5. Les étapes de l'installation constituent la base de ces normes. La CEI 61918 est structurée en articles dont les en-têtes sont les suivants:

- CEI 61918 Article 4: Projet d'installation;
- CEI 61918 Article 5: Mise en œuvre de l'installation;
- CEI 61918 Article 6: Vérification et essai d'acceptation de l'installation;
- CEI 61918 Article 7: Administration de l'installation;
- CEI 61918 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. La CEI 61918 définit les aspects communs aux installations de l'Article 4 à l'Article 8 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 CEI 61784-5. Les exigences sont exprimées par référence aux exigences de la CEI 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 CEI 61784-5 correspond à celle des articles et paragraphes principaux de la CEI 61918.

Les articles et les paragraphes de l'annexe de chaque partie de la CEI 61784-5 confirment, complètent, modifient ou remplacent les spécifications fournies dans les mêmes articles et paragraphes de la CEI 61918.

Lorsque les annexes normatives d'une partie de la CEI 61784-5 contiennent uniquement l'entête d'un paragraphe, cela signifie que le paragraphe correspondant dans la CEI 61918 s'applique en l'état.

La Figure 9 montre que l'Article 1 de la CEI 61918 et de chaque partie de la CEI 61784-5 précise le domaine d'application pertinent. La CEI 61918 précise les exigences d'installation dans les Articles 2 à 8. Chaque annexe de chaque partie de la CEI 61784-5 sélectionne les exigences d'installation pertinentes de la CEI 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.

L'Article 2 de chaque partie de la CEI 61784-5 décrit les références normatives. L'Article 3 de chaque partie de la CEI 61784-5 décrit les termes, définitions et abréviations supplémentaires correspondant à la famille de profils de communication pertinente. L'Article 4 de chaque partie de la CEI 61784-5 donne un aperçu de la spécification des profils d'installation des profils de communications correspondants. L'Article 5 de chaque partie de la CEI 61784-5 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 de chaque partie de la CEI 61784-5 explique comment exprimer la conformité aux profils d'installation.

La structure adoptée pour les parties de la série CEI 61784-5, dont les profils d'installation sont spécifiés dans les Annexes portant la même numérotation d'article que celle de la

CEI 61918, facilite la lecture des profils conjointement avec la CEI 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 termes 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
CEI 61918	Articles de la norme CEI (domaine d'application, références normatives, termes), et cycle de vie						
		Ordre de travail séquentiel logique					
			Exigences d'installation technique communes				
CEI 61784-5 Partie <i>n</i> (pour CPF <i>n</i>)	Article de la norme CEI (domaine d'application),						
	Vue d'ensemble, conventions de profil et conformité de CPF <i>x</i>						
		En général non précisé		Annexe A ... Z (normative) profil d'installation spécifique au CP ou à PhL			
			En général non précisé		Articles de la norme CEI (domaine d'application, références normatives, termes) et cycle de vie		
						Ordre de travail séquentiel logique	
							Exigences d'installation technique spécifiques

Figure 9 – Structure de document de la CEI 61918 et partie spécifique à la famille de profils de communication de la CEI 61784-5

7.7 Profils de communication des réseaux de communication sans fil

Certains profils de communication sans fil sont précisés dans la CEI 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 CEI 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 (la CEI 62591, la CEI 62601 et la CEI 62734, par exemple).

Les exigences générales relatives à la communication sans fil et les considérations relatives au spectre sont données dans la CEI/TS 62657-1. L'application de réseaux de communication sans fil peut impliquer des mesures supplémentaires pour la gestion de la coexistence des communications sans fil telle que spécifiée dans la CEI 62657-2.

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

8.1.1 Type 1: supports

8.1.1.1 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 utilisant des transformateurs. Cela n'est pas obligatoire si les exigences d'isolation de la présente CEI 61158-2 sont satisfaites par d'autres moyens.

La couche physique du support câblé de Type 1 à paire torsadée (ou non) offre 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;

8.1.1.2 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.

8.1.2 Type 2: Supports à câble coaxial et optique

Le Type 2 s'appuie sur l'ISO/CEI 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), 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) et couches physiques redondantes.

8.1.3 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/EIA-485-A de l'ANSI;
- c) supports à fibres optiques, jusqu'à 12 Mbit/s, avec type A4a de la CEI 60793-2-40 et type A3c de la CEI 60793-2-30.

8.1.4 Type 4: Support câblé

Le Type 4 spécifie la PhL de l'ISO/CEI 8802-3 et un support câblé RS-485 jusqu'à 76,8 kbit/s.

8.1.5 Type 5: Supports câblés et optiques

Le Type 5 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.1.6 Type 6: Non utilisé

Le Type 6 n'est pas utilisé.

8.1.7 Type 7: Supports câblés et optiques

Le Type 7 spécifie les mêmes supports câblés et optiques que le Type 1.

8.1.8 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.

8.1.9 Type 9: Supports câblés et optiques

Le Type 9 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3, et voir 8.1.1.

8.1.10 Type 10: Supports câblés, optiques et sans fil

Le Type 10 spécifie la PhL conformément aux normes IEEE 802.3, IEEE 802.11 et IEEE 802.15.4, ainsi que les supports à fibres optiques selon le type A4a de la CEI 60793-2-40 et le type A3c de la CEI 60793-2-30.

8.1.11 Type 11: Supports câblés et optiques

Le Type 11 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.1.12 Type 12: Supports câblés et optiques

Le Type 12 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3 avec la variante de support câblé, 100 Mbit/s, mode de signalisation différentielle basse tension (couplage parallèle) tel que spécifié dans la norme ANSI TIA/EIA-644-A.

8.1.13 Type 13: Supports câblés et optiques

Le Type 13 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.1.14 Type 14: Supports câblés et optiques

Le Type 14 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.1.15 Type 15: Supports câblés et optiques

Le Type 15 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.1.16 Type 16: Supports optiques

Le Type 16 spécifie le support à fibres optiques, jusqu'à 16 Mbit/s.

8.1.17 Type 17: Supports câblés et optiques

Le Type 17 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.1.18 Supports de Type 18

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.

8.1.19 Type 19: Supports câblés et optiques

Le Type 19 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.1.20 Type 20

Le Type 20 utilise la modulation par déplacement de fréquence (FSK) continue en phase binaire. Un courant de fréquence relativement élevée est superposé au courant analogique basse fréquence, qui est en général compris entre 4 mA et 20 mA.

8.1.21 Type 21: Supports câblés et optiques

Le Type 21 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.1.22 Type 22: Supports câblés et optiques

Le Type 22 utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.1.23 Type 23: Supports câblés et optiques

Le Type 23 spécifie la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.1.24 Type 24: Supports câblés à paire torsadée

Le type 24 spécifie un support câblé à paire torsadée à 10 Mbit/s et utilise la PhL de l'ISO/CEI 8802-3.

8.2 Récapitulatif des caractéristiques de service de couche de liaison de données

Différents types de service distincts sont définis dans la série CEI 61158-3 correspondante et sont répertoriés dans la présente partie. Chacun d'eux dispose d'un protocole correspondant dans une partie correspondante de la série CEI 61158-4. Les types distincts de service DL sont les suivants:

NOTE 1 Certains types ne spécifient pas de services DL dans la CEI 61158. Les désignations de type correspondantes sont réservées dans la série CEI 61158-3 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres parties et les éditions précédentes de la CEI 61158.

Type 1 – Service DL qui fournit un sous-ensemble des services prévus des protocoles de liaison de données OSI spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 2 – Service DL qui fournit un sous-ensemble avec connexion et sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 3 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 4 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 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 CEI 61158 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres types et les éditions précédentes de la série CEI 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/CEI 8886.

Type 8 – Service DL qui fournit un sous-ensemble orienté connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 11 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 12 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 13 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 14 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 16 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 17 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 18 – Service DL qui fournit un sous-ensemble avec connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 19 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 21 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 22 – Service DL qui fournit un sous-ensemble avec connexion et sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 23 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

Type 24 – Service DL qui fournit un sous-ensemble sans connexion des services spécifiés dans l'ISO/CEI 8886.

NOTE 3 La plupart de ces types de service sont adaptés à l'utilisation avec plusieurs protocoles de couche supérieure. Outre l'éventuelle aptitude de ces types de service 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);

là où le domaine de l'adressage est adapté, il est possible que certains de ces types de service de liaison de données soient également en mesure de faire office de

- c) service de couche de transport OSI.

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 CEI 61158-4 définit différents protocoles de liaison de données de bus de terrain distincts et non interopérables, chacun d'eux étant plus étroitement lié aux services de la partie correspondante de la série CEI 61158-3 des définitions de service de liaison de données de bus de terrain. Les types de protocole DL distincts sont les suivants:

NOTE 1 Certains types ne spécifient pas de protocoles DL dans la CEI 61158. Les désignations de type correspondantes sont réservées dans la série CEI 61158-4 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres parties et les éditions précédentes de la CEI 61158.

Type 1 – Protocole DL du service DL de Type 1. La taille maximale du système est de 56k liaisons de 232 nœuds, chacune disposant de 240 adresses DLSAP et DLCEP homologues et d'éditeur associées, plus 768 adresses DL de groupe de liaison par liaison, plus 256 adresses DLSAP et 2816 DLCEP homologues et d'éditeur par liaison qui peuvent être réparties entre les nœuds de la liaison, plus 2^{27} 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 maximum 2^{24} DLCEP homologues et d'éditeur.

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 CEI 61158 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres types et les éditions précédentes de la série CEI 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 28k 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} nœuds chacun. Chaque nœud comporte au maximum 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 maximum 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/CEI 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 214 nœuds avec un total de 224 adresses DLSAP.

Type 23 – Protocole DL du service DL de Type 23 en couches ISO/IEC 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.

NOTE 3 L'utilisation de certains types de protocole 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 CEI 61784. L'utilisation des différents types de protocole dans d'autres combinaisons implique d'obtenir l'autorisation auprès de leurs détenteurs de droit à la propriété intellectuelle respectifs.

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 offrent des services de communication opérant 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 offre 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 CEI 61158-5 spécifiques au type pour offrir 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 CEI 61158-5 spécifiques au type associé, que la présente partie de la CEI 61158 récapitule. Chaque modèle est spécifié en tant que "Type" de communication distinct. Chaque type comporte un protocole correspondant dans la partie de la CEI 61158-6 spécifique au type. Les types de service 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 Type 6 sont réservées dans la série CEI 61158-5 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres types et les éditions précédentes de la CEI 61158.

Type 2 – Service d'application qui offre trois principaux types d'ASE aux utilisateurs FAL, accessibles par une relation d'application (AR) non connectée ou l'une des quatre AR basées sur les connexions.

Type 3 – Service d'application permettant d'accéder à deux types de définitions d'AR basées sur les connexions pour trois types d'utilisateur FAL (classe de maître 1, classe de maître 2 et types d'esclave).

Type 4 – Service d'application permettant 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 basés sur socket. Les applications classiques du Type 5 utilisent TCP et UDP.

Type 7 – Service d'application qui offre six types d'ASE aux utilisateurs FAL, accessibles par une AR prédéfinie, négociée ou ad hoc.

Type 8 – Service d'application comportant cinq ASE permettant d'accéder à deux types d'éléments de service d'application AR basés sur les connexions et à un type d'éléments de service d'application AR sans connexion pour deux types d'utilisateur FAL (maître et esclave).

Type 9 – Service d'application qui adapte l'ISO 9506 (MMS) pour une utilisation sur la couche de liaison de données de Type 1.

Type 10 – Service d'application permettant d'accéder à quatre types de définitions d'AR basées sur les connexions pour trois types d'utilisateur FAL (superviseur d'entrée-sortie, contrôleur d'entrée-sortie et types d'appareil d'entrée-sortie).

Type 11 – Service d'application offrant des AR éditeur/souscripteur non confirmées co-univoques.

Type 12 – Service d'application assurant un échange de données cyclique sans connexion et pour la communication spontanée de différents ASE.

Type 13 – Service d'application offrant quatre ASE aux utilisateurs FAL utilisant des AR confirmées orientées connexion et des AR non confirmées sans connexion.

Type 14 – Service d'application permettant 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 offrant 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 offre 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 permettant à 2 types d'utilisateur FAL d'accéder à 4 types de définitions d'AR basée sur les connexions (types maître et esclave) pour accéder aux 2 classes de DLE de type 18.

Type 19 – Service d'application qui offre trois ASE aux utilisateurs FAL, accessibles à l'aide de trois types d'AR.

Type 20 – Service d'application qui offre deux ASE aux utilisateurs FAL, à l'aide d'un seul type d'AR.

Type 21 – Service d'application qui offre 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 offre six ASE aux utilisateurs FAL, accessibles à l'aide de deux types d'AR.

Type 24 – Service d'application qui offre trois ASE aux utilisateurs FAL, accessibles à l'aide de deux types d'AR.

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 une ou plusieurs actions spécifiées sont tenues d'être réalisées selon un niveau défini de certitude. Tout manquement à réaliser ces actions dans la fenêtre de temps 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 CEI 61158-6 précisent les interactions entre les applications distantes en termes de

- règles de codage appliquées à toutes les unités de données de protocole de couche d'application (APDU);
- définitions de syntaxe abstraite formelle de ces APDU;
- descriptions de diagramme d'états de protocole permettant de gérer les APDU et les primitives dans les séquences correctes;
- mapping des APDU entre les services de couche de liaison de données définis dans la CEI 61158-3.

Les règles de codage FAL sont élaborées en considérant 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/Regle de codage de base n'est pas pratique pour la FAL.

Les parties spécifiques au type de la CEI 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 CEI 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 CEI 61158-5.

Bien que différents types de protocole 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 CEI 61158-6 spécifiques au type, que la présente partie de la CEI 61158 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 CEI 61158-5 spécifique au type correspondante. Les différents types de protocole 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 Type 6 sont réservées dans la série CEI 61158-6 de manière à conserver la cohérence de la numérotation avec les autres types et les éditions précédentes de la CEI 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 offrant des AR éditeur/souscripteur non confirmées co-univoques 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 grâce à cinq types d'AR avec quatre types de rôle (client, serveur, éditeur et souscripteur).

Type 18 – Protocole d'application qui fournit quatre types de définitions d'AR basée sur les connexions à deux types d'utilisateur 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.

NOTE 3 L'utilisation de certains de ces types de protocole 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 CEI 61784-1 et la CEI 61784-2. L'utilisation des différents types de protocole dans d'autres combinaisons implique d'obtenir l'autorisation auprès de leurs détenteurs de droit à la propriété intellectuelle respectifs.

9 Concepts de description de service de couche d'application

9.1 Présentation

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 un laps de temps défini. Certaines de ces fonctions incluent le diagnostic, la validation de données et le traitement des plusieurs entrées et sorties.

Ces principaux appareils d'automatisation, également appelés appareils de terrain, sont placés à proximité des fluides de traitement, de la pièce mécano soudée, 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.

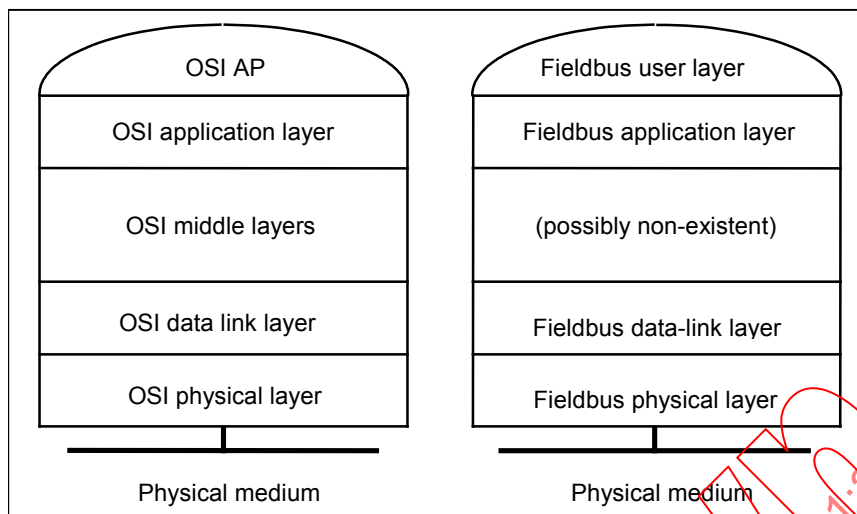
Les Paragraphes 9.2 à 9.9 décrivent les principes essentiels de la FAL. Des informations descriptives détaillées relatives à chaque élément de service d'application FAL peuvent être consultées dans le paragraphe de présentation de chaque spécification de modèle de communication.

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 d'organisation en couches OSI. Toutefois, sa relation architecturale avec les couches inférieures est différente (voir 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/CEI 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.



Légende

Anglais	Français
OSI AP	Processus d'application OSI
OSI application layer	Couche d'application OSI
OSI middle layers	Couches médianes OSI
OSI data link layer	Couche de liaison de données OSI
OSI physical layer	Couche physique OSI
Physical medium	Support physique
Fieldbus user layer	Couche d'utilisateur de bus de terrain
Fieldbus application layer	Couche d'application de bus de terrain
(possibly non-existent)	(éventuellement inexistant)
Fieldbus data-link layer	Couche de liaison de données de bus de terrain
Fieldbus physical layer	Couche physique de bus de terrain

Figure 10 – Relations avec le Modèle de référence de base OSI

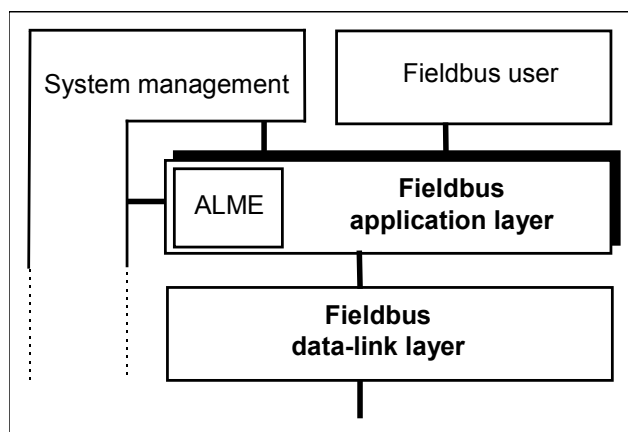
9.2.2 Relations avec d'autres entités de bus de terrain

9.2.2.1 Généralités

Les relations architecturales de la couche d'application de bus de terrain (FAL) (voir Figure 11) ont été conçues de manière à prendre en charge les besoins d'interopérabilité des systèmes prioritaires répartis dans l'environnement de bus de terrain.

Dans cet environnement, la FAL offre 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.



Légende

Anglais	Français
System management	Gestion de systèmes
Fieldbus user	Utilisateur de bus de terrain
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) offre 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 offre 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 permettant 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 de fonctions 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 CEI 61158-5.

9.3 Structure de la couche d'application de bus de terrain

9.3.1 Présentation

La structure de la FAL est une amélioration de la structure de couche d'application OSI (ISO/CEI 9545). En conséquence, le Paragraphe 9.3 est organisé de la même manière que celui de l'ISO/CEI 9545. Certains concepts présentés en 9.3 ont été améliorés depuis l'ISO/CEI 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 (laquelle présente 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 dispose d'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 peut ne 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 termes 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 implique 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 visant à prendre en charge les exigences de ces applications en matière de messagerie.

Parfois, la coopération entre les processus d'application implique également de partager une notion de temps commune. La FAL ou la couche de liaison de données (parties de la série CEI 61158-3 et de la série CEI 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 offrant 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 CEI 61158-5. La série CEI 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/CEI 7498-1). Les processus d'application de bus de terrain peuvent être 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/CEI 10731). Les services définis pour la FAL précisent la sémantique des services telle que les processus d'application émetteurs et destinataires les perçoivent. La syntaxe des messages utilisés pour acheminer les demandes de service et les réponses est définie dans la série CEI 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.

A 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 appels séparés 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. La présente partie de la CEI 61158 n'impose aucune contrainte quant à l'organisation de ces interactions ou aux éventuelles relations qui peuvent exister entre elles.

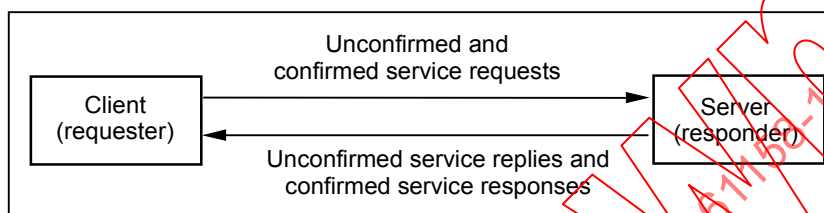
Par exemple, dans l'environnement de bus de terrain, les interactions peuvent reposer sur des messages de demande/réponse échangés directement entre des processus d'application ou sur des données/événements envoyés par un processus d'application et utilisés par d'autres. Ces deux modèles d'interaction 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 illustre 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.



Légende

Anglais	Français
Client (requester)	Client (demandeur)
Unconfirmed and confirmed service requests	Demandes de service non confirmé et confirmé
Server (responder)	Serveur (répondre)
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 CEI 61158-5 et de la série CEI 61158-6.

9.3.3.3.3.2 Interactions du modèle pull

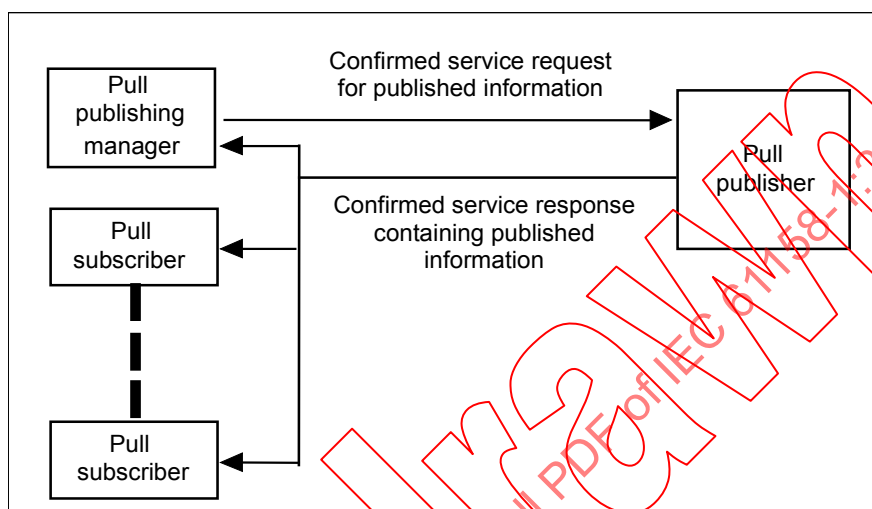
Dans le modèle pull, l'éditeur reçoit une demande de publication provenant d'un gestionnaire de publication distant, puis diffuse (ou distribue) sa réponse sur le réseau. Le gestionnaire de publication est uniquement chargé de lancer la publication en envoyant une demande à l'éditeur.

Les souscripteurs qui souhaitent recevoir les données publiées écoutent les réponses transmises par l'éditeur. Ainsi, les données sont "tirées" (pulled) depuis l'éditeur suite aux 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 illustre ces concepts.



Légende

Anglais	Français
Pull publishing manager	Gestionnaire de publication pull
Confirmed service request for published information	Demande de service confirmé d'informations publiées
Pull publisher	Editeur pull
Confirmed service response containing published information	Réponse de service confirmé contenant les informations publiées
Pull subscriber	Souscripteur pull

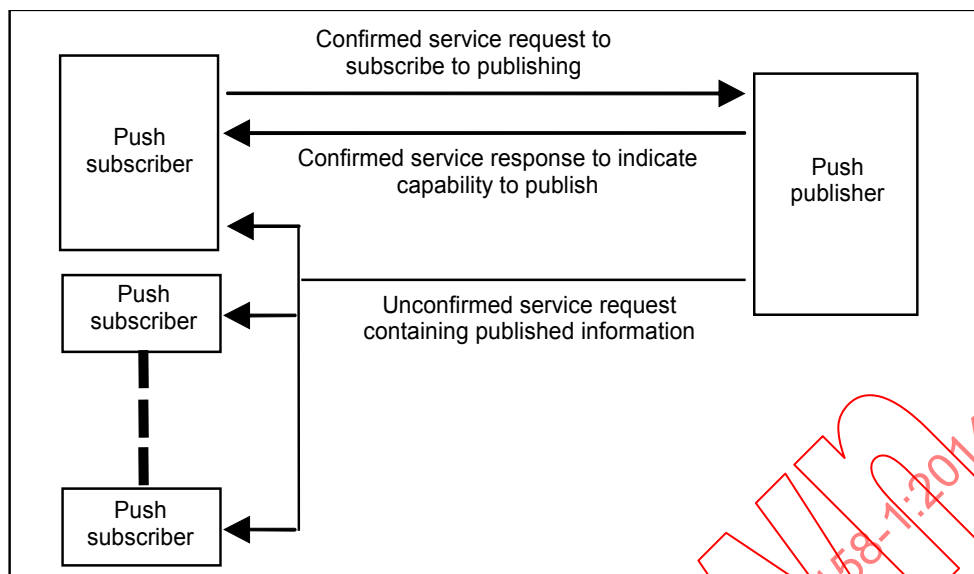
Figure 13 – Interactions du modèle pull

9.3.3.3.3 Interaction 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 illustre le concept du modèle push.



Légende

Anglais	Français
Push subscriber	Souscripteur push
Confirmed service request to subscribe to publishing	Demande de service confirmé pour souscrire à la publication
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
Push publisher	Editeur push

Figure 14 – Interactions du modèle push

9.3.3.3.4 Opportunité des informations publiées

Pour supporter la nature périssable des informations publiées, 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 grâce à des mécanismes intrinsèques à la couche de liaison de données (DLL). Chacun d'eux est brièvement décrit au Tableau 3. Pour obtenir une description plus détaillée, voir les parties de la série CEI 61158-3 et de la série CEI 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 implique 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 implique 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 commençant 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 CEI 61158-5. Les classes définies par l'utilisateur peuvent également être spécifiées. Les identificateurs de classe (décrits dans l'Article 3 des parties de la série CEI 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

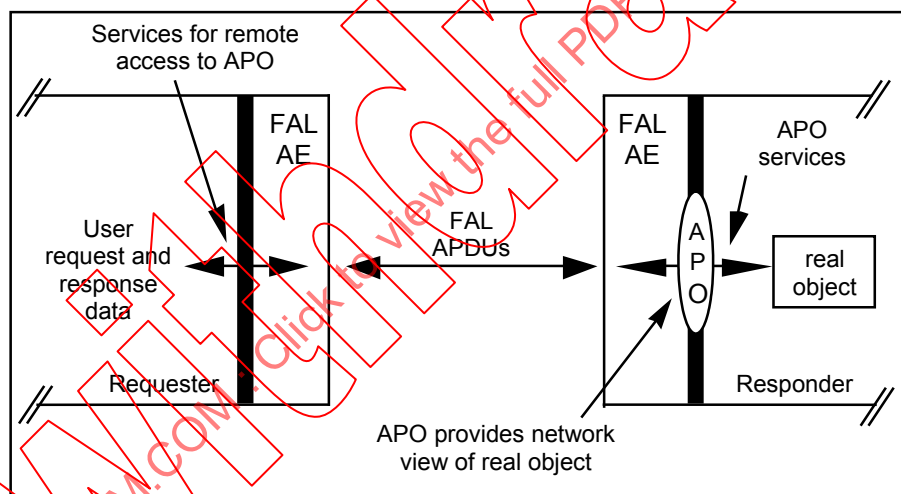
générique d'un processus d'application qui peut être utilisée pour définir un ou plusieurs processus d'application.

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 (voir Figure 15) sont fournis par l'entité de communication FAL du processus d'application, appelée entité d'application FAL (AE FAL).



Légende

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
User request and response data	Données de demande et réponse de l'utilisateur
Requester	Demandeur
FAL APDUs	APDU FAL
APO services	Services d'objet de processus d'application
APO	Objet de processus d'application
real object	objet réel
Responder	Répondeur
APO provides network view of real object	L'objet de processus d'application offre une vue en réseau de l'objet réel

Figure 15 – Services d'objets de processus d'application acheminés par la FAL

A 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 CEI 61158-6 précise la syntaxe et les procédures utilisées par le protocole FAL pour offrir un accès distant 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 la présente partie de la CEI 61158 pour les besoins de normalisation de l'accès distant 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 CEI 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 de la présente partie de la CEI 61158.

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 la présente partie de la CEI 61158 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 offre une vue en réseau d'un objet réel que 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 sont tenus d'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 CEI 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.

Les attributs et services obligatoires sont tenus d'être présents dans tous les objets de processus d'application de la classe. 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 s'il est nécessaire que l'attribut soit présent ou non dans un objet de processus d'application.

9.3.4.4 Types d'objet de processus d'application

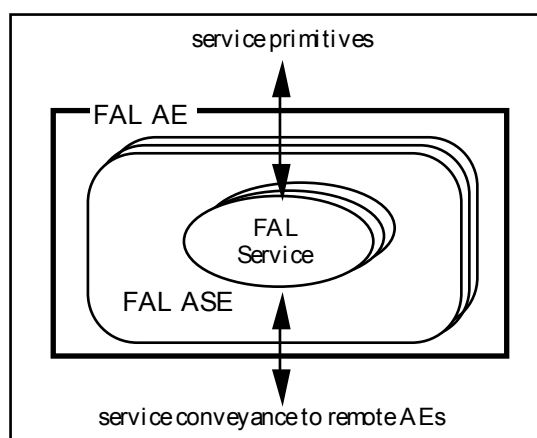
Les types d'objet de processus d'application offrent le mécanisme de définition des objets de processus d'application normalisés.

Les objets de processus d'application sont définis par instanciation d'une classe d'objets de processus d'application. Chaque définition d'objet de processus d'application est composée des attributs et services sélectionnés pour l'objet de processus d'application parmi ceux définis par sa classe d'objets de processus d'application. De plus, une définition d'objet de processus d'application contient les valeurs d'un ou de plusieurs attributs sélectionnés pour elle. Lorsque deux objets de processus d'application partagent la même définition, à l'exception des paramètres de l'attribut clé, cette définition est appelée type d'objet de processus d'application. Par conséquent, un type d'objet de processus d'application est une spécification générique d'un objet de processus d'application qui peut être utilisée pour définir un ou plusieurs objets de processus d'application.

9.3.5 Entités d'application

9.3.5.1 Définition de l'entité d'application FAL

Une entité d'application fournit les fonctions de communication d'un seul processus d'application. Une entité d'application FAL offre en ensemble de services et de protocoles de support permettant d'assurer la communication entre les processus d'application d'un environnement de bus de terrain. Les services fournis par les entités d'application FAL sont regroupés dans des éléments de service d'application (ASE), de sorte que les services FAL offerts à un processus d'application soient définis par les éléments de service d'application que contient son entité d'application FAL. La Figure 16 illustre ce concept.

**Légende**

Anglais	Français
service primitives	primitives de service
FAL AE	Entité d'application FAL
FAL Service	Service FAL
FAL ASE	Élément de service d'application FAL
service conveyance to remote AEs	Acheminement de service vers les entités d'application distantes

Figure 16 – Structure d'entité d'application**9.3.5.2 Type d'entité d'application**

Les entités d'application qui offrent le même ensemble d'entités de service d'application sont de même type. Deux entités d'application qui partagent un ensemble commun d'entités de service d'application sont capables de communiquer l'une avec l'autre.

9.3.6 Éléments de service d'application de bus de terrain**9.3.6.1 Généralités**

Un élément de service d'application (ASE), au sens de l'ISO/CEI 9545, est un ensemble de fonctions d'application assurant le fonctionnement des invocations d'entité d'application pour un objectif particulier. Les éléments de service d'application offrent un ensemble de services d'acheminement des demandes et réponses entre des processus d'application et entre leurs objets. Les éléments de service d'application, tels que définis ci-dessus, sont représentés par un ensemble d'appels d'entité de service d'application au sein d'une entité d'application.

9.3.6.2 Services FAL

Les services FAL acheminent les demandes/réponses fonctionnelles entre des processus d'application. Chaque service FAL est défini pour acheminer les demandes et réponses d'accès à un objet réel modélisé sous la forme d'un objet accessible FAL.

La FAL définit des services confirmés et non confirmés. Les demandes de service confirmé sont envoyées au processus d'application contenant l'objet réel.

L'invocation d'une demande de service confirmé peut spécifier qu'un utilisateur de la couche d'application a fourni InvokeID. Le cas échéant, cet InvokeID est renvoyé à cet utilisateur dans la confirmation de service local obtenu. Les APDU de demande de service confirmé et les APDU de réponse associées contiennent un RequestID permettant la corrélation de deux APDU. Dans certaines mises en œuvre, l'InvokeID fourni par l'utilisateur de la couche d'application peut faire office de RequestID. De même, les primitives d'indication de service confirmé et les primitives de réponse associées contiennent un IndicationID formé en local

permettant de corréler les deux primitives. Dans certaines mises en œuvre, le RequestID reçu, associé à l'adresse FAL de l'entité d'application FAL demandeuse, peut faire office d'IndicationID.

Les services non confirmés peuvent être envoyés depuis le processus d'application contenant l'objet réel pour envoyer des informations relatives à l'objet. Ils peuvent également être envoyés au processus d'application contenant l'objet réel afin d'accéder à cet objet. Les deux types de service non confirmé peuvent être définis pour la FAL.

9.3.6.3 Définition des éléments de service d'application FAL

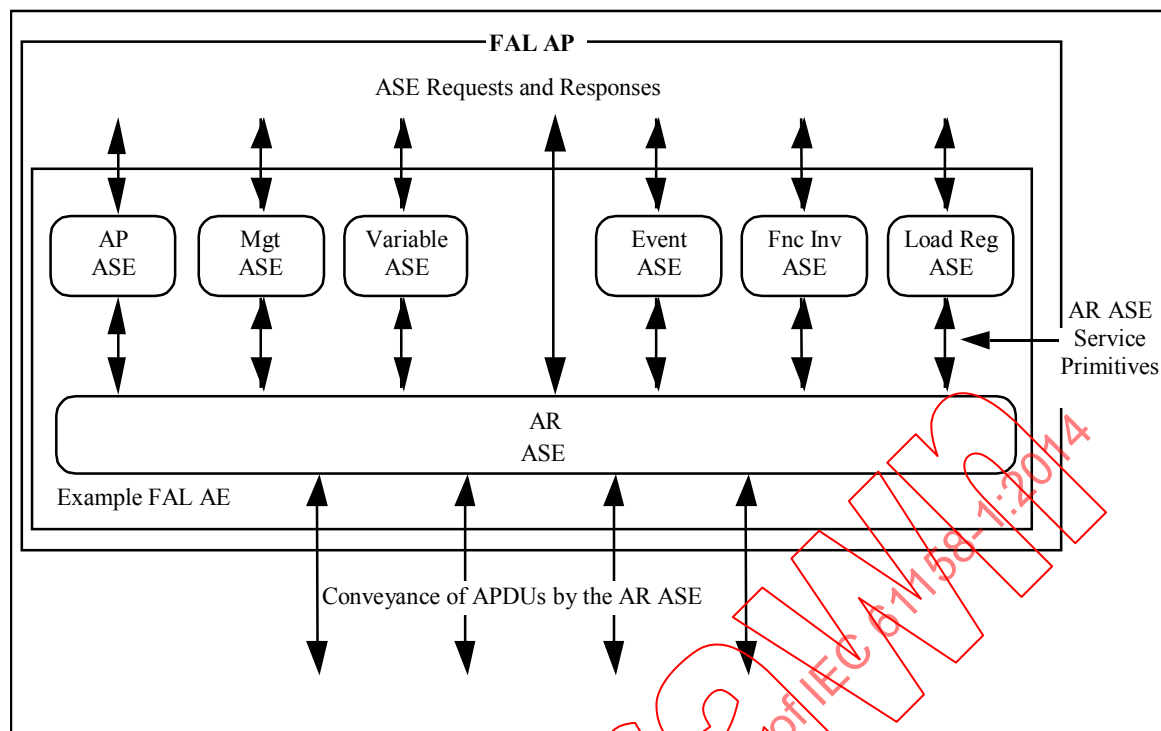
9.3.6.3.1 Généralités

Une approche modulaire a été adoptée dans la définition des éléments de service d'application FAL. Les éléments de service d'application définis pour la FAL sont également orientés objet. En général, les éléments de service d'application offrent un ensemble de services destinés à une classe d'objets particulière ou à un ensemble connexe de classes. Les éléments de service d'application de gestion d'objets communs, le cas échéant, offrent un ensemble commun de services de gestion applicables à toutes les classes d'objets.

Pour assurer l'accès distant au processus d'application, l'ASE de relation d'application est défini. Il offre des services au processus d'application visant à définir et établir des relations de communication avec d'autres processus d'application, ainsi qu'aux autres éléments de service d'application afin d'acheminer leurs demandes et réponses de service.

Chaque élément de service d'application FAL définit un ensemble de services, d'APDU et de procédures opérant sur les classes qu'il représente. Seul un sous-ensemble de services ASE peut être fourni pour satisfaire aux besoins d'une application. Les profils peuvent être utilisés pour définir ce type de sous-ensembles. La définition des profils n'entre pas dans le domaine d'application de la présente partie de la CEI 61158.

Les APDU sont envoyées et reçues entre des éléments de service d'application FAL prenant en charge les mêmes services. Chaque entité d'application FAL contient au moins l'ASE de relation d'application et un autre élément de service d'application. La Figure 17 illustre un exemple d'ensemble d'éléments de service d'application FAL et leurs relations architecturales. Tous les éléments de service d'application APO suivent cet exemple.



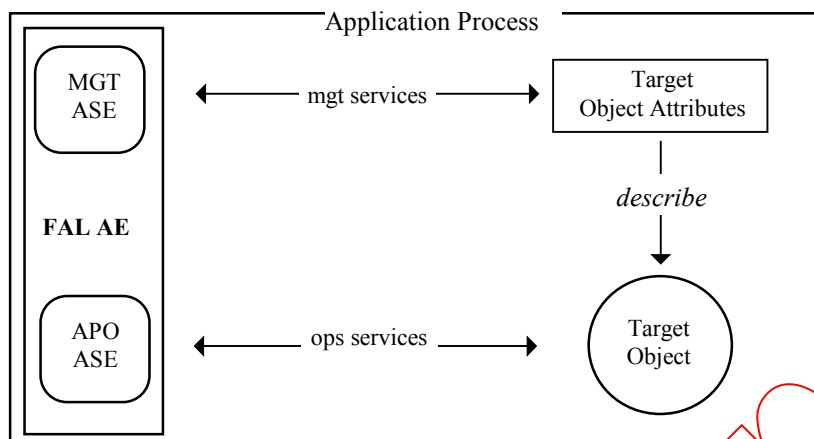
Légende

Anglais	Français
FAL AP	Processus d'application FAL
ASE Requests and Responses	Demandes et réponse d'ASE
AP ASE	ASE de l'AP
Mgt ASE	ASE de gestion
Variable ASE	ASE variable
Event ASE	ASE d'événement
Fnc Inv ASE	ASE fnc inv
Load Reg ASE	ASE Enreg Charge
AR ASE	ASE d'AR
Example FAL AE	Exemple d'entité d'application FAL
Conveyance of APDUs by the AR ASE	Acheminement des APDU par l'ASE d'AR
AR ASE Service Primitives	Primitives de service d'ASE d'AR

Figure 17 – Exemple d'éléments de service d'application FAL

9.3.6.3.2 Élément de service d'application de gestion d'objet

Un élément de service d'application de gestion d'objet particulier peut être spécifié pour la FAL afin d'offrir des services de gestion d'objets. Ses services permettent d'accéder aux attributs d'objet et de créer et supprimer des instances d'objet. Ils permettent également de gérer les objets de processus d'application visibles sur le réseau et accessibles par l'intermédiaire de la FAL. Les services opérationnels spécifiques qui s'appliquent à chaque type d'objet sont spécifiés dans la définition de l'élément de service d'application correspondant au type d'objet. La Figure 18 illustre l'intégration des services de gestion et services opérationnels d'un objet dans le cadre d'un processus d'application.



Légende

Anglais	Français
Application Process	Processus d'application
MGT ASE	Élément de service d'application de gestion
FAL AE	Entité d'application FAL
APO ASE	Élément de service d'application d'APO
mgt services	services de gestion
ops services	services opérationnels
Target Object Attributes	Attributs d'objets cibles
describe	description
Target Object	Objet cible

Figure 18 – Gestion FAL des objets

9.3.6.3.3 ASE de l'AP

Un ASE de l'AP peut être spécifié pour identifier et contrôler les processus d'application FAL. Les attributs définis par l'ASE de l'AP précisent les caractéristiques du processus d'application relatives aux fabricants, et répertorient son contenu et ses capacités.

9.3.6.3.4 ASE d'APO

La FAL précise un ensemble d'ASE avec des services définis pour accéder aux APO d'un AP. Les ASE d'APO définis pour la FAL le sont par chaque modèle de communication.

9.3.6.3.5 ASE d'AR

Un ASE d'AR permet d'établir et de maintenir des relations d'application (AR) utilisées pour acheminer des APDU FAL entre/parmi des processus d'application. Les AR représentent des canaux de communication de couche d'application entre les processus d'application. Les ASE d'AR sont chargés de fournir des services au niveau des points d'extrémité des relations d'application. Les services d'ASE d'AR peuvent être définis pour établir, terminer et annuler des relations d'application, pour acheminer des APDU pour l'entité d'application et pour indiquer l'état local de la relation d'application à l'utilisateur. De plus, des services locaux peuvent être définis pour accéder à certains aspects des points d'extrémité de la relation d'application.

9.3.6.4 Acheminement de service FAL

Les ASE d'APO FAL fournissent des services d'acheminement des demandes et réponses entre les utilisateurs du service et les objets réels.