

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 5-2: Définition des services de la couche application – Eléments de type 2**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40; 35.100.70; 35.110

ISBN 978-2-8322-9264-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
1.1 General.....	9
1.2 Specifications	10
1.3 Conformance	10
2 Normative references	10
3 Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	12
3.1 ISO/IEC 7498-1 terms.....	12
3.2 ISO/IEC 8822 terms.....	13
3.3 ISO/IEC 9545 terms.....	13
3.4 ISO/IEC 8824-1 terms.....	13
3.5 Type 2 fieldbus data-link layer terms.....	13
3.6 Type 2 fieldbus application-layer specific definitions	13
3.7 Type 2 abbreviated terms and symbols	21
3.8 Conventions.....	22
3.8.1 Overview	22
3.8.2 General conventions.....	23
3.8.3 Conventions for class definitions	23
3.8.4 Conventions for service definitions	24
4 Common concepts.....	25
5 Data type ASE.....	25
5.1 General.....	25
5.2 Formal definition of data type objects.....	25
5.3 FAL defined data types	26
5.3.1 Fixed length types	26
5.3.2 String types	31
5.3.3 Structure types	32
5.4 Data type ASE service specification.....	36
6 Communication model specification.....	36
6.1 Concepts	36
6.1.1 General	36
6.1.2 General concepts	36
6.1.3 Relationships between ASEs	37
6.1.4 Naming and addressing	38
6.1.5 Data types	39
6.2 ASEs	46
6.2.1 Object management ASE.....	46
6.2.2 Connection manager ASE.....	154
6.2.3 Connection ASE	172
6.3 ARs	186
6.3.1 Overview	186
6.3.2 UCMM AR formal model	197
6.3.3 Transport AR formal model.....	199
6.3.4 AR ASE services	209
6.4 Summary of FAL classes	217

6.5 Permitted FAL services by AR type	218
Bibliography.....	220
Figure 1 – Overview of ASEs and object classes	38
Figure 2 – Addressing format using MAC, class, instance and attribute IDs	39
Figure 3 – Identity object state transition diagram	60
Figure 4 – Explicit and Implicit Setting interaction	63
Figure 5 – Static Assembly state transition diagram	67
Figure 6 – Dynamic Assembly state transition diagram	68
Figure 7 – Typical timing relationships for acknowledged data production.....	79
Figure 8 – Example of a COS system with two acking devices	80
Figure 9 – Message flow in COS connection – one Connection object, one consumer.....	80
Figure 10 – Message flow in COS connection – multiple consumers	81
Figure 11 – Path Reconfiguration in a ring topology	93
Figure 12 – CPF2 time synchronization offset clock model.....	94
Figure 13 – CPF2 time synchronization system with offset clock model	95
Figure 14 – CPF2 time synchronization group startup sequence	97
Figure 15 – Parameter object state transition diagram	104
Figure 16 – Example of Find_Next_Object_Instance service	130
Figure 17 – Transmission Trigger Timer behavior	180
Figure 18 – Inactivity watchdog timer	181
Figure 19 – Using tools for configuration.....	181
Figure 20 – Production Inhibit Timer behavior.....	182
Figure 21 – Context of transport services within the connection model.....	189
Figure 22 – Application-to-application view of data transfer	189
Figure 23 – Data flow diagram for a link producer	190
Figure 24 – Data flow diagram for a link consumer.....	191
Figure 25 – Triggers	192
Figure 26 – Binding transport instances to the producer and consumer of a transport connection that does not have a reverse data path	193
Figure 27 – Binding transport instances to the producers and consumers of a transport connection that does have a reverse data path	193
Figure 28 – Binding transport instances to the producer and consumers of a multipoint connection when the transport connection does not have a reverse data path	194
Figure 29 – Binding transport instances to the producers and consumers of a multipoint connection when the transport connection does have reverse data paths	194
Table 1 – Valid IANA MIB printer codes for character set selection	35
Table 2 – Common elements	41
Table 3 – ST language elements.....	42
Table 4 – Type conversion operations.....	43
Table 5 – Values of implementation-dependent parameters	45
Table 6 – Extensions to IEC 61131-3:2003	45
Table 7 – Identity object state event matrix.....	61

Table 8 – Static Assembly state event matrix	67
Table 9 – Static Assembly instance attribute access	68
Table 10 – Dynamic Assembly state event matrix	69
Table 11 – Dynamic Assembly instance attribute access.....	69
Table 12 – Message Router object Forward_Open parameters	72
Table 13 – Acknowledge Handler object state event matrix.....	76
Table 14 – Producing I/O application object state event matrix	77
Table 15 – PTPEnable attribute default values.....	84
Table 16 – Profile identification.....	90
Table 17 – Profile default settings and ranges	91
Table 18 – Profile transports.....	91
Table 19 – Default PTP clock settings.....	92
Table 20 – Hand_Set clock quality management.....	92
Table 21 – Path Reconfiguration Signalling message.....	93
Table 22 – Parameter object state event matrix	104
Table 23 – Status codes	107
Table 24 – Get_Attributes_All service parameters.....	109
Table 25 – Set_Attributes_All service parameters	111
Table 26 – Get_Attribute_List service parameters	113
Table 27 – Set_Attribute_List service parameters	115
Table 28 – Reset service parameters.....	117
Table 29 – Start service parameters	119
Table 30 – Stop service parameters.....	120
Table 31 – Create service parameters	122
Table 32 – Delete service parameters.....	124
Table 33 – Get_Attribute_Single service parameters.....	125
Table 34 – Set_Attribute_Single service parameters	127
Table 35 – Find_Next_Object_Instance service parameters	129
Table 36 – NOP service parameters	131
Table 37 – Apply_Attributes service parameters	132
Table 38 – Save service parameters	134
Table 39 – Restore service parameters.....	135
Table 40 – Get_Member service parameters.....	137
Table 41 – Set_Member service parameters	139
Table 42 – Insert_Member service parameters.....	141
Table 43 – Remove_Member service parameters.....	143
Table 44 – Group_Sync service parameters.....	144
Table 45 – Add_AckData_Path service parameters.....	146
Table 46 – Remove_AckData_Path service parameters	147
Table 47 – Get_Enum_String service parameters	148
Table 48 – Symbolic_Translation service parameters.....	150
Table 49 – Flash_LEDs service parameters	151
Table 50 – Multiple_Service_Packet service parameters.....	153

Table 51 – CM_Open service parameters	163
Table 52 – CM_Close service parameters	165
Table 53 – CM_Unconnected_Send service parameters	167
Table 54 – CM_Get_Connection_Data service parameters	168
Table 55 – CM_Search_Connection_Data service parameters	170
Table 56 – CM_Get_Connection_Data service parameters	171
Table 57 – I/O Connection object attribute access	176
Table 58 – Bridged Connection object attribute access	177
Table 59 – Explicit messaging object attribute access	178
Table 60 – Connection_Bind service parameters	184
Table 61 – Service_Name service parameters	185
Table 62 – How production trigger, transport class, and CM_RPI determine when data is produced	188
Table 63 – Transport classes	199
Table 64 – UCMM_Create service parameters	210
Table 65 – UCMM_Delete service parameters	211
Table 66 – UCMM_Write service parameters	212
Table 67 – UCMM_Abort service parameters	213
Table 68 – TR_Write service parameters	214
Table 69 – TR_Trigger service parameters	215
Table 70 – TR_Packet_arrived service parameters	215
Table 71 – TR_Ack_received service parameters	216
Table 72 – TR_Verify service parameters	216
Table 73 – TR_Status_updated service parameters	217
Table 74 – FAL class summary	218
Table 75 – FAL services by AR type	219

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELDBUS SPECIFICATIONS –****Part 5-2: Application layer service definition –
Type 2 elements**

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 the associated protocol type is restricted by its 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 its intellectual-property-right holders.

NOTE Combinations of protocol types are specified in IEC 61784-1 and IEC 61784-2.

International Standard IEC 61158-5-2 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2014. This edition constitutes a technical revision.

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

- addition of a data type in 5.3.2;
- clarifications of Object management ASE in 6.2.1;
- extensions of General ASE in 6.2.1.2.1;
- extensions/clarifications of Identity ASE in 6.2.1.2.2;
- update of Message Router ASE in 6.2.1.2.4;
- extensions/clarifications of Time Sync ASE in 6.2.1.2.6;
- updates of Parameter ASE in 6.2.1.2.7;
- updates of FAL ASE service specification in 6.2.1.3;
- extensions/clarifications of Connection manager ASE in 6.2.2;
- extensions/clarifications of Connection ASE in 6.2.3;
- extensions/clarifications of Application type in 6.3.1.4.5.
- miscellaneous editorial corrections.

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

FDIS	Report on voting
65C/947/FDIS	65C/950/RVD

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

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

A list of all 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.

INTRODUCTION

This document is one of a series produced to facilitate the interconnection of automation system components. It is related to other standards in the set as defined by the “three-layer” fieldbus reference model described in IEC 61158-1.

The application service is provided by the application protocol making use of the services available from the data-link or other immediately lower layer. This document defines the application service characteristics that fieldbus applications and/or system management may exploit.

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, the application layer service defined in this document is a conceptual architectural service, independent of administrative and implementation divisions.

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 5-2: Application layer service definition – Type 2 elements

1 Scope

1.1 General

The fieldbus application layer (FAL) provides user programs with a means to access the fieldbus communication environment. In this respect, the FAL can be viewed as a “window between corresponding application programs.”

This part of IEC 61158 provides common elements for basic time-critical and non-time-critical messaging communications between application programs in an automation environment and material specific to Type 2 fieldbus. 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.

This International Standard defines in an abstract way the externally visible service provided by the Type 2 fieldbus application layer in terms of:

- a) an abstract model for defining application resources (objects) capable of being manipulated by users via the use of the FAL service,
- b) the primitive actions and events of the service;
- c) the parameters associated with each primitive action and event, and the form which they take; and
- d) the interrelationship between these actions and events, and their valid sequences.

The purpose of this document is to define the services provided to:

- a) the FAL user at the boundary between the user and the application layer of the fieldbus reference model, and
- b) Systems Management at the boundary between the application layer and Systems Management of the fieldbus reference model.

This document specifies the structure and services of the Type 2 fieldbus application layer, in conformance with the OSI Basic Reference Model (ISO/IEC 7498-1) and the OSI application layer structure (ISO/IEC 9545).

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 this document to provide access to the FAL to control certain aspects of its operation.

1.2 Specifications

The principal objective of this document is to specify the characteristics of conceptual application layer services suitable for time-critical communications, and thus supplement the OSI Basic Reference Model in guiding the development of application layer protocols for time-critical communications.

A secondary objective is to provide migration paths from previously-existing industrial communications protocols. It is this latter objective which gives rise to the diversity of services standardized as the various Types of IEC 61158, and the corresponding protocols standardized in subparts of IEC 61158-6.

This specification may be used as the basis for formal application programming interfaces. Nevertheless, it is not a formal programming interface, and any such interface will need to address implementation issues not covered by this specification, including

- a) the sizes and octet ordering of various multi-octet service parameters, and
- b) the correlation of paired request and confirm, or indication and response, primitives.

1.3 Conformance

This document does not specify individual implementations or products, nor does it constrain the implementations of application layer entities within industrial automation systems.

There is no conformance of equipment to this application layer service definition standard. Instead, conformance is achieved through implementation of conforming application layer protocols that fulfill the Type 2 application layer services as defined in this document.

2 Normative references

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

NOTE All parts of the IEC 61158 series, as well as 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 list of normative references.

IEC 61131-3:2003¹, *Programmable controllers – Part 3: Programming languages*

IEC 61158-1:2019, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*

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

IEC 61158-3-2:2014/AMD1:2019

IEC 61158-4-2:2019, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-2: Data-link layer protocol specification – Type 2 elements*

¹ A newer edition of this standard has been published, but only the cited edition applies.

IEC 61158-6-2:2019, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-2: Application layer protocol specification – Type 2 elements*

IEC 61588:2009, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems*

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

ISO/IEC 646, *Information technology – ISO 7-bit coded character set for information interchange*

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

ISO/IEC 8859-1, *Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 1: Latin alphabet No. 1*

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

ISO/IEC 10646, *Information technology – Universal Coded Character Set (UCS)*

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

ISO/IEC/IEEE 60559, *Information technology – Microprocessor Systems – Floating-Point arithmetic*

ISO 639-2, *Codes for the representation of names of languages – Part 2: Alpha-3 code*

ISO 8859-1²:1987, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 1: Latin alphabet No. 1*

ISO 8859-2³:1987, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 2: Latin alphabet No. 2*

ISO 8859-3⁴:1988, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 3: Latin alphabet No. 3*

ISO 8859-4⁵:1988, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 4: Latin alphabet No. 4*

ISO 8859-5⁶:1988, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 5: Latin/Cyrillic alphabet*

² A newer edition of this standard has been published by ISO/IEC, but the cited edition is the one used in the referenced IETF standards.

³ A newer edition of this standard has been published by ISO/IEC, but the cited edition is the one used in the referenced IETF standards.

⁴ A newer edition of this standard has been published by ISO/IEC, but the cited edition is the one used in the referenced IETF standards.

⁵ A newer edition of this standard has been published by ISO/IEC, but the cited edition is the one used in the referenced IETF standards.

ISO 8859-6⁷:1987, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 6: Latin/Arabic alphabet*

ISO 8859-7⁸:1987, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 7: Latin/Greek alphabet*

ISO 8859-8⁹:1988, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 8: Latin/Hebrew alphabet*

ISO 8859-9¹⁰:1989, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 9: Latin alphabet No. 5*

ISO 11898:1993¹¹, *Road vehicles – Interchange of digital information – Controller area network (CAN) for high-speed communication*

IETF RFC 1759, *Printer MIB*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

⁶ A newer edition of this standard has been published by ISO/IEC, but the cited edition is the one used in the referenced IETF standards.

⁷ A newer edition of this standard has been published by ISO/IEC, but the cited edition is the one used in the referenced IETF standards.

⁸ A newer edition of this standard has been published by ISO/IEC, but the cited edition is the one used in the referenced IETF standards.

⁹ A newer edition of this standard has been published by ISO/IEC, but the cited edition is the one used in the referenced IETF standards.

¹⁰ A newer edition of this standard has been published by ISO/IEC, but the cited edition is the one used in the referenced IETF standards.

¹¹ A newer edition of this standard has been published, but only the cited edition applies.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	226
INTRODUCTION.....	228
1 Domaine d'application	229
1.1 Généralités	229
1.2 Spécifications	230
1.3 Conformité	230
2 Références normatives	230
3 Termes, définitions, symboles, termes abrégés et conventions.....	232
3.1 Termes de l'ISO/IEC 7498-1	233
3.2 Termes de l'ISO/IEC 8822	233
3.3 Termes de l'ISO/IEC 9545	233
3.4 Termes de l'ISO/IEC 8824-1	233
3.5 Termes pour la couche Liaison de données de bus de terrain de type 2.....	233
3.6 Définitions relatives à la couche application de bus de terrain de type 2	234
3.7 Termes abrégés et symboles de type 2.....	242
3.8 Conventions.....	243
3.8.1 Vue d'ensemble.....	243
3.8.2 Conventions générales	243
3.8.3 Conventions pour les définitions de classe	244
3.8.4 Conventions pour les définitions de service	245
4 Concepts communs	246
5 Élément ASE de type de données.....	246
5.1 Généralités	246
5.2 Définition formelle des objets de type de données	246
5.3 Types de données définis par la couche FAL	247
5.3.1 Types Fixed length (longueur fixe).....	247
5.3.2 Types String (chaîne)	252
5.3.3 Types Structure	253
5.4 Spécification de service de l'élément ASE de type de données	257
6 Spécification de modèle de communication	257
6.1 Concepts	257
6.1.1 Généralités.....	257
6.1.2 Concepts généraux.....	258
6.1.3 Relations entre les ASE.....	258
6.1.4 Dénomination et adressage	261
6.1.5 Types de données	262
6.2 Éléments ASE.....	268
6.2.1 ASE Object Management (gestion d'objets)	268
6.2.2 ASE Connection manager.....	385
6.2.3 ASE Connection	403
6.3 Relations AR.....	418
6.3.1 Vue d'ensemble	418
6.3.2 Modèle formel pour l'AR UCMM.....	434
6.3.3 Modèle formel pour l'AR de transports	436
6.3.4 Services de l'ASE AR	447
6.4 Résumé des classes de FAL.....	455

6.5 Services de FAL autorisés par type d'AR	455
Bibliographie.....	457
Figure 1 – Vue d'ensemble des ASE et des classes d'objets	260
Figure 2 – Format d'adressage utilisant les ID de MAC, de classe, d'instance et d'attribut	261
Figure 3 – Diagramme de transitions d'états pour l'objet Identity.....	284
Figure 4 – Interaction des paramètres explicite et implicite	287
Figure 5 – Diagramme de transitions d'états pour Assembly statique	292
Figure 6 – Diagramme de transitions d'états pour Assembly dynamique	293
Figure 7 – Relations de temporisation types pour la production de données acquittées.....	305
Figure 8 – Exemple de système COS doté de deux appareils d'acquiescement.....	306
Figure 9 – Flux de messages dans la connexion COS (un objet Connection, un consommateur).....	307
Figure 10 – Flux de messages dans la connexion COS (plusieurs consommateurs).....	308
Figure 11 – Reconfiguration de chemin dans une topologie en boucle	322
Figure 12 – Modèle d'horloge de décalage de la synchronisation du temps CPF2	323
Figure 13 – Système de synchronisation du temps CPF2 avec modèle d'horloge de décalage.....	324
Figure 14 – Séquence de démarrage de groupe pour la synchronisation de temps	326
Figure 15 – Diagramme de transitions d'états pour l'objet Parameter	333
Figure 16 – Exemple de service Find_Next_Object_Instance	360
Figure 17 – Transmission Trigger Timer.....	411
Figure 18 – Inactivity/Watchdog Timer	412
Figure 19 – Utilisation d'outils pour la configuration	413
Figure 20 – Comportement du Production Inhibit Timer.....	414
Figure 21 – Contexte des services de transport dans le modèle de connexion	421
Figure 22 – Vue de transfert de données d'une application à une autre application.....	422
Figure 23 – Diagramme de flots de données pour un producteur de liaison.....	424
Figure 24 – Diagramme de flots de données pour un consommateur de liaison.....	425
Figure 25 – Déclencheurs	426
Figure 26 – Liaison d'instances de transport au producteur et au consommateur d'une connexion de transports qui n'a pas de chemin inverse de données.....	428
Figure 27 – Liaison d'instances de transport aux producteurs et aux consommateurs d'une connexion de transports qui a effectivement un chemin inverse de données.....	429
Figure 28 – Liaison d'instances de transport au producteur et aux consommateurs d'une connexion multipoint lorsque la connexion de transports n'a pas de chemin inverse de données.....	430
Figure 29 – Liaison d'instances de transport aux producteurs et aux consommateurs d'une connexion multipoint lorsque la connexion de transports a effectivement des chemins inverses de données	431
Tableau 1 – Codes d'imprimantes IANA MIB valides pour sélection de jeu de caractères.....	256
Tableau 2 – Eléments communs	263
Tableau 3 – Eléments de langue ST	265

Tableau 4 – Opérations de conversion de type	265
Tableau 5 – Valeurs des paramètres dépendant de la mise en œuvre.....	267
Tableau 6 – Extensions à l'IEC 61131-3:2003.....	267
Tableau 7 – Matrice d'événements d'états pour l'objet Identity	285
Tableau 8 – Matrice d'événements d'états pour Assembly statique	292
Tableau 9 – Accès pour les attributs d'instance Assembly statique	293
Tableau 10 – Matrice d'événements d'états pour Assembly dynamique.....	294
Tableau 11 – Accès pour les attributs d'instance Assembly dynamique.....	294
Tableau 12 – Paramètres de Forward_Open de l'objet Message Router.....	297
Tableau 13 – Matrice d'événements d'états de l'objet Acknowledge Handler.....	301
Tableau 14 – Matrice d'événements d'états de l'objet d'application E/S productrice	302
Tableau 15 – Valeurs par défaut de l'attribut PTPEnable	312
Tableau 16 – Identification de profil	318
Tableau 17 – Valeurs de réglages par défaut et plages pour profil	319
Tableau 18 – Transports de profil	319
Tableau 19 – Valeurs de réglage par défaut d'horloge PTP.....	320
Tableau 20 – Gestion de la qualité des horloges Hand_Set	321
Tableau 21 – Message Path Reconfiguration Signalling.....	322
Tableau 22 – Matrice d'événements d'états pour l'objet Parameter	333
Tableau 23 – Codes de statut	336
Tableau 24 – Paramètres du service Get_Attributes_All.....	338
Tableau 25 – Paramètres du service Set_Attributes_All	340
Tableau 26 – Paramètres du service Get_Attribute_List.....	342
Tableau 27 – Paramètres du service Set_Attribute_List	344
Tableau 28 – Paramètres du service Reset.....	346
Tableau 29 – Paramètres du service Start	348
Tableau 30 – Paramètres du service Stop.....	349
Tableau 31 – Paramètres du service Create	351
Tableau 32 – Paramètres du service Delete.....	353
Tableau 33 – Paramètres du service Get_Attribute_Single.....	354
Tableau 34 – Paramètres du service Set_Attribute_Single	356
Tableau 35 – Paramètres du service Find_Next_Object_Instance	358
Tableau 36 – Paramètres du service NOP	361
Tableau 37 – Paramètres du service Apply_Attributes	362
Tableau 38 – Paramètres du service Save	364
Tableau 39 – Paramètres du service Restore.....	365
Tableau 40 – Paramètres du service Get_Member.....	367
Tableau 41 – Paramètres du service Set_Member	369
Tableau 42 – Paramètres du service Insert_Member.....	371
Tableau 43 – Paramètres du service Remove_Member.....	373
Tableau 44 – Paramètres du service Group_Sync.....	374
Tableau 45 – Paramètres du service Add_AckData_Path.....	376
Tableau 46 – Paramètres du service Remove_AckData_Path	377

Tableau 47 – Paramètres du service Get_Enum_String	378
Tableau 48 – Paramètres du service Symbolic_Translation.....	380
Tableau 49 – Paramètres du service Flash_LEDs	381
Tableau 50 – Paramètres du service Multiple_Service_Packet.....	383
Tableau 51 – Paramètres du service CM_Open	394
Tableau 52 – Paramètres du service CM_Close.....	396
Tableau 53 – Paramètres du service CM_Unconnected_Send	398
Tableau 54 – Paramètres du service CM_Get_Connection_Data	399
Tableau 55 – Paramètres du service CM_Search_Connection_Data	401
Tableau 56 – Paramètres du service CM_Get_Connection_Data	402
Tableau 57 – Accès pour les attributs d'objet I/O Connection (Connexion E/S)	407
Tableau 58 – Accès pour les attributs d'objet Bridged Connection (Connexion pontée).....	408
Tableau 59 – Accès pour les attributs d'objet Explicit messaging (Messagerie explicite).....	409
Tableau 60 – Paramètres du service Connection_Bind	416
Tableau 61 – Paramètres du service Service_Name	417
Tableau 62 – Comment le déclencheur de production, la classe de transport et le CM_RPI déterminent le moment où les données sont produites	420
Tableau 63 – Classes de transport.....	436
Tableau 64 – Paramètres du service UCMM_Create	448
Tableau 65 – Paramètres de service UCMM_Delete	449
Tableau 66 – Paramètres de service UCMM_Write	449
Tableau 67 – Paramètres du service UCMM_Abort	451
Tableau 68 – Paramètres du service TR_Write	452
Tableau 69 – Paramètres du service TR_Trigger	452
Tableau 70 – Paramètres du service TR_Packet_arrived	453
Tableau 71 – Paramètres du service TR_Ack_received.....	453
Tableau 72 – Paramètres du service TR_Verify	454
Tableau 73 – Paramètres du service TR_Status_updated	454
Tableau 74 – Résumé des classes de FAL.....	455
Tableau 75 – Services de FAL par type d'AR.....	456

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 5-2: Définition des services de la couche application – Éléments de type 2

AVANT-PROPOS

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

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

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

La Norme internationale IEC 61158-5-2 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automatisation dans les processus industriels.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

- ajout d'un type de données en 5.3.2;
- clarifications de l'ASE Object management en 6.2.1;
- extensions de l'ASE General en 6.2.1.2.1;
- extensions/clarifications de l'ASE Identity en 6.2.1.2.2;
- mise à jour de l'ASE Message Router en 6.2.1.2.4;
- extensions/clarifications de l'ASE Time Sync en 6.2.1.2.6;
- mises à jour de l'ASE Parameter en 6.2.1.2.7;
- mises à jour de la spécification des services des ASE de FAL en 6.2.1.3;
- extensions/clarifications de l'ASE Connection Manager en 6.2.2;
- extensions/clarifications de l'ASE Connection en 6.2.3;
- extensions/clarifications du type d'application en 6.3.1.4.5.
- corrections rédactionnelles diverses.

La présente version bilingue (2021-02) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2019-04.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

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

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 l'IEC 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.

INTRODUCTION

Le présent document s'inscrit dans une série créée pour faciliter l'interconnexion des composants de systèmes d'automatisation. Il renvoie aux autres normes de l'ensemble défini par le modèle de référence de bus de terrain "à trois couches" décrit dans l'IEC 61158-1.

Le protocole d'application fournit le service d'application au moyen des services disponibles au niveau de la couche Liaison de données ou de la couche immédiatement inférieure. Le présent document définit les caractéristiques du service d'application que les applications de bus de terrain et/ou la gestion de système peuvent exploiter.

Dans l'ensemble de normes relatives aux bus de terrain, le terme "service" désigne une capacité abstraite fournie par une couche du modèle de référence de base de l'interconnexion des systèmes ouverts (Open Systems Interconnection, OSI) à la couche immédiatement supérieure. Ainsi, le service de couche application défini dans le présent document est un service architectural conceptuel, indépendant des divisions administratives et de mise en œuvre.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 5-2: Définition des services de la couche application – Eléments de type 2

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La couche application de bus de terrain (Fieldbus Application Layer, FAL) procure aux programmes de l'utilisateur un moyen d'accès à l'environnement de communication des bus de terrain. A cet égard, la FAL peut être considérée comme une "fenêtre entre programmes d'application correspondants".

La présente partie de l'IEC 61158 fournit des éléments communs pour les communications à temps critique ou non entre des programmes d'application dans un environnement et avec un matériel d'automatisme spécifiques aux bus de terrain de type 2. Le terme "à temps critique" signale l'existence d'une fenêtre temporelle dans laquelle une ou plusieurs actions spécifiées doivent être réalisées, avec un niveau de certitude défini. La non-réalisation des actions spécifiées dans la fenêtre temporelle induit un risque de défaillance des applications qui demandent ces actions, avec les risques afférents pour l'équipement, les installations et éventuellement la vie humaine.

La présente Norme internationale définit de manière abstraite le service visible de l'extérieur fourni par la couche application de bus de terrain de type 2 en termes:

- a) de modèle abstrait visant à la définition des ressources d'application (objets) pouvant être manipulées par des utilisateurs utilisant un service FAL;
- b) d'événements et d'actions liés aux primitives du service;
- c) de paramètres associés à chaque événement et action de primitive, ainsi que de forme prise par ces paramètres; et
- d) d'interaction entre ces événements et ces actions, ainsi que de séquences valides desdits événements et actions.

Le présent document vise à définir les services mis en place pour:

- a) l'utilisateur de FAL, à la frontière entre l'utilisateur et la couche application du modèle de référence de bus de terrain; et
- b) la Gestion des systèmes, à la frontière entre la couche application et la Gestion des systèmes selon le modèle de référence de bus de terrain.

Le présent document spécifie la structure et les services de la couche application de bus de terrain de type 2, en conformité avec le modèle de référence de base de l'OSI (ISO/IEC 7498-1) et la structure de la couche application de l'OSI (ISO/IEC 9545).

Les services et protocoles de couche FAL sont fournis par des entités AE de couche FAL contenues dans les processus d'application. L'AE de la FAL se compose d'un jeu d'éléments de service application (Application Service Element, ASE) orientés objet et d'une entité de gestion de couche (Layer Management Entity, LME) qui gère l'AE. Les éléments ASE délivrent des services de communication agissant sur un ensemble de classes d'objets de processus d'application (Application Process Object, APO) associées. L'un des éléments ASE de couche FAL est un élément ASE de gestion qui fournit un ensemble commun de services destinés à la gestion des instances des classes de couche FAL.

Quoique ces services spécifient, du point de vue des applications, les modalités d'émission et de remise des demandes et des réponses, ils ne comprennent pas de spécification du traitement que doivent en faire les applications demandeuse et répondeuse. En d'autres termes, les aspects comportementaux des applications ne sont pas définis; seule une définition des demandes et réponses que ces applications peuvent envoyer/recevoir est établie. Cela laisse une plus grande marge de manœuvre aux utilisateurs de la couche FAL dans la normalisation du comportement de ces objets. Outre ces services, le présent document définit également certains services de soutien donnant accès à la couche FAL dans un but de commande de certains aspects de son fonctionnement.

1.2 Spécifications

Le présent document a pour principal objet de préciser les caractéristiques des services conceptuels de couche application adaptés aux communications à temps critique; elle vise ainsi à compléter le modèle de référence de base OSI en guidant le développement de protocoles de couche application destinés aux communications à temps critique.

Un objectif secondaire consiste à fournir des voies d'évolution à partir des protocoles de communication industriels antérieurs. Ce dernier objectif explique la diversité des services normalisés sous la forme des différents Types IEC 61158, ainsi que celle des protocoles correspondants, normalisés dans les sous-parties de l'IEC 61158-6.

La présente spécification peut être utilisée comme la base pour les interfaces de programmation d'applications (Application Programming-Interfaces) formelles. Cependant, elle ne constitue pas une interface de programmation formelle, et toute interface de ce type devra faire face à des problèmes de mise en œuvre non couverts par la présente spécification, notamment

- a) les dimensions et l'ordre des octets de plusieurs paramètres de service multioctet, et
- b) la corrélation des primitives associées (demande et confirmation, ou indication et réponse).

1.3 Conformité

Le présent document ne définit pas de mises en œuvre ni de produits particuliers, pas plus qu'il ne limite les mises en œuvre des entités de couche application dans les systèmes d'automation industriels.

Il n'existe pas de conformité de l'équipement à la présente norme de définition de service de couche Application. Au contraire, la conformité est obtenue par une mise en œuvre de protocoles conformes de couche application qui satisfont aux services de couche application de type 2 définis dans le présent document.

2 Références normatives

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

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

IEC 61131-3:2003¹, *Automates programmables – Partie 3: Langages de programmation*

¹ Une édition plus récente de cette norme a été publiée, mais seule l'édition citée s'applique.

IEC 61158-1:2019, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 1: Vue d'ensemble et recommandations pour les séries IEC 61158 et IEC 61784*

IEC 61158-3-2:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-2: Définition des services de la couche liaison de données – Eléments de type 2*

IEC 61158-3-2:2014/AMD1:2019

IEC 61158-4-2:2019, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 4-2: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Eléments de type 2*

IEC 61158-6-2:2019, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-2: Spécification du protocole de la couche application – Eléments de type 2*

IEC 61588:2009, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems* (disponible en anglais seulement)

IEC 61784-3-2, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 3-2: Bus de terrain de sécurité fonctionnelle – Spécifications supplémentaires pour CPF 2*

ISO/IEC 646, *Technologies de l'information – Jeu ISO de caractères codés à 7 éléments pour l'échange d'information*

ISO/IEC 7498-1, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de référence de base: Le modèle de base*

ISO/IEC 8859-1, *Technologies de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 1 Alphabet latin n° 1*

ISO/IEC 9545, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Structure de la couche Application*

ISO/IEC 10646, *Technologies de l'information – Jeu universel de caractères codés (JUC)*

ISO/IEC 10731, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de Référence de Base – Conventions pour la définition des services OSI*

ISO/IEC/IEEE 60559, *Technologies de l'information – Systèmes de microprocesseurs – Arithmétique flottante*

ISO 639-2, *Codes pour la représentation des noms de langue – Partie 2: Code alpha-3*

ISO 8859-1²:1987, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 1: Alphabet latin n° 1*

ISO 8859-2³:1987, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 2: Alphabet latin n° 2*

² Une version plus récente de cette norme a été publiée par ISO/IEC, mais l'édition citée s'applique aux normes IETF référencées.

³ Une version plus récente de cette norme a été publiée par ISO/IEC, mais l'édition citée s'applique aux normes IETF référencées.

ISO 8859-3⁴:1988, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 3: Alphabet latin n° 3*

ISO 8859-4⁵:1988, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 4: Alphabet latin n° 4*

ISO 8859-5⁶:1988, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 5: Alphabet latin/cyrillique*

ISO 8859-6⁷:1987, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 6: Alphabet latin/arabe*

ISO 8859-7⁸:1987, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 7: Alphabet latin/grec*

ISO 8859-8⁹:1988, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 8: Alphabet latin/hébreu*

ISO 8859-9¹⁰:1989, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 9: Alphabet latin n° 5*

ISO 11898:1993¹¹, *Véhicules routiers – Echange d'information numérique – Gestionnaire de réseau de communication à vitesse élevée (CAN)*

IETF RFC 1759, *Printer MIB*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [consultée le 04/09/2018]

4 Une version plus récente de cette norme a été publiée par ISO/IEC, mais l'édition citée s'applique aux normes IETF référencées.

5 Une version plus récente de cette norme a été publiée par ISO/IEC, mais l'édition citée s'applique aux normes IETF référencées.

6 Une version plus récente de cette norme a été publiée par ISO/IEC, mais l'édition citée s'applique aux normes IETF référencées.

7 Une version plus récente de cette norme a été publiée par ISO/IEC, mais l'édition citée s'applique aux normes IETF référencées.

8 Une version plus récente de cette norme a été publiée par ISO/IEC, mais l'édition citée s'applique aux normes IETF référencées.

9 Une version plus récente de cette norme a été publiée par ISO/IEC, mais l'édition citée s'applique aux normes IETF référencées.

10 Une version plus récente de cette norme a été publiée par ISO/IEC, mais l'édition citée s'applique aux normes IETF référencées.

11 Une édition plus récente de cette norme a été publiée, mais seule l'édition citée s'applique.