



# 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 – Éléments de type 2**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 25.040.40, 35.100.70, 35.110

ISBN 978-2-8322-7775-1

**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.....	13
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 .....	14
3.7 Type 2 abbreviated terms and symbols .....	22
3.8 Conventions.....	23
3.8.1 Overview .....	23
3.8.2 General conventions.....	23
3.8.3 Conventions for class definitions .....	24
3.8.4 Conventions for service definitions .....	25
4 Common concepts.....	26
5 Data type ASE.....	26
5.1 General.....	26
5.2 Formal definition of data type objects.....	26
5.3 FAL defined data types .....	26
5.3.1 Fixed length types .....	26
5.3.2 String types .....	33
5.3.3 Structure types .....	34
5.4 Data type ASE service specification.....	37
6 Communication model specification.....	37
6.1 Concepts .....	37
6.1.1 General .....	37
6.1.2 General concepts .....	38
6.1.3 Relationships between ASEs .....	38
6.1.4 Naming and addressing .....	40
6.1.5 Data types.....	41
6.1.6 Diagnostic connection points .....	48
6.2 ASEs .....	49
6.2.1 Object management ASE.....	49
6.2.2 Connection manager ASE.....	175
6.2.3 Connection ASE .....	193
6.3 ARs .....	207
6.3.1 Overview .....	207
6.3.2 UCMM AR formal model .....	218
6.3.3 Transport AR formal model.....	220
6.3.4 AR ASE services .....	230

6.4	Summary of FAL classes .....	237
6.5	Permitted FAL services by AR type .....	238
	Bibliography.....	240
	Figure 1 – Overview of ASEs and object classes.....	40
	Figure 2 – Addressing format using MAC, class, instance and attribute IDs .....	40
	Figure 3 – Identity object state transition diagram .....	67
	Figure 4 – Explicit and Implicit Setting interaction .....	70
	Figure 5 – Static Assembly state transition diagram .....	75
	Figure 6 – Dynamic Assembly state transition diagram .....	76
	Figure 7 – Variable Assembly state transition diagram .....	78
	Figure 8 – Typical timing relationships for acknowledged data production.....	89
	Figure 9 – Example of a COS system with two acking devices .....	89
	Figure 10 – Message flow in COS connection – one Connection object, one consumer.....	90
	Figure 11 – Message flow in COS connection – multiple consumers .....	90
	Figure 12 – Path Reconfiguration in a ring topology .....	103
	Figure 13 – Doubly attached clocks in a PRP network.....	104
	Figure 14 – Type 2 Time Synchronization offset clock model .....	106
	Figure 15 – Type 2 Time Synchronization system with offset clock model .....	106
	Figure 16 – Type 2 time synchronization group startup sequence .....	109
	Figure 17 – Parameter object state transition diagram .....	115
	Figure 18 – Example of Find_Next_Object_Instance service .....	141
	Figure 19 – State Transition Diagram for Fragmentation Session.....	172
	Figure 20 – Transmission Trigger Timer behavior .....	201
	Figure 21 – Inactivity watchdog timer .....	202
	Figure 22 – Using tools for configuration.....	202
	Figure 23 – Production Inhibit Timer behavior .....	203
	Figure 24 – Context of transport services within the connection model.....	210
	Figure 25 – Application-to-application view of data transfer .....	210
	Figure 26 – Data flow diagram for a link producer .....	211
	Figure 27 – Data flow diagram for a link consumer.....	212
	Figure 28 – Triggers .....	213
	Figure 29 – Binding transport instances to the producer and consumer of a transport connection that does not have a reverse data path .....	214
	Figure 30 – Binding transport instances to the producers and consumers of a transport connection that does have a reverse data path .....	214
	Figure 31 – Binding transport instances to the producer and consumers of a multipoint connection when the transport connection does not have a reverse data path .....	215
	Figure 32 – Binding transport instances to the producers and consumers of a multipoint connection when the transport connection does have reverse data paths.....	215
	Table 1 – Valid IANA MIB printer codes for character set selection .....	36
	Table 2 – Common elements .....	43
	Table 3 – ST language elements.....	44
	Table 4 – Type conversion operations.....	45

Table 5 – Values of implementation-dependent parameters .....	47
Table 6 – Extensions to IEC 61131-3:2003 .....	47
Table 7 – Identity object state event matrix .....	68
Table 8 – Static Assembly state event matrix .....	76
Table 9 – Static Assembly instance attribute access .....	76
Table 10 – Dynamic Assembly state event matrix .....	77
Table 11 – Dynamic Assembly instance attribute access .....	77
Table 12 – Variable Assembly state event matrix .....	78
Table 13 – Variable Assembly instance attribute access .....	78
Table 14 – Message Router object Forward_Open parameters .....	82
Table 15 – Acknowledge Handler object state event matrix .....	85
Table 16 – Producing I/O application object state event matrix .....	87
Table 17 – PTPEnable attribute default values .....	94
Table 18 – Profile identification .....	101
Table 19 – Profile default settings and ranges .....	101
Table 20 – Default PTP clock settings .....	102
Table 21 – HAND set clock quality management .....	103
Table 22 – Path Reconfiguration Signalling message .....	104
Table 23 – Parameter object state event matrix .....	116
Table 24 – Status codes .....	118
Table 25 – Get_Attributes_All service parameters .....	120
Table 26 – Set_Attributes_All service parameters .....	122
Table 27 – Get_Attribute_List service parameters .....	124
Table 28 – Set_Attribute_List service parameters .....	126
Table 29 – Reset service parameters .....	128
Table 30 – Start service parameters .....	130
Table 31 – Stop service parameters .....	131
Table 32 – Create service parameters .....	133
Table 33 – Delete service parameters .....	135
Table 34 – Get_Attribute_Single service parameters .....	136
Table 35 – Set_Attribute_Single service parameters .....	138
Table 36 – Find_Next_Object_Instance service parameters .....	140
Table 37 – NOP service parameters .....	142
Table 38 – Apply_Attributes service parameters .....	143
Table 39 – Save service parameters .....	145
Table 40 – Restore service parameters .....	146
Table 41 – Get_Member service parameters .....	148
Table 42 – Set_Member service parameters .....	150
Table 43 – Insert_Member service parameters .....	151
Table 44 – Remove_Member service parameters .....	153
Table 45 – Group_Sync service parameters .....	154
Table 46 – Add_AckData_Path service parameters .....	156
Table 47 – Remove_AckData_Path service parameters .....	157

Table 48 – Get_Enum_String service parameters .....	158
Table 49 – Symbolic_Translation service parameters.....	160
Table 50 – Flash_LEDs service parameters .....	161
Table 51 – Multiple_Service_Packet service parameters.....	163
Table 52 – Get_Connection_Point_Member_List service parameters .....	165
Table 53 – Send_Receive_Fragment service parameters.....	167
Table 54 – Fragmentation Session Manager Event/Activity Matrix.....	171
Table 55 – Fragmentation State Event Matrix.....	172
Table 56 – CM_Open service parameters .....	184
Table 57 – CM_Close service parameters.....	186
Table 58 – CM_Unconnected_Send service parameters .....	188
Table 59 – CM_Get_Connection_Data service parameters.....	189
Table 60 – CM_Search_Connection_Data service parameters .....	190
Table 61 – CM_Get_Connection_Data service parameters.....	192
Table 62 – I/O Connection object attribute access .....	197
Table 63 – Bridged Connection object attribute access .....	198
Table 64 – Explicit messaging object attribute access.....	199
Table 65 – Connection_Bind service parameters .....	204
Table 66 – Service_Name service parameters .....	206
Table 67 – How production trigger, transport class, and CM_RPI determine when data is produced.....	209
Table 68 – Transport classes .....	220
Table 69 – UCMM_Create service parameters .....	231
Table 70 – UCMM_Delete service parameters .....	232
Table 71 – UCMM_Write service parameters .....	232
Table 72 – UCMM_Abort service parameters .....	234
Table 73 – TR_Write service parameters .....	234
Table 74 – TR_Trigger service parameters .....	235
Table 75 – TR_Packet_arrived service parameters .....	236
Table 76 – TR_Ack_received service parameters.....	236
Table 77 – TR_Verify service parameters .....	237
Table 78 – FAL class summary .....	237
Table 79 – FAL services by AR type .....	238

## 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 the IEC 61784-1 series and the IEC 61784-2 series.

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

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2019. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) update of normative and bibliographic references;
- b) new STIME, UTIME and NTIME data types in 5.3.1.5;
- c) updated list of managements objects in 6.1.3;
- d) new attributes and services for the ASE general formal model in 6.2.1.2.1, 6.2.1.3 and 6.5;
- e) clarifications, new attributes and services for the Identity ASE in 6.2.1.2.2;
- f) clarifications, new attributes and other extensions for the Assembly ASE in 6.2.1.2.3;
- g) new attributes and services for the Message Router ASE in 6.2.1.2.4;
- h) addition of missing class attributes for the Acknowledge Handler ASE in 6.2.1.2.5;
- i) clarifications, new attributes and services for the Time Sync ASE in 6.2.1.2.6;
- j) addition of missing class attributes for the Parameter ASE in 6.2.1.2.7;
- k) clarifications of service parameters, status codes and procedures in 6.2.1.3;
- l) addition of a new service for the Message Router ASE in 6.2.1.3;
- m) clarifications and new services for the Connection Manager ASE in 6.2.2;
- n) clarifications and new services for the Connection ASE in 6.2.3;
- o) removal of obsoleted transport options and related services in 6.3.3;
- p) removal of all references to CPF and CPs (material moved to profile documents);
- q) miscellaneous editorial corrections.

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

Draft	Report on voting
65C/1203/FDIS	65C/1244/RVD

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

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

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

## INTRODUCTION

This part of IEC 61158 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 can 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 document defines in an abstract way the externally visible service provided by the Type 2 fieldbus application layer in terms of:

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

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

- the FAL user at the boundary between the user and the application layer of the fieldbus reference model; and
- 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 document can 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 the IEC 61784-1 series and the IEC 61784-2 series are maintained simultaneously. Cross -references to these documents within the text therefore refer to the editions as dated in this list of normative references.

IEC 61131-3:2003<sup>1</sup>, *Programmable controllers – Part 3: Programming languages*

IEC 61158-1:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*

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

---

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

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

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

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

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

IEC 62439-3:2016, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR)*

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

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 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 8601-1, *Date and time – Representations for information interchange – Part 1: Basic rules*

ISO 8859-1<sup>2</sup>:1987, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 1: Latin alphabet No. 1*

ISO 8859-2<sup>3</sup>:1987, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 2: Latin alphabet No. 2*

---

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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 8859-3<sup>4</sup>:1988, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 3: Latin alphabet No. 3*

ISO 8859-4<sup>5</sup>:1988, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 4: Latin alphabet No. 4*

ISO 8859-5<sup>6</sup>:1988, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 5: Latin/Cyrillic alphabet*

ISO 8859-6<sup>7</sup>:1987, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 6: Latin/Arabic alphabet*

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

ISO 8859-8<sup>9</sup>:1988, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 8: Latin/Hebrew alphabet*

ISO 8859-9<sup>10</sup>:1989, *Information processing – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 9: Latin alphabet No. 5*

ISO 11898-1:2015, *Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 1: Data link layer and physical signalling*

IETF RFC 1759, R. Smith, F. Wright, T. Hastings, S. Zilles, J. Gyllenskog, *Printer MIB*, March 1995, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1759> [viewed 2022-02-18]

---

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> 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.

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> 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.

<sup>9</sup> 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.

<sup>10</sup> 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.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	246
INTRODUCTION.....	248
1 Domaine d'application .....	249
1.1 Généralités .....	249
1.2 Spécifications .....	250
1.3 Conformité .....	250
2 Références normatives .....	250
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions .....	253
3.1 Termes de l'ISO/IEC 7498-1 .....	253
3.2 Termes de l'ISO/IEC 8822 .....	253
3.3 Termes de l'ISO/IEC 9545 .....	253
3.4 Termes de l'ISO/IEC 8824-1 .....	253
3.5 Termes pour la couche liaison de données de bus de terrain de type 2.....	254
3.6 Définitions relatives à la couche application de bus de terrain de type 2 .....	254
3.7 Abréviations et symboles de type 2.....	262
3.8 Conventions.....	264
3.8.1 Vue d'ensemble.....	264
3.8.2 Conventions générales .....	264
3.8.3 Conventions pour les définitions de classe .....	264
3.8.4 Conventions pour les définitions de service .....	265
4 Concepts communs .....	267
5 Élément ASE de type de données.....	267
5.1 Généralités .....	267
5.2 Définition formelle des objets de type de données .....	267
5.3 Types de données définis par la couche FAL .....	267
5.3.1 Types Fixed length (longueur fixe).....	267
5.3.2 Types String (chaîne) .....	274
5.3.3 Types Structure .....	275
5.4 Spécification de service de l'élément ASE de type de données .....	278
6 Spécification de modèle de communication .....	278
6.1 Concepts .....	278
6.1.1 Généralités.....	278
6.1.2 Concepts généraux.....	279
6.1.3 Relations entre les ASE.....	279
6.1.4 Dénomination et adressage .....	282
6.1.5 Types de données .....	283
6.1.6 Points de connexion de diagnostic.....	290
6.2 Éléments ASE.....	291
6.2.1 ASE Object Management (gestion d'objets).....	291
6.2.2 ASE Connection manager.....	432
6.2.3 ASE Connection .....	451
6.3 Relations AR.....	467
6.3.1 Vue d'ensemble.....	467
6.3.2 Modèle formel pour l'AR UCMM.....	481
6.3.3 Modèle formel pour l'AR de transports.....	484
6.3.4 Services de l'ASE AR .....	495

6.4	Résumé des classes de FAL .....	502
6.5	Services de FAL autorisés par type d'AR .....	503
	Bibliographie.....	505
	Figure 1 – Vue d'ensemble des ASE et des classes d'objets.....	281
	Figure 2 – Format d'adressage utilisant les ID de MAC, de classe, d'instance et d'attribut .....	282
	Figure 3 – Diagramme de transitions d'états pour l'objet Identity.....	311
	Figure 4 – Interaction des paramètres explicite et implicite .....	315
	Figure 5 – Diagramme de transitions d'états pour Assembly statique .....	321
	Figure 6 – Diagramme de transitions d'états pour Assembly dynamique .....	323
	Figure 7 – Diagramme de transitions d'états pour Assembly variable .....	325
	Figure 8 – Relations de temporisation types pour la production de données acquittées.....	338
	Figure 9 – Exemple de système COS doté de deux appareils d'acquiescement.....	339
	Figure 10 – Flux de messages dans la connexion COS (un objet Connection, un consommateur).....	340
	Figure 11 – Flux de messages dans la connexion COS (plusieurs consommateurs).....	341
	Figure 12 – Reconfiguration de chemin dans une topologie en boucle .....	356
	Figure 13 – Horloges à double jonction dans un réseau PRP .....	357
	Figure 14 – Modèle d'horloge de décalage de la synchronisation temporelle de type 2 .....	359
	Figure 15 – Système de synchronisation temporelle de type 2 avec modèle d'horloge de décalage.....	360
	Figure 16 – Séquence de démarrage de groupe pour la synchronisation temporelle de type 2 .....	363
	Figure 17 – Diagramme de transitions d'états pour l'objet Parameter.....	370
	Figure 18 – Exemple de service Find_Next_Object_Instance .....	397
	Figure 19 – Diagramme de transition d'états de la session de fragmentation .....	428
	Figure 20 – Comportement du Transmission Trigger Timer .....	460
	Figure 21 – Inactivity/Watchdog Timer .....	461
	Figure 22 – Utilisation d'outils pour la configuration .....	462
	Figure 23 – Comportement du Production Inhibit Timer.....	463
	Figure 24 – Contexte des services de transport dans le modèle de connexion .....	470
	Figure 25 – Vue de transfert de données d'une application à une autre application.....	471
	Figure 26 – Diagramme de flots de données pour un producteur de liaison.....	472
	Figure 27 – Diagramme de flots de données pour un consommateur de liaison.....	474
	Figure 28 – Déclencheurs .....	475
	Figure 29 – Liaison d'instances de transport au producteur et au consommateur d'une connexion de transports qui n'a pas de chemin inverse de données .....	476
	Figure 30 – Liaison d'instances de transport aux producteurs et aux consommateurs d'une connexion de transports qui a effectivement un chemin inverse de données.....	477
	Figure 31 – 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.....	478
	Figure 32 – 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 .....	479

Tableau 1 – Codes d'imprimantes IANA MIB valides pour sélection de jeu de caractères.....	277
Tableau 2 – Éléments communs .....	285
Tableau 3 – Éléments de langue ST .....	286
Tableau 4 – Opérations de conversion de type .....	287
Tableau 5 – Valeurs des paramètres dépendant de la mise en œuvre.....	289
Tableau 6 – Extensions à l'IEC 61131-3:2003.....	290
Tableau 7 – Matrice d'événements d'états pour l'objet Identity.....	312
Tableau 8 – Matrice d'événements d'états pour Assembly statique .....	322
Tableau 9 – Accès pour les attributs d'instance Assembly statique .....	322
Tableau 10 – Matrice d'événements d'états pour Assembly dynamique.....	324
Tableau 11 – Accès pour les attributs d'instance Assembly dynamique.....	324
Tableau 12 – Matrice d'événements d'états pour Assembly variable .....	326
Tableau 13 – Accès pour les attributs d'instance Assembly variable .....	326
Tableau 14 – Paramètres de Forward_Open de l'objet Message Router .....	330
Tableau 15 – Matrice d'événements d'états de l'objet Acknowledge Handler.....	333
Tableau 16 – Matrice d'événements d'états de l'objet d'application E/S productrice .....	335
Tableau 17 – Valeurs par défaut de l'attribut PTPEnable .....	345
Tableau 18 – Identification de profil .....	353
Tableau 19 – Valeurs de réglages par défaut et plages pour profil .....	353
Tableau 20 – Valeurs de réglage par défaut d'horloge PTP.....	354
Tableau 21 – Gestion de la qualité des horloges HAND Set.....	355
Tableau 22 – Message Path Reconfiguration Signalling .....	356
Tableau 23 – Matrice d'événements d'états pour l'objet Parameter .....	370
Tableau 24 – Codes de statut .....	373
Tableau 25 – Paramètres du service Get_Attributes_All.....	375
Tableau 26 – Paramètres du service Set_Attributes_All .....	377
Tableau 27 – Paramètres du service Get_Attribute_List.....	379
Tableau 28 – Paramètres du service Set_Attribute_List .....	381
Tableau 29 – Paramètres du service Reset.....	383
Tableau 30 – Paramètres du service Start .....	385
Tableau 31 – Paramètres du service Stop.....	386
Tableau 32 – Paramètres du service Create .....	388
Tableau 33 – Paramètres du service Delete.....	390
Tableau 34 – Paramètres du service Get_Attribute_Single.....	391
Tableau 35 – Paramètres du service Set_Attribute_Single .....	393
Tableau 36 – Paramètres du service Find_Next_Object_Instance .....	395
Tableau 37 – Paramètres du service NOP .....	398
Tableau 38 – Paramètres du service Apply_Attributes .....	399
Tableau 39 – Paramètres du service Save .....	401
Tableau 40 – Paramètres du service Restore.....	402
Tableau 41 – Paramètres du service Get_Member .....	404

Tableau 42 – Paramètres du service Set_Member .....	406
Tableau 43 – Paramètres du service Insert_Member.....	407
Tableau 44 – Paramètres du service Remove_Member.....	409
Tableau 45 – Paramètres du service Group_Sync.....	410
Tableau 46 – Paramètres du service Add_AckData_Path.....	412
Tableau 47 – Paramètres du service Remove_AckData_Path .....	413
Tableau 48 – Paramètres du service Get_Enum_String .....	414
Tableau 49 – Paramètres du service Symbolic_Translation.....	416
Tableau 50 – Paramètres du service Flash_LEDs .....	417
Tableau 51 – Paramètres du service Multiple_Service_Packet.....	419
Tableau 52 – Paramètres du service Get_Connection_Point_Member_List .....	421
Tableau 53 – Paramètres du service Send_Receive_Fragment.....	423
Tableau 54 – Matrice d'événement/activité de Fragmentation Session Manager .....	427
Tableau 55 – Matrice d'événements d'états de fragmentation .....	429
Tableau 56 – Paramètres du service CM_Open .....	442
Tableau 57 – Paramètres du service CM_Close.....	444
Tableau 58 – Paramètres du service CM_Unconnected_Send .....	446
Tableau 59 – Paramètres du service CM_Get_Connection_Data .....	447
Tableau 60 – Paramètres du service CM_Search_Connection_Data .....	448
Tableau 61 – Paramètres du service CM_Get_Connection_Data .....	450
Tableau 62 – Accès pour les attributs d'objet I/O Connection (Connexion E/S) .....	456
Tableau 63 – Accès pour les attributs d'objet Bridged Connection (Connexion pontée).....	457
Tableau 64 – Accès pour les attributs d'objet Explicit messaging (Messagerie explicite).....	458
Tableau 65 – Paramètres du service Connection_Bind .....	464
Tableau 66 – Paramètres du service Service_Name .....	466
Tableau 67 – Comment le déclencheur de production, la classe de transport et le CM_RPI déterminent le moment où les données sont produites .....	469
Tableau 68 – Classes de transport.....	484
Tableau 69 – Paramètres du service UCMM_Create.....	495
Tableau 70 – Paramètres de service UCMM_Delete .....	496
Tableau 71 – Paramètres de service UCMM_Write .....	497
Tableau 72 – Paramètres du service UCMM_Abort.....	499
Tableau 73 – Paramètres du service TR_Write .....	499
Tableau 74 – Paramètres du service TR_Trigger .....	500
Tableau 75 – Paramètres du service TR_Packet_arrived .....	500
Tableau 76 – Paramètres du service TR_Ack_received.....	501
Tableau 77 – Paramètres du service TR_Verify .....	502
Tableau 78 – Résumé des classes de FAL.....	502
Tableau 79 – Services de FAL par type d'AR.....	503

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

L'attention est attirée sur le fait que l'utilisation 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 autorisées explicitement par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle pour ce type.

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

L'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 automation dans les processus industriels. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2019. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) mise à jour des références normatives et bibliographiques;
- b) nouveaux types de données STIME, UTIME et NTIME dans 5.3.1.5;
- c) mise à jour de la liste des objets de gestion en 6.1.3;
- d) nouveaux attributs et services pour le modèle formel général de l'ASE en 6.2.1.2.1, 6.2.1.3 et 6.5;
- e) clarifications, nouveaux attributs et services pour l'ASE Identity en 6.2.1.2.2;
- f) clarifications, nouveaux attributs et autres extensions pour l'ASE Assembly en 6.2.1.2.3;
- g) nouveaux attributs et services pour l'ASE Message Router en 6.2.1.2.4;
- h) ajout d'attributs de classe manquants pour l'ASE Acknowledge Handler en 6.2.1.2.5;
- i) clarifications, nouveaux attributs et services pour l'ASE Time Sync en 6.2.1.2.6;
- j) ajout d'attributs de classe manquants pour le Parameter ASE dans 6.2.1.2.7;
- k) clarifications des paramètres de service, des codes de statut et des procédures en 6.2.1.3;
- l) ajout d'un nouveau service pour l'ASE Message Router en 6.2.1.3;
- m) clarifications et nouveaux services pour l'ASE Connection Manager en 6.2.2;
- n) clarifications et nouveaux services pour l'ASE Connection en 6.2.3;
- o) suppression des options de transport obsolètes et des services associés en 6.3.3;
- p) suppression de toutes les références au CPF et aux CP (éléments déplacés dans les documents sur les profils);
- q) corrections rédactionnelles diverses.

La présente version bilingue (2023-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2023-03.

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

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

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*, se trouve sur le site Web de l'IEC.

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

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

## INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 61158 fait partie d'une série produite pour faciliter l'interconnexion des composants des systèmes d'automatisation. Elle est liée aux autres normes de l'ensemble tel que 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 des services d'application que les applications à bus de terrain et/ou la gestion de systèmes peuvent exploiter.

Dans cet ensemble de normes relatives aux bus de terrain, le terme "service" désigne la capacité abstraite fournie par une couche du modèle de référence de base de l'OSI à la couche située juste au-dessus. 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.

## RESEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

### Partie 5-2: Définition des services de la couche application – Éléments 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. À cet égard, la FAL peut être vue comme une "fenêtre entre des programmes d'application correspondants".

La présente partie de l'IEC 61158 fournit des éléments communs pour les communications prioritaires ou non entre des programmes d'application dans un environnement et avec un matériel d'automatisation spécifiques aux bus de terrain de type 2. Le terme "prioritaire" 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.

Le présent document définit de manière abstraite les caractéristiques visibles en externe offertes par la couche application de bus de terrain de type 2 en matière:

- de modèle abstrait visant à la définition des ressources d'application (objets) qui peuvent être manipulées par des utilisateurs utilisant un service FAL;
- d'événements et d'actions liés aux primitives du service;
- de paramètres associés à chaque événement et action de primitive, ainsi que de forme prise par ces paramètres; et
- 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:

- l'utilisateur de FAL; à la frontière entre l'utilisateur et la couche application du modèle de référence de bus de terrain; et
- 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 prioritaires; il vise ainsi à compléter le modèle de référence de base de l'OSI en guidant le développement de protocoles de couche application destinés aux communications prioritaires.

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 de l'IEC 61158, ainsi que celle des protocoles correspondants, normalisés dans les sous-parties de l'IEC 61158-6.

Le présent document peut être utilisé comme la base pour les interfaces de programmation d'applications formelles. Cependant, il 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'automatisation 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 la série IEC 61784-1 et la série IEC 61784-2, font l'objet d'une maintenance simultanée. Les références croisées à ces documents dans le texte se rapportent par conséquent aux éditions datées dans la présente liste de références normatives.

IEC 61131-3:2003<sup>1</sup>, *Automates programmables – Partie 3: Langages de programmation*

IEC 61158-1:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 1: Vue d'ensemble et recommandations pour les séries IEC 61158 et IEC 61784*

---

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

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

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

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

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

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

IEC 62439-3:2016, *Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation – Partie 3: Protocole de redondance en parallèle (PRP) et redondance transparente de haute disponibilité (HSR)*

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

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 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 8601-1, *Date et heure – Représentations pour l'échange d'information – Partie 1: Règles de base*

ISO 8859-1<sup>2</sup>:1987, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 1: Alphabet latin n° 1*

---

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

ISO 8859-2<sup>3</sup>:1987, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 2: Alphabet latin n° 2*

ISO 8859-3<sup>4</sup>:1988, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 3: Alphabet latin n° 3*

ISO 8859-4<sup>5</sup>:1988, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 4: Alphabet latin n° 4*

ISO 8859-5<sup>6</sup>:1988, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 5: Alphabet latin/cyrillique*

ISO 8859-6<sup>7</sup>:1987, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 6: Alphabet latin/arabe*

ISO 8859-7<sup>8</sup>:1987, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 7: Alphabet latin/grec*

ISO 8859-8<sup>9</sup>:1988, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 8: Alphabet latin/hébreu*

ISO 8859-9<sup>10</sup>:1989, *Traitement de l'information – Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet – Partie 9: Alphabet latin n° 5*

ISO 11898-1:2015, *Véhicules routiers – Gestionnaire de réseau de communication (CAN) – Partie 1: Couche liaison de données et signalisation physique*

IETF RFC 1759, R. Smith, F. Wright, T. Hastings, S. Zilles, J. Gyllenskog, *Printer MIB*, mars 1995, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1759> [consulté le 18/02/2022]

---

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

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

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

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

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

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

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

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