



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 6-27: Application layer protocol specification – Type 27 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 6-27: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de
type 27**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.040

ISBN 978-2-8322-6620-5

**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.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
1.1 General.....	10
1.2 Specifications	10
1.3 Conformance	11
2 Normative references	11
3 Terms, definitions, abbreviated terms, symbols and conventions	12
3.1 Referenced terms and definitions.....	12
3.1.1 Terms and definitions from ISO/IEC 7498-1	12
3.1.2 Terms and definitions from ISO/IEC 9545	12
3.1.3 Terms and definitions from ISO/IEC 8824-1	13
3.1.4 Terms and definitions from ISO/IEC 10731	13
3.1.5 Terms and definitions from ISO/IEC 19501	13
3.2 Additional terms and definitions	13
3.3 Abbreviations and symbols	22
3.4 Conventions.....	24
3.4.1 General conventions.....	24
3.4.2 PDU data type conventions.....	24
3.4.3 State machine conventions	24
4 Abstract syntax.....	26
4.1 General.....	26
4.2 Basic Data types.....	27
4.3 FAL PDU types	28
4.3.1 General	28
4.3.2 Top of APDU types: _APDU.....	31
4.3.3 PDUs for field system management service	31
4.3.4 Detailed definitions of _FID-PDUs	34
4.3.5 PDUs for field device control service	48
4.3.6 PDUs for message service.....	57
4.4 Detailed definitions of _FDCService-PDUs.....	58
4.4.1 Enhanced PDU type	58
4.5 Device profile.....	72
5 Transfer syntax.....	72
5.1 Concepts	72
5.2 Encode rules.....	73
5.2.1 INTEGER and its subtypes	73
5.2.2 REAL type and its subtypes	74
5.2.3 BIT STRING type.....	76
5.2.4 OCTET STRING type and IA5String type	77
5.2.5 NULL type	77
5.2.6 Structure type and Array type	77
6 Structure of FAL protocol state machine	78
7 AP-context state machine (APC SM)	80
7.1 Overview.....	80
7.2 State descriptions	81

7.3	Triggering events	81
7.4	Action descriptions at state transitions	82
8	FAL service protocol machines (FSPM)	84
8.1	Overview	84
8.2	RT Protocol Machine (RT PM)	84
8.2.1	Link layer discovery	84
8.2.2	MAC bridges	84
8.2.3	Virtual bridges	105
8.2.4	IP suite	105
8.2.5	DLL mapping protocol machine (DMPM)	105
8.3	Field System Management Protocol Machine (FSM PM)	110
8.3.1	Overview	110
8.3.2	Discovery and basic configuration	112
8.3.3	Starting up of system	115
8.3.4	Sync methods	144
8.3.5	Plug-and-play entry	153
8.4	Field Device Control Protocol Machine (FDC PM)	154
8.4.1	Protocol overview	154
8.4.2	Cyclic communication mode	156
8.4.3	Event driven communication mode	160
8.4.4	Master Protocol Machine (FDCPM-M)	161
8.4.5	Slave Protocol Machine (FDCPM-S)	169
8.4.6	Error procedure summary	179
8.5	Message Protocol Machine (MSG PM)	181
8.5.1	Protocol overview	181
8.5.2	Requester Protocol Machine (MSGPM-RQ)	183
8.5.3	Responder Protocol Machine (MSGPM-RS)	186
9	Application relationship protocol machine (ARPM)	188
9.1	General	188
9.2	ARPM for FDC ASE	188
9.2.1	Overview	188
9.2.2	ARPM for FDC Master (ARPM-FDCM)	189
9.2.3	ARPM for FDC Slave (ARPM-FDCS)	196
9.3	ARPM for MSG ASE (ARPM-MSG)	203
9.3.1	State descriptions	203
9.3.2	Triggering events	203
9.3.3	Action descriptions at state transitions	204
10	DLL mapping protocol machines (DMPMs)	204
	Annex A (informative) Device profile and FDC command sets	205
	Annex B (normative) Virtual memory space and Device Information	207
	B.1 Overview	207
	B.2 Communication Data Object	207
	B.3 Device Information	208
	B.3.1 Device identifier area structure	208
	B.3.2 Detail specifications of device IDs	209
	Annex C (informative) Basic message function	217
	Bibliography	218

Figure 1 – Encode of Integer subtypes	73
Figure 2 – Example of transfer of INTEGER value	74
Figure 3 – Encode of Unsigned subtypes	74
Figure 4 – Float32 type encode.....	75
Figure 5 – Float64 type encode.....	75
Figure 6 – Bit field definition example with named bits	76
Figure 7 – Bit field definition example with field size	77
Figure 8 – SEQUENCE type encode	78
Figure 9 – Structure of FAL protocol state machines.....	80
Figure 10 – State chart diagram of APC SM.....	81
Figure 11 – Master CTC state transition chart.....	86
Figure 12 – Slave CTC state transition chart.....	96
Figure 13 – Structuring of the protocol machines within the DMPM (bridge).....	106
Figure 14 – SRC state transition chart	106
Figure 15 – Example of network configuration.....	111
Figure 16 – Network initialization procedures.....	112
Figure 17 – Neighboring node notification sequence	113
Figure 18 – Connected node detection sequence.....	114
Figure 19 – Example of neighboring node information.....	115
Figure 20 – FSMUL state transition chart for the master with SM function.....	116
Figure 21 – FSMUL state transition chart for the master without SM function	129
Figure 22 – FSMUL state transition chart for a slave.....	138
Figure 23 – Sequence of SM delay time notification by CDO writing.....	145
Figure 24 – Delay measurement sequence (SM: BM).....	147
Figure 25 – Master delay measurement sequence for the BM (SM: master with band master function (BM))	148
Figure 26 – Delay measurement sequence for the master other than the BM (SM: BM).....	149
Figure 27 – Delay measurement sequence (SM: S#1).....	151
Figure 28 – Master delay measurement sequence for the BM (SM: S#1).....	152
Figure 29 – Plug-and-play entry sequence	154
Figure 30 – Example communication cycle of FDC master AP.....	156
Figure 31 – Example communication cycle of FDC slave AP	157
Figure 32 – Synchronous command communication in sync state	158
Figure 33 – Asynchronous command communication in sync state.....	159
Figure 34 – Asynchronous command communication in async state.....	160
Figure 35 – Event-driven communication	161
Figure 36 – State chart diagram of FDCPM-M.....	162
Figure 37 – State chart diagram of FDCPM-S	170
Figure 38 – PDU transmission flow for user message	182
Figure 39 – PDU transmission flow for one-way message	183
Figure 40 – State chart diagram of MSGPM-RQ.....	184
Figure 41 – State chart diagram of MSGPM-RS	186
Figure 42 – Example of single transfer process.....	188

Figure 43 – Example of dual transfer process 189

Figure 44 – State chart diagram of ARPM-FDCM 190

Figure 45 – Statechart diagram of ARPM-FDCS 196

Figure 46 – Statechart diagram of ARPM-MSG 203

Figure B.1 – Memory map of virtual memory space 207

Figure B.2 – Memory map of device ID area 208

Table 1 – State transition descriptions 25

Table 2 – Description of state machine elements 25

Table 3 – Conventions used in state machines 26

Table 4 – Multicast address 29

Table 5 – Length_or_type 29

Table 6 – IPv4 Header 30

Table 7 – IPv6 Header 30

Table 8 – UDP Header 30

Table 9 – Node address 33

Table 10 – Mapping for Protocol State Machines 79

Table 11 – State descriptions of APC SM 81

Table 12 – Trigger event descriptions of APC SM 82

Table 13 – Transitions of APC SM 83

Table 14 – Master CTC state transition table 87

Table 15 – Slave CTC state transition table 96

Table 16 – List of CTC macros 101

Table 17 – The primitives and parameters for FDC interface issued by FDC 103

Table 18 – The primitives and parameters for FSM interface issued by CTC 104

Table 19 – The list of primitives and parameters (FSM source) 104

Table 20 – The list of primitives and parameters (FSMUL source) 105

Table 21 – SRC state transition table 107

Table 22 – List of SRC macros 108

Table 23 – List of SRC functions 109

Table 24 – Primitives and parameters for SRC-CTC interface 110

Table 25 – Send frame primitive and parameters 110

Table 26 – Receive frame primitives and parameters 110

Table 27 – Primitives and parameters of repeat select service 110

Table 28 – FSMUL state transition table for the master with SM function 117

Table 29 – FSMUL state transition table for the master without SM function 129

Table 30 – FSMUL state transition table for a slave 138

Table 31 – List of FSMUL macros 142

Table 32 – FDC protocol mode 155

Table 33 – State descriptions of FDCPM-M 162

Table 34 – Trigger event descriptions of FDCPM-M 163

Table 35 – Transitions of main SM of FDCPM-M 164

Table 36 – Transitions of submachine of FDCPM-M 166

Table 37 – State descriptions of FDCPM-S	170
Table 38 – Trigger event descriptions of FDCPM-S	171
Table 39 – Transitions of main SM of FDCPM-S	172
Table 40 – Transitions of submachine of FDCPM-S	174
Table 41 – State descriptions of MSGPM-RQ	184
Table 42 – Trigger event descriptions of MSGPM-RQ	185
Table 43 – Transitions of MSGPM-RQ	185
Table 44 – State descriptions of MSGPM-RS	186
Table 45 – Trigger event descriptions of MSGPM-RS	187
Table 46 – Transitions of MSGPM-RS	187
Table 47 – State descriptions of ARPM-FDCM	191
Table 48 – Trigger event descriptions of ARPM-FDCM	193
Table 49 – Transitions of main SM of ARPM-FDCM	193
Table 50 – Transitions of submachine of ARPM-FDCM	195
Table 51 – State descriptions of ARPM-FDCS	197
Table 52 – Trigger event descriptions of ARPM-FDCS	199
Table 53 – Transitions of main SM of ARPM-FDCS	200
Table 54 – Transitions of submachine of ARPM-FDCS	201
Table 55 – State descriptions of ARPM-MSG	203
Table 56 – Trigger event descriptions of ARPM-MSG	203
Table 57 – Transitions of ARPM-MSG	204
Table A.1 – Example of registered device profiles	205
Table A.2 – Example command list of the profile '00'H	206
Table B.1 – Memory map of CDO area	207
Table B.2 – Specifications of device IDs	209
Table C.1 – Example of message command set	217

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELDBUS SPECIFICATIONS –****Part 6-27: Application layer protocol specification –
Type 27 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 61158-6-27 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
65C/1205/FDIS	65C/1234/RVD

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

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

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts of the IEC 61158 series, 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 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 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 protocol provides the application service by making use of the services available from the data-link or other immediately lower layer. The primary aim of this document is to provide a set of rules for communication expressed in terms of the procedures to be carried out by peer application entities (AEs) at the time of communication. These rules for communication are intended to provide a sound basis for development in order to serve a variety of purposes:

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

This document is concerned, in particular, with the communication and interworking of sensors, effectors and other automation devices. By using this document together with other documents positioned within the OSI or fieldbus reference models, otherwise incompatible systems can work together in any combination.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of a patent. IEC takes no position concerning the evidence, validity, and scope of this patent right.

The holder of this patent right has assured IEC that s/he is willing to negotiate licences under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from the patent database available at patents.iec.ch.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights other than those in the patent database. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 6-27: Application layer protocol specification – Type 27 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 27 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 behavior provided by the Type 27 fieldbus application layer in terms of

- the abstract syntax defining the application layer protocol data units conveyed between communicating application entities,
- the transfer syntax defining the application layer protocol data units conveyed between communicating application entities,
- the application context state machines defining the application service behavior visibly between communicating application entities, and
- the application relationship state machines defining the communication behavior visibly between communicating application entities.

The purpose of this document is to define the protocol provided to

- define the representation-on-wire of the service primitives defined in IEC 61158-5-27, and
- define the externally visible behavior associated with their transfer.

This document specifies the protocol of the Type 27 fieldbus application layer, in conformance with the OSI Basic Reference Model (ISO/IEC 7498-1) and the OSI Application Layer Structure (ISO/IEC 9545).

1.2 Specifications

The principal objective of this document is to specify the syntax and behavior of the application layer protocol that conveys the application layer services defined in IEC 61158-5-27.

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 protocols standardized in IEC 61158-6 series.

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.

Conformance is achieved through implementation of this application layer protocol specification.

2 Normative references

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

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

IEC 61158-5-27:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-27: Application layer service definition – Type 27 elements*

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 – Part 1: The Basic Model*

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

ISO/IEC 9899, *Information technology – Programming languages – C*

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

ISO/IEC 19501:2005, *Information technology – Open Distributed Processing – Unified Modeling Language (UML) Version 1.4.2*

ISO/IEC/IEEE 60559:2020, *Information technology – Microprocessor Systems – Floating-Point arithmetic*

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

IEEE Std 802.1D, *IEEE Standards for local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) Bridges*

IEEE Std 802.1Q, *IEEE Standards for local and metropolitan area networks – Bridges and Bridged Networks*

IEEE Std 802.1AB, *IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Station and Media Access Control Connectivity Discovery*

IEEE Std 802.1AS, *IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks*

IETF RFC 768, J. Postel, "*User Datagram Protocol*", August 1980, available at <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc768>> [viewed 2022-09-16]

IETF RFC 791, J. Postel, "*Internet Protocol*", September 1981, available at <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc791>> [viewed 2022-09-16]

IETF RFC 826, D. Plummer, "*An Ethernet Address Resolution Protocol: or Converting Network Protocol Addresses to 48.bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet Hardware*", November 1982, available at <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc826>> [viewed 2022-09-16]

IETF RFC 1112, S.E. Deering, "*Host Extensions for IP Multicasting*", August 1989, available at <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc1112>> [viewed 2022-09-16]

IETF RFC 2460, S. Deering and R. Hinden, "*Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*", December 1998, available at <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc2460>> [viewed 2022-09-16]

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	225
INTRODUCTION.....	227
1 Domaine d'application	228
1.1 Généralités	228
1.2 Spécifications	228
1.3 Conformité	229
2 Références normatives	229
3 Termes, définitions, abréviations, symboles et conventions	230
3.1 Termes et définitions référencés	230
3.1.1 Termes et définitions de l'ISO/IEC 7498-1	230
3.1.2 Termes et définitions de l'ISO/IEC 9545	231
3.1.3 Termes et définitions de l'ISO/IEC 8824-1	231
3.1.4 Termes et définitions de l'ISO/IEC 10731	231
3.1.5 Termes et définitions de l'ISO/IEC 19501	231
3.2 Termes et définitions supplémentaires	232
3.3 Abréviations et symboles	241
3.4 Conventions.....	243
3.4.1 Conventions générales	243
3.4.2 Conventions du type de données PDU.....	243
3.4.3 Conventions dans les diagrammes d'états	244
4 Syntaxe abstraite.....	246
4.1 Généralités	246
4.2 Types de données de base	246
4.3 Types FAL PDU	247
4.3.1 Généralités	247
4.3.2 Plans de types APDU: _APDU	250
4.3.3 PDU pour le service de gestion système de terrain	250
4.3.4 Définitions détaillées des _FID-PDU	253
4.3.5 PDU pour le service de commande de l'appareil de terrain	267
4.3.6 PDU pour le service de message	275
4.4 Définitions détaillées des _FDCService-PDUs.....	277
4.4.1 Type de PDU amélioré.....	277
4.5 Profil d'appareil.....	291
5 Syntaxe de transfert	291
5.1 Concepts	291
5.2 Règles de codage	291
5.2.1 INTEGER et ses sous-types	291
5.2.2 Type REAL et ses sous-types	293
5.2.3 Type BIT STRING	294
5.2.4 Type OCTET STRING et type IA5String.....	296
5.2.5 Type NULL	296
5.2.6 Type Structure et type Array	296
6 Structure du diagramme d'états de protocole FAL.....	297
7 Diagramme d'états de contexte AP (APC SM)	299
7.1 Vue d'ensemble	299
7.2 Descriptions des états.....	300

7.3	Événements déclencheurs	301
7.4	Descriptions des actions aux transitions d'état.....	301
8	Machine de protocole de service FAL (FSPM)	303
8.1	Vue d'ensemble	303
8.2	Machine de protocole RT (RT PM)	303
8.2.1	Découverte de la couche de liaison	303
8.2.2	Ponts MAC	303
8.2.3	Ponts virtuels.....	325
8.2.4	Suite IP	325
8.2.5	Machine de protocole de correspondance de DLL (DMPM).....	325
8.3	Machine de protocole de gestion d'appareil de terrain (FSM PM).....	331
8.3.1	Vue d'ensemble.....	331
8.3.2	Reconnaissance et configuration de base.....	333
8.3.3	Démarrage du système.....	336
8.3.4	Méthodes de synchronisation	365
8.3.5	Entrée à l'état prêt à fonctionner.....	374
8.4	Machine de protocole de commande d'appareil de terrain (FDC PM)	375
8.4.1	Présentation du protocole.....	375
8.4.2	Mode de communication cyclique	377
8.4.3	Mode de communication déclenchée par les événements.....	381
8.4.4	Machine de protocole de l'appareil principal (FDCPM-M).....	382
8.4.5	Machine de protocole de l'appareil subordonné (FDCPM-S)	391
8.4.6	Récapitulatif des procédures d'erreur	401
8.5	Machine de protocole de message (MSG PM).....	403
8.5.1	Présentation du protocole.....	403
8.5.2	Machine de protocole de demandeur (MSGPM-RQ).....	404
8.5.3	Machine de protocole de répondeur (MSGPM-RS).....	407
9	Machine de protocole de relations entre applications (ARPM).....	409
9.1	Généralités	409
9.2	ARPM de l'ASE FDC.....	409
9.2.1	Vue d'ensemble.....	409
9.2.2	ARPM de l'appareil principal FDC (ARPM-FDCM).....	411
9.2.3	ARPM de l'appareil subordonné FDC (ARPM-FDCS)	417
9.3	ARPM pour ASE MSG (ARPM-MSG).....	425
9.3.1	Descriptions des états	425
9.3.2	Événements déclencheurs.....	425
9.3.3	Descriptions des actions aux transitions d'état.....	426
10	Machines de protocole de correspondance de DLL (DMPM)	427
Annexe A (informative) Profil d'appareil et jeux d'instructions FDC		428
Annexe B (normative) Espace en mémoire virtuelle et informations relatives aux appareils.....		430
B.1	Vue d'ensemble	430
B.2	Communication Data Object (Objet de données de communication).....	431
B.3	Informations relatives à l'appareil.....	431
B.3.1	Structure de la zone de l'identifiant de l'appareil.....	431
B.3.2	Spécifications particulières des ID d'appareil.....	433
Annexe C (informative) Fonction de message de base.....		440
Bibliographie.....		441

Figure 1 – Codage des sous-types Integer.....	292
Figure 2 – Exemple de transfert de la valeur INTEGER.....	292
Figure 3 – Codage des sous-types Unsigned.....	293
Figure 4 – Codage du type Float32.....	293
Figure 5 – Codage du type Float64.....	294
Figure 6 – Exemple de définition de champ binaire avec bits nommés.....	295
Figure 7 – Exemple de définition de champ binaire avec taille de champ.....	295
Figure 8 – Codage du type SEQUENCE.....	296
Figure 9 – Structure des diagrammes d'états de protocole FAL.....	298
Figure 10 – Diagramme d'états de l'APC SM.....	300
Figure 11 – Schéma de transition d'états de la CTC de l'appareil principal.....	305
Figure 12 – Schéma de transition d'états de la CTC de l'appareil subordonné.....	315
Figure 13 – Structure des machines de protocole à l'intérieur de la DMPM (pont).....	326
Figure 14 – Schéma de transition d'états de la SRC.....	326
Figure 15 – Exemple de configuration de réseau.....	331
Figure 16 – Exemple de configuration de réseau.....	332
Figure 17 – Séquence de notification du nœud voisin.....	333
Figure 18 – Séquence de détection de nœud connecté.....	335
Figure 19 – Exemple d'informations relatives au nœud voisin.....	335
Figure 20 – Schéma de transition d'états FSMUL pour l'appareil principal avec fonction SM.....	336
Figure 21 – Schéma de transition d'états FSMUL pour l'appareil principal sans fonction SM.....	349
Figure 22 – Schéma de transition d'états FSMUL pour un appareil subordonné.....	358
Figure 23 – Séquence de notification de temps de retard SM par écriture de CDO.....	366
Figure 24 – Séquence de mesure du retard (SM: BM).....	368
Figure 25 – Séquence de mesure du retard de l'appareil principal pour le BM (SM: appareil principal avec fonction appareil principal de bande (BM)).....	369
Figure 26 – Séquence de mesure de retard pour l'appareil principal autre que le BM (SM: BM).....	370
Figure 27 – Séquence de mesure du retard (SM: S N° 1).....	372
Figure 28 – Séquence de mesure du retard de l'appareil principal pour le BM (SM: S N° 1).....	373
Figure 29 – Séquence d'entrée à l'état prêt à fonctionner.....	375
Figure 30 – Exemple de cycle de communication de l'AP d'appareil principal FDC.....	378
Figure 31 – Exemple de cycle de communication de l'AP d'appareil subordonné FDC.....	378
Figure 32 – Communication de l'instruction synchrone à l'état de synchronisation.....	379
Figure 33 – Communication de l'instruction asynchrone dans l'état sync.....	380
Figure 34 – Communication de l'instruction asynchrone à l'état async.....	381
Figure 35 – Communication déclenchée par les événements.....	382
Figure 36 – Diagramme d'états de FDCPM-M.....	383
Figure 37 – Diagramme d'états de la FDCPM-S.....	391
Figure 38 – Flux de transmission PDU pour le message utilisateur.....	403
Figure 39 – Flux de transmission PDU pour message à sens unique.....	404

Figure 40 – Diagramme d'états de MSGPM-RQ	405
Figure 41 – Diagramme d'états de MSGPM-RS.....	407
Figure 42 – Exemple de processus de transfert unique	410
Figure 43 – Exemple de processus de transfert double	410
Figure 44 – Diagramme d'états de ARPM-FDCM	411
Figure 45 – Schéma d'états de l'ARPM-FDCS.....	418
Figure 46 – Schéma d'états de l'ARPM-MSG	425
Figure B.1 – Image mémoire de l'espace mémoire virtuel	430
Figure B.2 – Image mémoire de la zone d'ID d'appareil	432
Tableau 1 – Descriptions de transition d'état.....	244
Tableau 2 – Description des éléments de diagramme d'états	244
Tableau 3 – Conventions utilisées dans les diagrammes d'états	245
Tableau 4 – Adresse de multidiffusion	248
Tableau 5 – Length_or_type	248
Tableau 6 – En-tête IPv4	249
Tableau 7 – En-tête IPv6	249
Tableau 8 – En-tête UDP	249
Tableau 9 – Adresse du nœud	252
Tableau 10 – Mise en correspondance des diagrammes d'états de protocole.....	298
Tableau 11 – Descriptions des états de l'APC SM.....	300
Tableau 12 – Événements déclencheurs de l'APC SM	301
Tableau 13 – Transitions de l'APC SM.....	302
Tableau 14 – Table de transition d'états de la CTC de l'appareil principal.....	306
Tableau 15 – Tableau de transition d'états de la CTC de l'appareil subordonné.....	316
Tableau 16 – Liste des macros de la CTC.....	320
Tableau 17 – Primitives et paramètres pour l'interface FDC émise par la FDC.....	323
Tableau 18 – Primitives et paramètres pour l'interface FSM émise par la CTC.....	324
Tableau 19 – Liste des primitives et des paramètres (source FSM).....	324
Tableau 20 – Liste des primitives et des paramètres (source FSMUL)	325
Tableau 21 – Table de transition d'états de la SRC.....	327
Tableau 22 – Liste des macros de la SRC	329
Tableau 23 – Liste des fonctions de la SRC.....	330
Tableau 24 – Primitives et paramètres pour l'interface SRC-CTC	330
Tableau 25 – Primitives et paramètres d'envoi de trame	330
Tableau 26 – Primitives et paramètres de réception de trame	331
Tableau 27 – Primitives et paramètres du service de répétition de la sélection	331
Tableau 28 – Table de transition d'états FSMUL pour l'appareil principal avec fonction SM	337
Tableau 29 – Table de transition d'états FSMUL pour l'appareil principal sans fonction SM	350
Tableau 30 – Table de transition d'états FSMUL pour un appareil subordonné	358
Tableau 31 – Liste des macros de la FSMUL	363
Tableau 32 – Mode de protocole FDC.....	376

Tableau 33 – Descriptions des états de la FDCPM-M.....	383
Tableau 34 – Descriptions des événements déclencheurs de la FDCPM-M.....	385
Tableau 35 – Transitions du diagramme d'états principal de la FDCPM-M	386
Tableau 36 – Transitions de la sous-machine de la FDCPM-M.....	388
Tableau 37 – Descriptions des états de la FDCPM-S	391
Tableau 38 – Descriptions des événements déclencheurs de la FDCPM-S	393
Tableau 39 – Transitions du diagramme d'états principal de la FDCPM-S.....	394
Tableau 40 – Transitions de la sous-machine de la FDCPM-S	396
Tableau 41 – Descriptions des états de la MSGPM-RQ.....	405
Tableau 42 – Descriptions des événements déclencheurs de MSGPM-RQ.....	406
Tableau 43 – Transitions de la MSGPM-RQ.....	406
Tableau 44 – Descriptions des états de la MSGPM-RS.....	407
Tableau 45 – Descriptions des événements déclencheurs de MSGPM-RS	408
Tableau 46 – Transitions de la MSGPM-RS	408
Tableau 47 – Descriptions des états de l'ARPM-FDCM.....	412
Tableau 48 – Descriptions des événements déclencheurs de l'ARPM-FDCM	414
Tableau 49 – Transitions du diagramme d'états principal de l'ARPM-FDCM.....	415
Tableau 50 – Transitions de la sous-machine de l'ARPM-FDCM	416
Tableau 51 – Descriptions des états de l'ARPM-FDCS	418
Tableau 52 – Descriptions des événements déclencheurs de l'ARPM-FDCS.....	421
Tableau 53 – Transitions du diagramme d'états principal de l'ARPM-FDCS	422
Tableau 54 – Transitions de la sous-machine de l'ARPM-FDCS.....	423
Tableau 55 – Descriptions des états de la ARPM-MSG.....	425
Tableau 56 – Descriptions des événements déclencheurs de ARPM-MSG.....	426
Tableau 57 – Transitions de l'ARPM-MSG	426
Tableau A.1 – Exemple de profils d'appareil enregistrés	428
Tableau A.2 – Exemple de liste d'instructions du profil '00'H.....	429
Tableau B.1 – Image mémoire de la zone CDO.....	431
Tableau B.2 – Spécifications des ID d'appareil	433
Tableau C.1 – Exemple de jeu d'instructions de message.....	440

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –
SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –****Partie 6-27: Spécification du protocole de la couche application –
Éléments de type 27**

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 la série IEC 61784–2.

L'IEC 61158-6-27 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.

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

Projet	Rapport de vote
65C/1205/FDIS	65C/1234/RVD

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

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

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 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 dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

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

INTRODUCTION

Le présent document fait partie d'une série élaborée pour faciliter l'interconnexion des composants de systèmes d'automatisation. Il est lié aux autres normes de la série telle que définie 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 principal objectif du présent document est de définir un ensemble de règles de communication, exprimées en matière de procédures qu'ont à suivre les entités d'application (AE, Application Entity) homologues au moment de la communication. Ces règles de communication sont destinées à fournir une base de développement solide de façon à atteindre plusieurs objectifs:

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

Le présent document porte en particulier sur la communication et l'interfonctionnement des capteurs, des effecteurs et d'autres appareils d'automatisation. Au moyen de l'utilisation conjointe du présent document avec d'autres documents entrant dans les modèles de référence OSI ou de bus de terrain, des systèmes autrement incompatibles peuvent fonctionner dans toute combinaison.

La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à l'IEC qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être obtenues dans la base de données des droits de propriété, disponible à l'adresse suivante: <http://patents.iec.ch>.

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux figurant dans la base de données des brevets. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 6-27: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de type 27

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La couche application de bus de terrain (FAL, Fieldbus Application Layer) fournit aux programmes d'utilisateur un moyen d'accéder à l'environnement de communication du 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 donne les éléments communs visant à assurer les communications de messagerie de base à temps critique et à temps non critique entre les programmes d'application d'un environnement d'automatisation et d'un matériel spécifique au bus de terrain de type 27. Le terme "à temps critique" est utilisé pour indiquer la présence d'une fenêtre temporelle, dans laquelle il est exigé de réaliser une ou plusieurs actions spécifiées selon un niveau défini de certitude. Tout manquement à réaliser ces actions dans la fenêtre de temps prévue risque de provoquer la défaillance des applications qui les demandent, avec le risque de mettre en danger l'équipement, l'usine, voire les personnes.

Le présent document définit de manière abstraite les caractéristiques visibles de l'extérieur fournies par la couche application de bus de terrain de type 27 en ce qui concerne:

- la syntaxe abstraite définissant les unités de données du protocole de la couche application transmises entre les entités d'application de communication;
- la syntaxe de transfert définissant les unités de données du protocole de la couche application transmises entre les entités d'application de communication;
- les diagrammes d'états de contexte d'application définissant le comportement de service d'application observable entre les entités d'application en communication; et
- les diagrammes d'états de relations entre applications définissant le comportement de communication visible entre les entités d'application en communication.

Le but du présent document est de définir le protocole permettant de:

- définir la représentation filaire des primitives de service définies dans l'IEC 61158-5-27; et
- définir le comportement visible de l'extérieur associé à leur transfert.

Le présent document spécifie le protocole de la couche application de bus de terrain de type 27, conformément au modèle de référence de base de l'OSI (ISO/IEC 7498-1) et à la structure de la couche application de l'OSI (ISO/IEC 9545).

1.2 Spécifications

L'objet principal du présent document est de spécifier la syntaxe et le comportement du protocole de la couche application qui achemine les services de couche application définis dans l'IEC 61158-5-27.

Un objectif secondaire est de fournir des chemins de migration à partir de protocoles de communication industriels préexistants. C'est ce dernier objectif qui donne lieu à la diversité des protocoles normalisés dans la série IEC 61158-6.

1.3 Conformité

Le présent document ne spécifie aucune mise en œuvre ou aucun produit individuel, de même qu'elle ne restreint nullement les mises en œuvre des entités de couche application dans les systèmes d'automatisation industriels.

La conformité est assurée par la mise en œuvre de la présente spécification du protocole de la couche application.

2 Références normatives

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

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

IEC 61158-5-27:2023, *Réseaux de communication industriels - Spécifications des bus de terrain – Partie 5-27: Définition des services de la couche application – Eléments de type 27*

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: – Partie 1: Le modèle de base*

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

ISO/IEC 9899, *Technologies de l'information – Langages de programmation – C*

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 19501:2005, *Technologies de l'information – Traitement distribué ouvert – Langage de modélisation unifié (UML), version 1.4.2*

ISO/IEC/IEEE 60559:2020, *Technologies de l'information – Systèmes de microprocesseurs – Arithmétique flottante*

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

IEEE 802.1D, *IEEE Standards for local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) Bridges* (disponible en anglais seulement)

IEEE 802.1Q, *IEEE Standards for local and metropolitan area networks – Bridges and Bridged Networks* (disponible en anglais seulement)

IEEE 802.1AB, *IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Station and Media Access Control Connectivity Discovery* (disponible en anglais seulement)

IEEE 802.1AS, *IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks (disponible en anglais seulement)*

IETF RFC 768, J. Postel, "*User Datagram Protocol*", août 1980, disponible à l'adresse <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc768>> (disponible en anglais seulement) [vue 16/09/2022]

IETF RFC 791, J. Postel, "*Internet Protocol*", septembre 1981, disponible à l'adresse <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc791>> (disponible en anglais seulement) [vue 16/09/2022]

IETF RFC 826, D. Plummer, "*An Ethernet Address Resolution Protocol: or Converting Network Protocol Addresses to 48.bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet Hardware*", novembre 1982, disponible à l'adresse <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc826>> (disponible en anglais seulement) [vue 16/09/2022]

IETF RFC 1112, S.E. Deering, "*Host Extensions for IP Multicasting*", août 1989, disponible à l'adresse <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc1112>> (disponible en anglais seulement) [vue 16/09/2022]

IETF RFC 2460, S. Deering and R. Hinden, "*Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*", décembre 1998, disponible à l'adresse <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc2460>> (disponible en anglais seulement) [vue 16/09/2022]