



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 6-26: Application layer protocol specification – Type 26 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 6-26: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de
type 26**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40, 35.100.70, 35.110

ISBN 978-2-8322-7824-6

**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.....	11
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	14
1.1 General.....	14
1.2 Specifications	15
1.3 Conformance	15
2 Normative references	15
3 Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	16
3.1 Terms and definitions from other ISO/IEC standards.....	17
3.1.1 Terms and definitions from ISO/IEC 7498-1	17
3.1.2 Terms and definitions from ISO/IEC 8822	17
3.1.3 Terms and definitions from ISO/IEC 9545	17
3.1.4 Terms and definitions from ISO/IEC 8824-1	17
3.1.5 Terms and definitions from ISO/IEC 8825-1	18
3.2 Type 26 specific terms and definitions	18
3.3 Abbreviated terms and symbols	22
3.4 Conventions.....	24
3.4.1 Conventions used in state machines.....	24
3.4.2 Convention for abstract syntax description.....	26
3.4.3 Convention for reserved bits and octets	26
3.4.4 Conventions for bit description in octets	26
4 FAL syntax description	27
4.1 General.....	27
4.2 Overview of Type 26 fieldbus	27
4.2.1 Application field and Common-memory	27
4.2.2 Structure of Type 26 protocol.....	28
4.2.3 Structure of Type 26 FAL.....	29
4.2.4 Data link layer	30
4.3 Operating principle.....	31
4.3.1 Overview	31
4.3.2 Logical ring maintenance	31
4.3.3 Node addition	34
4.3.4 Node in a logical ring	38
4.3.5 Node drop-out	39
4.3.6 Data transmission.....	39
4.3.7 Data transmission frames	49
4.4 FAL PDU abstract syntax	52
4.4.1 Basic abstract syntax.....	52
4.4.2 Transparent-msg- PDU	55
4.4.3 Token-PDU.....	55
4.4.4 Participation-req-PDU	56
4.4.5 Byte-block-read PDUs	56
4.4.6 Byte-block-write PDUs.....	56
4.4.7 Word-block-read PDUs	56
4.4.8 Word-block-write PDUs.....	57
4.4.9 Network-parameter-read PDUs	57
4.4.10 Network-parameter-write PDUs.....	57

4.4.11	Stop-command PDUs	57
4.4.12	Operation-command PDUs	58
4.4.13	Profile-read PDUs.....	58
4.4.14	Trigger-PDU	58
4.4.15	Log-data-read PDUs	58
4.4.16	Log-data-clear PDUs	59
4.4.17	Message-return PDUs	59
4.4.18	Vendor-specific-msg PDUs	59
4.4.19	Start-TK-hld-time-mrmt PDUs	60
4.4.20	Terminate-TK-hld-time-mrmt PDUs	60
4.4.21	Start-GP_Comm-sndr-log PDUs.....	60
4.4.22	Terminate-GP_Comm-sndr-log PDUs	60
4.4.23	Set-remote-node-config-para PDUs	61
4.4.24	Read-rmt-partici-node-mgt-info-para PDUs	61
4.4.25	Read-rmt- node-mgt-info-para PDUs.....	61
4.4.26	Read-rmt-node-set-info-para PDUs.....	61
4.4.27	Reset-node PDUs	62
4.4.28	Cyclic-data PDUs	62
4.4.29	Extended-prticipation-req-PDU	62
4.4.30	Extended-network-parameter-read PDUs.....	63
4.4.31	Extended-network-parameter-write PDUs	63
4.5	Data type assignments.....	63
5	Transfer syntax.....	65
5.1	Encoding rules	65
5.1.1	Basic encoding	65
5.1.2	Fixed length Unsigned encoding	65
5.1.3	Fixed length BitString encoding	65
5.1.4	OctetString encoding	65
5.1.5	SEQUENCE encoding.....	65
5.2	PDU elements encoding.....	65
5.2.1	FALARHeader	65
5.2.2	Transparent-msg PDU	69
5.2.3	Token-PDU.....	70
5.2.4	Participation-req-PDU.....	71
5.2.5	Byte-block-read PDUs	72
5.2.6	Byte-block-write PDUs	74
5.2.7	Word-block-read PDUs	75
5.2.8	Word-block-write PDUs.....	77
5.2.9	Network-parameter-read PDUs	79
5.2.10	Network-parameter-write PDUs.....	83
5.2.11	Stop-command PDUs	85
5.2.12	Operation-command PDUs	87
5.2.13	Profile-read PDUs.....	89
5.2.14	Trigger-PDU	92
5.2.15	Log-data-read PDUs	92
5.2.16	Log-data-clear PDUs	98
5.2.17	Message-return PDUs	100
5.2.18	Vendor-specific-msg PDUs	102
5.2.19	Start-TK-hld-time-mrmt PDUs	105

5.2.20	Terminate-TK-hld-time-mrmt PDUs	106
5.2.21	Start-GP_Comm-sndr-log PDUs.....	110
5.2.22	Terminate-GP_Comm-sndr-log PDUs	111
5.2.23	Set-remote-node-config-para PDUs	114
5.2.24	Read-rmt-partici-node-mgt-info-para PDUs	117
5.2.25	Read-rmt- node-mgt-info-para PDUs.....	120
5.2.26	Read-rmt-node-set-info-para PDUs.....	123
5.2.27	Reset-node PDUs	125
5.2.28	Cyclic-data PDUs	126
5.2.29	Extended-participation-request PDU	129
5.2.30	Extended-network-parameter-read PDUs.....	129
5.2.31	Extended-network-parameter-write PDUs	132
6	FAL protocol state machines structure	135
6.1	Overview.....	135
6.2	Common variables, parameters, timers, counters, lists and queues	136
6.2.1	V(3CWT), P(3CWT), T(3CWT): Three-lap-time-period-of-the-token-circulation	136
6.2.2	V(ACK): ACK received	136
6.2.3	V(ACK_TN): ACK to this node	137
6.2.4	V(AWT), P(AWT), T(AWT): Waiting-time-period-for-receiving-message-acknowledge.....	137
6.2.5	V(CBN): Current fragment number for fragmented cyclic-data transmission	137
6.2.6	V(CTFG): Cyclic-data fragment transfer.....	137
6.2.7	V(CTRen), P (CTRen): Cyclic-data on CM1 and CM2 receive enable.....	137
6.2.8	V(CTRQ): Cyclic-data transfer request.....	137
6.2.9	V(ExCTRQ): Cyclic-data of CM3 transfer request	138
6.2.10	C(ExCT): Cumulative count of extended-cyclic-data transmission	138
6.2.11	V(ExCTRen), P(ExCTRen): Cyclic-data on CM3 receive enable.....	138
6.2.12	V(ExTBN), P(ExTBN): Total fragment number of Cyclic-data on CM3	138
6.2.13	V(ExTSZ), P(ExTSZ): Total cyclic-data size on CM3.....	138
6.2.14	C(MCNT): Cumulative count of message transmission carried over	138
6.2.15	V(MCV): Message transmission carried over.....	138
6.2.16	V(MFT), P(MFT), T(MFT): Allowable-minimum-frame-interval-time.....	138
6.2.17	V(MmtCntType): Measurement control type	139
6.2.18	V(MRVRQ): Message receive request.....	139
6.2.19	V(MSRQ): Message transfer request	139
6.2.20	Q(MSRXQ): Message-RX-Queue	139
6.2.21	Q(MTXQ): Message-TX-Queue	139
6.2.22	V(NMTP): No message transmission in previous cycle.....	139
6.2.23	V(PAT), P(PAT), T(PAT): Participation-request-frame-acceptance-time	140
6.2.24	V(PnMgtIF): Participation-node-management-information List.....	140
6.2.25	V(PWT), T(PWT): Participation-request-frame-transmission-waiting-time.....	140
6.2.26	V(RCT): Allowable-refresh-cycle-time	140
6.2.27	V(RMT), T(RMT): Refresh-cycle-measurement-time.....	140
6.2.28	C(RTX): Retransmission count.....	141
6.2.29	V(SEQ): Sequence number value List.....	141
6.2.30	V(SN): Successor node	141
6.2.31	V(SrtMmt): Measurement started	141

6.2.32	Q(SVRXQ): Server-RX Queue	141
6.2.33	Q(SVTXQ): Server-TX Queue	141
6.2.34	V(TBN), P(TBN): Total fragment number of Cyclic-data on CM1 and CM2	141
6.2.35	V(TDT), P(TDT), T(TDT): Joining-token-detection-time	141
6.2.36	V(THT), P(THT), T(THT): Token-holding-time	142
6.2.37	V(TK): Token holding	142
6.2.38	V(TKH): Token holding node	142
6.2.39	V(TN): Node identifier number	142
6.2.40	V(TrWT), T(TrWT): Trigger-frame-transmission-waiting-time	142
6.2.41	V(TSZ), P(TSZ): Total cyclic-data size on CM1 and CM2	142
6.2.42	V(TW), P(TW), T(TW)(): Token-watchdog-time	142
6.2.43	V(VSEQ): Version of sequence number value List	142
6.3	Functions used in state tables	143
7	FAL service protocol machine (FSPM)	146
7.1	Overview	146
7.2	Cyclic-data protocol machine	146
7.2.1	Overview	146
7.2.2	Cyclic-data primitives between FAL user and FSPM	146
7.2.3	State table	147
7.3	Message data protocol machine	149
7.3.1	Overview	149
7.3.2	Message-data primitive between FAL user and FSPM	149
7.3.3	State table	153
7.4	Load measurement protocol machine	163
7.4.1	Overview	163
7.4.2	Load measurement primitives between FAL user and FSPM	163
7.4.3	State table	164
7.5	General purpose communication server protocol machine	168
7.5.1	Overview	168
7.5.2	GP command server primitives between FAL user and FSPM	168
7.5.3	State table	168
7.6	Network management protocol machine	170
7.6.1	Overview	170
7.6.2	Network management primitives	170
7.6.3	State table	171
8	Application relationship protocol machine (ARPM)	174
8.1	Overview	174
8.2	Cyclic-TX/RX control	175
8.2.1	Overview	175
8.2.2	Cyclic-TX/RX control primitives between FSPM and ARPM	175
8.2.3	State table	176
8.3	Message-TX/RX control	176
8.3.1	Overview	176
8.3.2	Message-TX/RX control primitives between FSPM and ARPM	176
8.3.3	State table	177
8.4	Command server TX/RX control	177
8.4.1	Overview	177
8.4.2	Command server TX/RX primitives between FSPM and ARPM	178

8.4.3	State table	178
8.5	AR control.....	178
8.5.1	Overview	178
8.5.2	AR control primitives between FSPM and ARPM.....	179
8.5.3	State table	179
9	DLL mapping protocol machine (DMPM).....	202
9.1	Overview.....	202
9.2	Mapping of DMPM service primitives and DLL service primitives.....	202
9.3	Mapping DMPM service port to DLSAP	204
9.4	Mapping of Network address to each node.....	204
	Bibliography.....	206

Figure 1	– Bit identification in an octet	26
Figure 2	– Bit identification in multiple octets (four-octet case).....	27
Figure 3	– Data sharing with the CM	28
Figure 4	– Protocol stack for Type 26 fieldbus	29
Figure 5	– The structure of ASEs for Type 26 FAL	30
Figure 6	– A token circulation on a logical ring.....	32
Figure 7	– Logical ring recovery.....	34
Figure 8	– An example in case of start simultaneously with another node	36
Figure 9	– Start alone case.....	37
Figure 10	– Node addition: in-ring start-up state	38
Figure 11	– Data sharing with the CM	40
Figure 12	– Configuration of the Common-memory	41
Figure 13	– Example of train of multiple extended-cyclic-data frames	42
Figure 14	– APDUs of cyclic-data frames containing fragmented data.....	43
Figure 15	– Example of sequential diagram of ACK over UDP channel	46
Figure 16	– Delivery confirmation checked by TCP protocol.....	47
Figure 17	– Train of data frames and a token frame	49
Figure 18	– Frame structure.....	50
Figure 19	– Structure of Trans-msgData	70
Figure 20	– Structure of B_BlK_Rd_rspData with M_RLT = 0	73
Figure 21	– Structure of B_BlK_Rd_rspData in case of M_RLT = 1.....	73
Figure 22	– Structure of B_BlK_Wt_reqDat.....	75
Figure 23	– Structure of B_BlK_Wt_rspData in case of M_RLT = 1.....	75
Figure 24	– Structure of W_BlK_Rd_rspData with M_RLT = 0	77
Figure 25	– Structure of W_BlK_Rd_rspData in case of M_RLT = 1	77
Figure 26	– Structure of W_BlK_Wt_reqDat.....	79
Figure 27	– Structure of W_BlK_Wt_rspData in case of M_RLT = 1	79
Figure 28	– Structure of Net-para-Rd-rspData with M_RLT = 0	81
Figure 29	– Structure of Net-para-Rd-rspData with M_RLT = 1	82
Figure 30	– Structure of Net-para-Wrt-reqData.....	84
Figure 31	– Structure of Net-para-Wrt-rspData with M_RLT = 1	85
Figure 32	– Structure of Stop-cmdData with M_RLT = 1.....	87

Figure 33 – Structure of Op-cmdData with M_RLT = 1	88
Figure 34 – Structure of Profile-readData with M_RLT = 0	90
Figure 35 – Structure of Profile-readData with M_RLT = 1	92
Figure 36 – Structure of Log-readData with M_RLT = 0.....	94
Figure 37 – Structure of Log-readData with M_RLT = 1.....	98
Figure 38 – Structure of Log-clearData	99
Figure 39 – Structure of Msg-return-reqData	101
Figure 40 – Structure of Msg-return-rspData	102
Figure 41 – Structure of V_msg_reqData	104
Figure 42 – Structure of V_msg_rspData in case of M_RLT = 0	104
Figure 43 – Structure of V_msg_rspData in case of M_RLT = 1	105
Figure 44 – Token-holding-time measurement result.....	109
Figure 45 – Structure of Sndr-logData.....	114
Figure 46 – Structure of Set-remote-node-config-para-ReqData.....	116
Figure 47 – Structure of Set-remote-node-config-para-RspData	117
Figure 48 – Structure of Read-rmt-partici-node-mgt-info-ReqData.....	119
Figure 49 – Structure of Read-rmt-partici-node-mgt-info-RspData	119
Figure 50 – Structure of Rmt-node-mgt-info-paraData.....	122
Figure 51 – Structure of Set-info-para-read-data	124
Figure 52 – Structure of ACKdata	128
Figure 53 – Structure of Ex-Net-para-Rd-rspData with M_RLT = 0	131
Figure 54 – Structure of Ex-Net-para-Rd-rspData with M_RLT = 1	132
Figure 55 – Structure of Ex-Net-para-Wrt-reqData	134
Figure 56 – Structure of Ex-Net-para-Wrt-rspData with M_RLT = 1	135
Figure 57 – Relationship between FAL protocol machines	136
Figure 58 – Overall structure of FSPM	146
Figure 59 – State transition diagram of Cyclic-data protocol machine.....	147
Figure 60 – State transition diagram of Message-data protocol machine	154
Figure 61 – State transition diagram of Load measurement protocol machine	164
Figure 62 – State transition diagram of GP-command-server protocol machine	169
Figure 63 – State transition diagram of Network management protocol machine	172
Figure 64 – Overall structure of ARPM.....	175
Figure 65 – State transition diagram of Cyclic-TX/RX control	176
Figure 66 – State transition diagram of Message-TX/RX control.....	177
Figure 67 – State transition diagram of Command server TX/RX protocol machine	178
Figure 68 – Overall state transition diagram of AR control protocol machine	180
Figure 69 – State transition diagram for message-data transmission.....	196
Figure 70 – State transition diagram for ACK creation and message-data reception.....	199
Figure 71 – Overall structure of DMPM	202
Figure 72 – DLSAP mapping.....	204
Figure 73 – Structure of IP address	205
Table 1 – Conventions used for state machines	25

Table 2 – Conventions used in state machine	25
Table 3 – Available functions to message-data transfer on UDP channel	44
Table 4 – Data transmission frame and the TCD value	50
Table 5 – Upper layer operating condition matrix	67
Table 6 – Transparent-msg-PDU specific values	70
Table 7 – Token-PDU specific values	71
Table 8 – Participation-req -PDU specific values	71
Table 9 – Byte-block-read-req-PDU specific values	72
Table 10 – Byte-block-read-rsp-PDU specific values	72
Table 11 – Byte-block-write-req-PDU specific values	74
Table 12 – Byte-block-write-rsp-PDU specific values	74
Table 13 – Word-block-read-req-PDU specific values	76
Table 14 – Word-block-read-rsp-PDU specific values	76
Table 15 – Word-block-write-req-PDU specific values	78
Table 16 – Word-block-write-rsp-PDU specific values	78
Table 17 – Network-parameter-read-req-PDU specific values	80
Table 18 – Network-parameter-read-rsp-PDU specific values	80
Table 19 – Values of data elements of Net-para-Rd-rspData	82
Table 20 – Network-parameter-write-req-PDU specific values	83
Table 21 – Network-parameter-write-rsp-PDU specific values	83
Table 22 – Values of the data elements of Net-para-Wrt-reqData	84
Table 23 – Stop-command-req-PDU specific values	85
Table 24 – Stop-command-rsp-PDU specific values	86
Table 25 – Operation-command-req-PDU specific values	87
Table 26 – Operation-command-rsp-PDU specific values	88
Table 27 – Profile-read-req-PDU specific values	89
Table 28 – Profile-read-rsp-PDU specific values	90
Table 29 – Trigger-PDU specific values	92
Table 30 – Log-data-read-req-PDU U specific values	93
Table 31 – Log-data-read-rsp-PDU specific values	93
Table 32 – Contents of Log-readData	94
Table 33 – Log-data-clear-req-PDU specific values	98
Table 34 – Log-data-clear-rsp-PDU specific values	99
Table 35 – Message-return-req-PDU specific values	100
Table 36 – Message-return-rsp-PDU specific values	100
Table 37 – Vendor-specific-msg-req-PDU specific values	102
Table 38 – Vendor-specific-msg-rsp-PDU specific values	103
Table 39 – Start-TK-hld-time-mrmt-req-PDU specific values	105
Table 40 – Start-TK-hld-time-mrmt-rsp-PDU specific values	106
Table 41 – Terminate-TK-hld-time-mrmt-req-PDU specific values	107
Table 42 – Terminate-TK-hld-time-mrmt-rsp-PDU specific values	108
Table 43 – Value of the data element of TK-hld-timeData	109
Table 44 – Start-GP_Comm-sndr-log-req-PDU specific values	110

Table 45 – Start-GP_Comm-sndr-log-rsp-PDU specific values	111
Table 46 – Terminate-GP_Comm-sndr-log-req-PDU specific values	112
Table 47 – Terminate-GP_Comm-sndr-log-req-PDU specific values	113
Table 48 – Value of the data element of Sndr-logData	114
Table 49 – Set-remote-node-config-para-req-PDU specific values	115
Table 50 – Set-remote-node-config-para-rsp-PDU specific values	115
Table 51 – Value of the data element of Set-remote-node-config-para-ReqData	116
Table 52 – Bit definition of Update flag	117
Table 53 – Value of the data element of Set-remote-node-config-para-RspData	117
Table 54 – Read-rmt-partici-node-mgt-info-para-req-PDU specific values	118
Table 55 – Read-rmt-partici-node-mgt-info-para-rsp-PDU specific values	118
Table 56 – Value of the data element of Read-rmt-partici-node-mgt-info-RspData	120
Table 57 – Read-rmt- node-mgt-info-para-req-PDU specific values	120
Table 58 – Read-rmt- node-mgt-info-para-rsp-PDU specific values	121
Table 59 – Value of the data element of Rmt-node-mgt-info-paraData	122
Table 60 – Bit definition of Node status	123
Table 61 – Read-rmt-node-set-info-para-req-PDU specific values	123
Table 62 – Read-rmt-node-set-info-para-rsp-PDU specific values	124
Table 63 – Value of the data element of Set-info-para-read-data	125
Table 64 – Rest-node-req-PDU specific values	125
Table 65 – Rest-node-rsp-PDU specific values	126
Table 66 – Cyclic-data-w/wo-ACK-PDU specific values	126
Table 67 – Extended-cyclic-data-PDU specific values	127
Table 68 – Value of the element of ACKdata	128
Table 69 – Value of R_STSx field	128
Table 70 – Extended-participation-req-PDU specific values	129
Table 71 – Extended-network-parameter-read-req-PDU specific values	130
Table 72 – Extended-network-parameter-read-rsp-PDU specific values	131
Table 73 – Values of data elements of Ex-Net-para-Rd-rspData	131
Table 74 – Ex-network-parameter-write-req-PDU specific values	133
Table 75 – Ex-network-parameter-write-rsp-PDU specific values	134
Table 76 – Values of data elements of Ex-Net-para-Wrt-reqData	135
Table 77 – Value of R_STSx field	137
Table 78 – Functions used in state tables	143
Table 79 – Cyclic-data primitives between FAL user and FSPM	147
Table 80 – State table of Cyclic-data protocol machine	148
Table 81 – Message-data primitives between FAL user and FSPM	150
Table 82 – State table of Message-data protocol machine	154
Table 83 – Load measurement primitives between FAL user and FSPM	163
Table 84 – State table of Load measurement protocol machine	164
Table 85 – GP command server primitives between FAL user and FSPM	168
Table 86 – State table of General purpose command server protocol machine	169
Table 87 – Primitives used in network management protocol machine	170

Table 88 – State table of Network management protocol machine.....	172
Table 89 – Cyclic-TX/RX control primitives between FSPM and ARPM	175
Table 90 – State table of Cyclic-TX/RX control.....	176
Table 91 – Message-TX/RX control primitives between FSPM and ARPM.....	177
Table 92 – State table of Message-TX/RX control	177
Table 93 – Command server TX/RX primitives between FSPM and ARPM	178
Table 94 – State table of Command server TX/RX protocol machine.....	178
Table 95 – AR control primitives between FSPM and ARPM	179
Table 96 – Overall AR control state table	181
Table 97 – State table for message-data transmission	196
Table 98 – State table for ACK creation and message-data reception	200
Table 99 – Mapping of DMPM primitives and DLL service primitives	203
Table 100 – Supposed Transport service primitives	203
Table 101 – Mapping of output and input ports to DL-SAP	204

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELDBUS SPECIFICATIONS –****Part 6-26: Application layer protocol specification –
Type 26 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 61158-6-26 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 second edition cancels and replaces the first 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) expand Common-memory-area as a new Common-memory-area-3 (CM3);
- b) add new protocol elements with expansion of Common-memory-area:
 - Extended-cyclic-data transfer element;
 - Extended-participation-request element;
 - Extended-network-parameter-read element;
 - Extended-network-parameter-write element.

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

Draft	Report on voting
65C/1204/FDIS	65C/1245/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, published under the general title *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*, can be found on the IEC web site.

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

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

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

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 6-26: Application layer protocol specification – Type 26 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 26 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 26 of the 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 machine defining the application service behavior visible between communicating application entities; and
- the application relationship state machines defining the communication behavior visible between communicating application entities.

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

- define the wire-representation of the service primitives defined in IEC 61158-5-26, and
- define the externally visible behavior associated with their transfer.

This document specifies the protocol of the Type 26 fieldbus Application Layer, in conformance to the OSI Basic Reference Model (see ISO/IEC 7498-1) and the OSI Application Layer Structure (see 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 syntax and behavior of the application layer protocol that conveys the application layer services defined in IEC 61158-5-26.

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 subparts of the 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.

There is no conformance of equipment to the application layer service definition standard. Instead, 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 61158-5-26:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specification – Part 5-26: Application layer service definition – Type 26 elements*

IEC 61784-2-21:2023, *Industrial networks – Profiles – Part 2-21: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 21*

ISO/IEC 7498-1, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 1: 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 8822, *Information technology – Open Systems Interconnection – Presentation service definition*

ISO/IEC 8824-1, *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1) – Part 1: Specification of basic notation*

ISO/IEC 8825-1, *Information technology – ASN.1 encoding rules: Specification of Basic Encoding Rules (BER), Canonical Encoding Rules (CER) and Distinguished Encoding Rules (DER)*

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

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

IETF RFC 768, J. Postel, *User Datagram Protocol*, August 1980, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc768> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 791, J. Postel, *Internet Protocol*, September 1981, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc791> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 792, J. Postel, *Internet Control Message Protocol*, September 1981, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc792> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 793, J. Postel, *Transmission Control Protocol*, September 1981, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc793> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 796, J. Postel, *Address mappings*, September 1981, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc796> [viewed 2022-02-18]

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 2022-02-18]

IETF RFC 894, C. Hornig, *A Standard for the Transmission of IP Datagrams over Ethernet*, April 1984, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc894> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 919, J.C. Mogul, *Broadcasting Internet Datagrams*, October 1984, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc919> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 922, J.C. Mogul, *Broadcasting Internet datagrams in the presence of subnets*, October 1984, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc922> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 950, J.C. Mogul and J. Postel, *Internet Standard Subnetting Procedure*, August 1985, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc950> [viewed 2022-02-18]

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	217
INTRODUCTION.....	219
1 Domaine d'application	220
1.1 Généralités	220
1.2 Spécifications	221
1.3 Conformité	221
2 Références normatives	221
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	222
3.1 Termes et définitions des autres normes ISO/IEC	223
3.1.1 Termes et définitions de l'ISO/IEC 7498-1	223
3.1.2 Termes et définitions de l'ISO/IEC 8822	223
3.1.3 Termes et définitions de l'ISO/IEC 9545	223
3.1.4 Termes et définitions de l'ISO/IEC 8824-1	223
3.1.5 Termes et définitions de l'ISO/IEC 8825-1	224
3.2 Termes et définitions spécifiques au type 26.....	224
3.3 Abréviations et symboles	228
3.4 Conventions.....	231
3.4.1 Conventions utilisées dans les diagrammes d'états	231
3.4.2 Conventions pour la description de la syntaxe abstraite.....	232
3.4.3 Convention pour les bits et octets réservés.....	232
3.4.4 Conventions pour la description de bit en octets	233
4 Description de la syntaxe FAL	233
4.1 Généralités	233
4.2 Vue d'ensemble du bus de terrain de Type 26.....	234
4.2.1 Champ d'application et mémoire commune.....	234
4.2.2 Structure du protocole de type 26	235
4.2.3 Structure de la FAL de type 26	236
4.2.4 Couche liaison de données.....	237
4.3 Principe de fonctionnement.....	238
4.3.1 Vue d'ensemble	238
4.3.2 Maintenance de l'anneau logique.....	238
4.3.3 Ajout de nœud.....	242
4.3.4 Nœud au sein d'un anneau logique.....	247
4.3.5 Retrait de nœud.....	248
4.3.6 Transmission de données	248
4.3.7 Trames de transmission de données.....	259
4.4 Syntaxe abstraite de PDU FAL.....	263
4.4.1 Syntaxe abstraite de base	263
4.4.2 Transparent-msg-PDU	266
4.4.3 PDU Token	266
4.4.4 Participation-req-PDU	267
4.4.5 PDU Byte-block-read	267
4.4.6 PDU Byte-block-write.....	267
4.4.7 PDU Word-block-read	267
4.4.8 PDU Word-block-write	268
4.4.9 PDU Network-parameter-read	268
4.4.10 PDU Network-parameter-write	268

4.4.11	PDU Stop-command	268
4.4.12	PDU Operation-command	269
4.4.13	PDU Profile-read	269
4.4.14	PDU Trigger	269
4.4.15	PDU Log-data-read	269
4.4.16	PDU Log-data-clear	270
4.4.17	PDU Message-return	270
4.4.18	PDU Vendor-specific-msg	270
4.4.19	PDU Start-TK-hld-time-mrmt	270
4.4.20	PDU Terminate-TK-hld-time-mrmt	271
4.4.21	PDU Start-GP_Comm-sndr-log	271
4.4.22	PDU Terminate-GP_Comm-sndr-log	271
4.4.23	PDU Set-remote-node-config-paraO	271
4.4.24	PDU Read-rmt-partici-node-mgt-info-para	272
4.4.25	PDU Read-rmt- node-mgt-info-para	272
4.4.26	PDU Read-rmt-node-set-info-para	272
4.4.27	PDU Reset-node	272
4.4.28	PDU Cyclic-data	273
4.4.29	Extended-participation-req-PDU	273
4.4.30	PDU Extended-network-parameter-read	273
4.4.31	PDU Extended-network-parameter-write	274
4.5	Affectations de types de données	274
5	Syntaxe de transfert	275
5.1	Règles d'encodages	275
5.1.1	Codage de base	275
5.1.2	Codage non signé de longueur fixe	276
5.1.3	Codage BitString de longueur fixe	276
5.1.4	Codage OctetString	276
5.1.5	Codage de SEQUENCE	276
5.2	Encodage des éléments PDU	276
5.2.1	FALARHeader	276
5.2.2	PDU Transparent-msg	280
5.2.3	PDU Token	281
5.2.4	Participation-req-PDU	282
5.2.5	PDU Byte-block-read	282
5.2.6	PDU Byte-block-write	284
5.2.7	PDU Word-block-read	286
5.2.8	PDU Word-block-write	288
5.2.9	PDU Network-parameter-read	290
5.2.10	PDU Network-parameter-write	293
5.2.11	PDU Stop-command	296
5.2.12	PDU Operation-command	298
5.2.13	PDU Profile-read	299
5.2.14	PDU Trigger	302
5.2.15	PDU Log-data-read	303
5.2.16	PDU Log-data-clear	309
5.2.17	PDU Message-return	311
5.2.18	PDU Vendor-specific-msg	313
5.2.19	PDU Start-TK-hld-time-mrmt	316

5.2.20	PDU Terminate-TK-hld-time-mrmt.....	317
5.2.21	PDU Start-GP_Comm-sndr-log	320
5.2.22	PDU Terminate-GP_Comm-sndr-log	321
5.2.23	PDU Set-remote-node-config-paraO	324
5.2.24	PDU Read-rmt-partici-node-mgt-info-para.....	328
5.2.25	PDU Read-rmt- node-mgt-info-para	330
5.2.26	PDU Read-rmt-node-set-info-para	333
5.2.27	PDU Reset-node.....	335
5.2.28	PDU Cyclic-data	336
5.2.29	PDU de demande de participation étendue	339
5.2.30	PDU Extended-network-parameter-read.....	339
5.2.31	PDU Extended-network-parameter-write	342
6	Structure des diagrammes d'état des protocoles FAL	346
6.1	Vue d'ensemble	346
6.2	Variables, paramètres, temporisateurs, compteurs, listes et files d'attente communs	347
6.2.1	V(3CWT), P(3CWT), T(3CWT): Durée de trois cycles de circulation du jeton	347
6.2.2	V(ACK): ACK reçu	347
6.2.3	V(ACK_TN): ACK vers ce nœud	348
6.2.4	V(AWT), P(AWT), T(AWT): Période d'attente pour recevoir un acquiescement de message	348
6.2.5	V(CBN): Numéro de fragment en cours pour la transmission de données cycliques fragmentées	348
6.2.6	V(CTFG): Transfert de fragment de données cycliques.....	348
6.2.7	V(CTRen), P(CTRen): Données cycliques sur l'activation de réception CM1 et CM2	348
6.2.8	V(CTRQ): Demande de transfert de données cycliques	349
6.2.9	V(ExCTRQ): Demande de transfert de données cycliques de CM3	349
6.2.10	C(ExCT): Compte cumulé de la transmission de données cycliques étendues	349
6.2.11	V(ExCTRen), P(ExCTRen): Activation de la réception de données cycliques sur CM3	349
6.2.12	V(ExTBN), P(ExTBN): Nombre total de fragments de données cycliques sur CM3	349
6.2.13	V(ExTSZ), P(ExTSZ): Taille totale des données cycliques sur CM3	349
6.2.14	C(MCNT): Comptage cumulé des transmissions de messages acheminées	349
6.2.15	V(MCV): Transmissions de messages acheminées	349
6.2.16	V(MFT), P(MFT), T(MFT): Allowable-minimum-frame-interval-time (Durée d'intervalle de trame minimale admissible)	349
6.2.17	V(MmtCntType): Type de commande de la mesure.....	350
6.2.18	V(MRVRQ): Demande de réception de message.....	350
6.2.19	V(MSRQ): Demande de transfert de message	350
6.2.20	Q(MSRXQ): File d'attente de réception de message	350
6.2.21	Q(MTXQ): File d'attente de transmission de message.....	351
6.2.22	V(NMTP): Aucune transmission de messages au cours du cycle précédent	351
6.2.23	V(PAT), P(PAT), T(PAT): Temps d'acceptation de trame de demande de participation.....	351
6.2.24	V(PnMgtIF): Liste d'informations de gestion de nœud participant.....	351

6.2.25	V(PWT), T(PWT): Temps d'attente de transmission de trame de demande de participation.....	351
6.2.26	V(RCT): Durée de cycle de rafraîchissement admissible.....	352
6.2.27	V(RMT), T(RMT): Temps de mesure du cycle de rafraîchissement.....	352
6.2.28	C(RTX): Compteur de retransmission	352
6.2.29	V(SEQ): Liste des valeurs du numéro de séquence	352
6.2.30	V(SN): Nœud successeur	352
6.2.31	V(SrtMmt): Mesure lancée	352
6.2.32	Q(SVRXQ): File d'attente de réception de serveur	352
6.2.33	Q(SVTXQ): File d'attente de transmission de serveur	353
6.2.34	V(TBN), P(TBN): Nombre total de fragments de données cycliques sur CM1 et CM2	353
6.2.35	V(TDT), P(TDT), T(TDT): Temps de détection de jeton d'entrée	353
6.2.36	V(THT), P(THT), T(THT): Temps de conservation de jeton	353
6.2.37	V(TK): Détention du jeton	353
6.2.38	V(TKH): Nœud détenteur de jeton.....	353
6.2.39	V(TN): Numéro d'identifiant de nœud.....	353
6.2.40	V(TrWT), T(TrWT): Temps d'attente de transmission de trame de déclenchement	354
6.2.41	V(TSZ), P(TSZ): Taille totale des données cycliques sur CM1 et CM2	354
6.2.42	V(TW), P(TW), T(TW): Temps de chien de garde à jeton	354
6.2.43	V(VSEQ): Version de la liste des valeurs du numéro de séquence.....	354
6.3	Fonctions utilisées dans les tables d'état	354
7	Machine de protocole de service FAL (FSPM)	358
7.1	Vue d'ensemble	358
7.2	Machine de protocole de données cycliques	358
7.2.1	Vue d'ensemble	358
7.2.2	Primitives de données cycliques entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM	359
7.2.3	Table d'état	359
7.3	Machine de protocole de données textuelles.....	362
7.3.1	Vue d'ensemble	362
7.3.2	Primitive de données de message entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM	362
7.3.3	Table d'état	366
7.4	Machine de protocole de mesure de charge	376
7.4.1	Vue d'ensemble	376
7.4.2	Primitives de mesure de charge entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM	376
7.4.3	Table d'état	377
7.5	Machine de protocole de serveur de communication générale.....	381
7.5.1	Vue d'ensemble	381
7.5.2	Primitives du serveur de commande d'usage général entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM	381
7.5.3	Table d'état	382
7.6	Machine de protocole de gestion de réseau	384
7.6.1	Vue d'ensemble	384
7.6.2	Primitives de gestion de réseau	384
7.6.3	Table d'état	385
8	Machine de protocole de relation d'application (ARPM)	388

8.1	Vue d'ensemble	388
8.2	Contrôle TX/RX cyclique	389
8.2.1	Vue d'ensemble	389
8.2.2	Primitives de commande TX/RX cyclique entre les machines FSPM et ARPM	389
8.2.3	Table d'état	390
8.3	Contrôle TX/RX de messages	391
8.3.1	Vue d'ensemble	391
8.3.2	Primitives de commande TX/RX de message entre les machines FSPM et ARPM	391
8.3.3	Table d'état	391
8.4	Contrôle TX/RX de commandes serveur	392
8.4.1	Vue d'ensemble	392
8.4.2	Primitives TX/RX de serveur de commande entre les machines FSPM et ARPM	393
8.4.3	Table d'état	393
8.5	Commande AR	393
8.5.1	Vue d'ensemble	393
8.5.2	Primitives de commande AR entre les machines FSPM et ARPM	394
8.5.3	Table d'état	394
9	Machine de protocole de mapping DLL (DMPM)	417
9.1	Vue d'ensemble	417
9.2	Mapping des primitives de services DMPM et DLL	418
9.3	Mapping du port de service DMPM avec le DLSAP	419
9.4	Mapping de l'adresse de réseau sur chaque nœud	420
	Bibliographie	422
	Figure 1 – Identification des bits au sein d'un octet	233
	Figure 2 – Identification des bits au sein de plusieurs octets (cas de quatre octets)	233
	Figure 3 – Partage de données avec la CM	235
	Figure 4 – Pile de protocole des bus de terrain de type 26	236
	Figure 5 – Structure des ASE pour la FAL de type 26	237
	Figure 6 – Circulation d'un jeton sur un anneau logique	239
	Figure 7 – Récupération de l'anneau logique	241
	Figure 8 – Cas de démarrage simultané avec un autre nœud	244
	Figure 9 – Cas de démarrage seul	245
	Figure 10 – Ajout de nœud: état de démarrage en anneau	247
	Figure 11 – Partage de données avec la CM	249
	Figure 12 – Configuration de la mémoire commune	250
	Figure 13 – Exemple de série de plusieurs trames de données cycliques étendues	251
	Figure 14 – APDU de trames de données cycliques contenant des données fragmentées	252
	Figure 15 – Exemple de diagramme séquentiel d'ACK sur le canal UDP	256
	Figure 16 – Confirmation de livraison vérifiée par le protocole TCP	257
	Figure 17 – Série de trames de données et une trame de jeton	260
	Figure 18 – Structure de trame	261
	Figure 19 – Structure de Trans-msgData	281

Figure 20 – Structure de B_Blк_Rd_rspData avec M_RLT = 0	284
Figure 21 – Structure de B_Blк_Rd_rspData avec M_RLT = 1	284
Figure 22 – Structure de B_Blк_Wt_reqDat.....	285
Figure 23 – Structure de B_Blк_Wt_rspData avec M_RLT = 1.....	286
Figure 24 – Structure de W_Blк_Rd_rspData avec M_RLT = 0.....	287
Figure 25 – Structure de W_Blк_Rd_rspData pour M_RLT = 1	288
Figure 26 – Structure de W_Blк_Wt_reqDat.....	289
Figure 27 – Structure de W_Blк_Wt_rspData avec M_RLT = 1.....	290
Figure 28 – Structure de Net-para-Rd-rspData avec M_RLT = 0	292
Figure 29 – Structure de Net-para-Rd-rspData avec M_RLT = 1	293
Figure 30 – Structure de Net-para-Wrt-reqData.....	295
Figure 31 – Structure de Net-para-Wrt-rspData avec M_RLT = 1	296
Figure 32 – Structure de Stop-cmdData avec M_RLT = 1.....	297
Figure 33 – Structure de Op-cmdData avec M_RLT = 1	299
Figure 34 – Structure de Profile-readData avec M_RLT = 0	301
Figure 35 – Structure de Profile-readData avec M_RLT = 1	302
Figure 36 – Structure de Log-readData avec M_RLT = 0.....	305
Figure 37 – Structure de Log-readData avec M_RLT = 1.....	309
Figure 38 – Structure de Log-clearData	311
Figure 39 – Structure de Msg-return-reqData.....	312
Figure 40 – Structure de Msg-return-rspData	313
Figure 41 – Structure de V_msg_reqData	315
Figure 42 – Structure de V_msg_rspData pour le cas où M_RLT = 0	315
Figure 43 – Structure de V_msg_rspData pour le cas où M_RLT = 1	316
Figure 44 – Résultat de mesure du temps de conservation de jeton.....	319
Figure 45 – Structure de Sndr-logData.....	324
Figure 46 – Structure de Set-remote-node-config-para-ReqData.....	326
Figure 47 – Structure de Set-remote-node-config-para-RspData	327
Figure 48 – Structure de Read-rmt-partici-node-mgt-info-ReqData.....	329
Figure 49 – Structure de Read-rmt-partici-node-mgt-info-RspData	329
Figure 50 – Structure de Rmt-node-mgt-info-paraData	332
Figure 51 – Structure de Set-info-para-read-data	334
Figure 52 – Structure de ACKdata	338
Figure 53 – Structure de Ex-Net-para-Rd-rspData avec M_RLT = 0	341
Figure 54 – Structure de Ex-Net-para-Rd-rspData avec M_RLT = 1	342
Figure 55 – Structure de Ex-Net-para-Wrt-reqData	344
Figure 56 – Structure de Ex-Net-para-Wrt-rspData avec M_RLT = 1	345
Figure 57 – Relations entre les machines de protocole de FAL	347
Figure 58 – Structure globale de la machine FSPM.....	358
Figure 59 – Schéma de transition d'états de la machine de protocole de données cycliques	360
Figure 60 – Schéma de transition d'états de la machine de protocole de données de message.....	366

Figure 61 – Schéma de transition d'états de la machine de protocole de mesure de charge	377
Figure 62 – Schéma de transition d'états de la machine de protocole de serveur de commande d'usage général	382
Figure 63 – Schéma de transition d'états de la machine de protocole de gestion de réseau	386
Figure 64 – Structure globale de la machine ARPM	389
Figure 65 – Schéma de transition d'états de commande TX/RX cyclique.....	390
Figure 66 – Schéma de transition d'états de la commande TX/RX de message.....	392
Figure 67 – Schéma de transition d'états de la machine de protocole TX/RX de serveur de commande	393
Figure 68 – Schéma de transition d'états global de la machine de protocole de commande AR	396
Figure 69 – Schéma de transition d'états pour la transmission de données de message	411
Figure 70 – Schéma de transition d'états pour la création d'ACK et la réception de données de message	414
Figure 71 – Structure globale de la machine DMPM.....	417
Figure 72 – Mapping de DLSAP	419
Figure 73 – Structure de l'adresse IP	421
Tableau 1 – Conventions utilisées pour les diagrammes d'états	231
Tableau 2 – Conventions utilisées dans les diagrammes d'états	231
Tableau 3 – Fonctions disponibles pour le transfert de données de message sur un canal UDP	254
Tableau 4 – Trame de transmission de données et valeur du TCD.....	262
Tableau 5 – Matrice des conditions de fonctionnement de la couche supérieure	278
Tableau 6 – Valeurs spécifiques à Transparent-msg PDU.....	280
Tableau 7 – Valeurs spécifiques à Token-PDU	281
Tableau 8 – Valeurs spécifiques à Participation-req-PDU	282
Tableau 9 – Valeurs spécifiques à Byte-block-read-req-PDU	283
Tableau 10 – Valeurs spécifiques à Byte-block-read-rsp-PDU.....	283
Tableau 11 – Valeurs spécifiques à Byte-block-write-req-PDU	284
Tableau 12 – Valeurs spécifiques à Byte-block-write-rsp-PDU	285
Tableau 13 – Valeurs spécifiques à Word-block-read-req-PDU	286
Tableau 14 – Valeurs spécifiques à Word-block-read-rsp-PDU	287
Tableau 15 – Valeurs spécifiques à Word-block-write-req-PDU.....	288
Tableau 16 – Valeurs spécifiques à Word-block-write-rsp-PDU	289
Tableau 17 – Valeurs spécifiques à Network-parameter-read-req-PDU	290
Tableau 18 – Valeurs spécifiques à Network-parameter-read-rsp-PDU	291
Tableau 19 – Valeurs des éléments de données de Net-para-Rd-rspData	292
Tableau 20 – Valeurs spécifiques à Network-parameter-write-req-PDU.....	294
Tableau 21 – Valeurs spécifiques à Network-parameter-write-rsp-PDU.....	294
Tableau 22 – Valeurs des éléments de données de Net-para-Wrt-reqData.....	295
Tableau 23 – Valeurs spécifiques à Stop-command-req-PDU.....	296
Tableau 24 – Valeurs spécifiques à Stop-command-rsp-PDU.....	297

Tableau 25 – Valeurs spécifiques à Operation-command-req-PDU	298
Tableau 26 – Valeurs spécifiques à Operation-command-rsp-PDU	298
Tableau 27 – Valeurs spécifiques à Profile-read-req-PDU	300
Tableau 28 – Valeurs spécifiques à Profile-read-rsp-PDU	300
Tableau 29 – Valeurs spécifiques à Trigger-PDU	303
Tableau 30 – Valeurs spécifiques à Log-data-read-req-PDU U	303
Tableau 31 – Valeurs spécifiques à Log-data-read-rsp-PDU	304
Tableau 32 – Contenu de Log-readData	305
Tableau 33 – Valeurs spécifiques à Log-data-clear-req-PDU	309
Tableau 34 – Valeurs spécifiques à Log-data-clear-rsp-PDU	310
Tableau 35 – Valeurs spécifiques à Message-return-req-PDU	311
Tableau 36 – Valeurs spécifiques à Message-return-rsp-PDU	312
Tableau 37 – Valeurs spécifiques à Vendor-specific-msg-req-PDU	313
Tableau 38 – Valeurs spécifiques à Vendor-specific-msg-rsp-PDU	314
Tableau 39 – Valeurs spécifiques à Start-TK-hld-time-mrmt-req-PDU	316
Tableau 40 – Valeurs spécifiques à Start-TK-hld-time-mrmt-rsp-PDU	317
Tableau 41 – Valeurs spécifiques à Terminate-TK-hld-time-mrmt-req-PDU	317
Tableau 42 – Valeurs spécifiques à Terminate-TK-hld-time-mrmt-rsp-PDU	318
Tableau 43 – Valeur de l'élément de données de TK-hld-timeData	319
Tableau 44 – Valeurs spécifiques à Start-GP_Comm-sndr-log-req-PDU	320
Tableau 45 – Valeurs spécifiques à Start-GP_Comm-sndr-log-rsp-PDU	321
Tableau 46 – Valeurs spécifiques à Terminate-GP_Comm-sndr-log-req-PDU	322
Tableau 47 – Valeurs spécifiques à Terminate-GP_Comm-sndr-log-rsp-PDU	323
Tableau 48 – Valeur de l'élément de données de Sndr-logData	324
Tableau 49 – Valeurs spécifiques à Set-remote-node-config-para-req-PDU	325
Tableau 50 – Valeurs spécifiques à Set-remote-node-config-para-rsp-PDU	325
Tableau 51 – Valeur de l'élément de données de Set-remote-node-config-para-ReqData	326
Tableau 52 – Définition des bits du fanion de mise à jour	327
Tableau 53 – Valeur de l'élément de données de Set-remote-node-config-para-RspData	327
Tableau 54 – Valeurs spécifiques à Read-rmt-partici-node-mgt-info-para-req-PDU	328
Tableau 55 – Valeurs spécifiques à Read-rmt-partici-node-mgt-info-para-rsp-PDU	328
Tableau 56 – Valeur de l'élément de données de Read-rmt-partici-node-mgt-info-RspData	330
Tableau 57 – Valeurs spécifiques à Read-rmt- node-mgt-info-para-req-PDU	330
Tableau 58 – Valeurs spécifiques à Read-rmt- node-mgt-info-para-rsp-PDU	331
Tableau 59 – Valeur de l'élément de données de Rmt-node-mgt-info-paraData	332
Tableau 60 – Définition des bits d'état du nœud	333
Tableau 61 – Valeurs spécifiques à Read-rmt-node-set-info-para-req-PDU	333
Tableau 62 – Valeurs spécifiques à Read-rmt-node-set-info-para-rsp-PDU	334
Tableau 63 – Valeur des éléments de données de Set-info-para-read-data	335
Tableau 64 – Valeurs spécifiques à Rest-node-req-PDU	335
Tableau 65 – Valeurs spécifiques à Rest-node-rsp-PDU	336

Tableau 66 – Valeurs spécifiques à Cyclic-data-w/wo-ACK-PDU.....	336
Tableau 67 – Valeurs spécifiques à Extended-cyclic-data-PDU.....	337
Tableau 68 – Valeur de l'élément de ACKdata.....	338
Tableau 69 – Valeur du champ R_STSx.....	338
Tableau 70 – Valeurs spécifiques à Extended-participation-req-PDU.....	339
Tableau 71 – Valeurs spécifiques à Extended-network-parameter-read-req-PDU.....	340
Tableau 72 – Valeurs spécifiques à Extended-network-parameter-read-rsp-PDU.....	341
Tableau 73 – Valeurs des éléments de données de Ex-Net-para-Rd-rspData.....	342
Tableau 74 – Valeurs spécifiques à Ex-network-parameter-write-req-PDU.....	343
Tableau 75 – Valeurs spécifiques à Ex-network-parameter-write-rsp-PDU.....	344
Tableau 76 – Valeurs des éléments de données de Ex-Net-para-Wrt-reqData.....	345
Tableau 77 – Valeur du champ R_STSx.....	348
Tableau 78 – Fonctions utilisées dans les tableaux d'états.....	354
Tableau 79 – Primitives de données cycliques entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM..	359
Tableau 80 – Table d'états de la machine de protocole de données cycliques.....	360
Tableau 81 – Primitives de données de message entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM.....	362
Tableau 82 – Table d'états de la machine de protocole de données de message.....	367
Tableau 83 – Primitives de mesure de charge entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM ..	376
Tableau 84 – Table d'états de la machine de protocole de mesure de charge.....	378
Tableau 85 – Primitives de serveur de commande d'usage général entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM.....	382
Tableau 86 – Table d'états de la machine de protocole du serveur de commande d'usage général.....	383
Tableau 87 – Primitives utilisées dans la machine de protocole de gestion de réseau.....	384
Tableau 88 – Table d'états de la machine de protocole de gestion de réseau.....	386
Tableau 89 – Primitives de commande TX/RX cyclique entre les machines FSPM et ARPM.....	390
Tableau 90 – Table d'états de commande TX/RX cyclique.....	391
Tableau 91 – Primitives de commande TX/RX de message entre les machines FSPM et ARPM.....	391
Tableau 92 – Table d'états de la commande TX/RX de message.....	392
Tableau 93 – Primitives TX/RX de serveur de commande entre les machines FSPM et ARPM.....	393
Tableau 94 – Table d'états de la machine de protocole TX/RX de serveur de commande.....	393
Tableau 95 – Primitives de commande AR entre les machines FSPM et ARPM.....	394
Tableau 96 – Table d'états globale de commande AR.....	396
Tableau 97 – Table d'états de la transmission des données de messages.....	411
Tableau 98 – Table d'états pour la création d'ACK et la réception de données de message.....	415
Tableau 99 – Mapping des primitives de service DMPM et des primitives de service DLL ...	418
Tableau 100 – Primitives de service de transport présumées.....	418
Tableau 101 – Mapping des ports de sortie et d'entrée avec DL-SAP.....	420

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –
SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –****Partie 6-26: Spécification du protocole de la couche application –
Éléments de type 26**

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 61158-6-26 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité technique 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première 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) élargissement de la zone de mémoire commune comme une nouvelle zone de mémoire commune 3 (CM3);
- b) ajouter de nouveaux éléments de protocole avec l'extension de la zone de mémoire commune:
 - Élément de transfert de données cycliques étendues;
 - Élément de demande de participation étendue;
 - Élément de lecture de paramètres de réseau étendue;
 - Élément d'écriture de paramètre de réseau étendue.

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. 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 cette publication 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 à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 61158 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 traite, en particulier, de la communication et de l'interfonctionnement des capteurs, effecteurs et autres appareils d'automatisation. L'utilisation conjointe du présent document avec d'autres normes entrant dans les modèles de référence OSI ou de bus de terrain permet à des systèmes qui ne pourraient pas, sans cela, fonctionner ensemble dans toute combinaison.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 6-26: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de type 26

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. À cet égard, la FAL peut être vue comme une "fenêtre entre des 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 26. 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 le comportement visible de l'extérieur fourni par la couche application de bus de terrain de type 26 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 de la présente norme est de définir le protocole fourni à:

- définir la représentation filaire des primitives de service définies dans l'IEC 61158-5-26; 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 26, conformément au modèle de référence de base de l'OSI (voir ISO/IEC 7498-1) et à la structure de couche application OSI (voir ISO/IEC 9545).

Les services et protocoles FAL sont fournis par des entités d'application FAL présentes dans les processus d'application. Une entité AE de couche FAL se compose d'un ensemble d'éléments de service d'application (ASE) orientés objet et d'une entité de gestion de couche (LME) qui gère l'entité AE. Les éléments de service d'application proposent des services de communication opérant sur un ensemble de classes d'objets de processus d'application (APO) connexes. L'un des éléments de service d'application FAL est un ASE de gestion qui fournit un ensemble commun de services de gestion des instances de classes FAL.

Bien que ces services spécifient, du point de vue des applications, la manière dont les demandes et les réponses sont données et délivrées, ils ne précisent pas ce qu'il est nécessaire que les applications demandeuses et répondantes en fassent. En d'autres termes, les aspects liés au comportement des applications ne sont pas précisés; seule est spécifiée une définition des demandes et réponses qu'elles peuvent envoyer/recevoir. Cela permet d'assurer une plus grande souplesse aux utilisateurs FAL quant à la normalisation du comportement de ce type d'objet. Outre ces services, 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 objectif principal de spécifier la syntaxe et le comportement du protocole de la couche Application qui transmet les services de la couche Application définis dans l'IEC 61158-5-26.

Un objectif secondaire est de fournir des trajets de migration à partir de protocoles de communication industriels préexistants. Ce dernier objectif explique la diversité des protocoles normalisés dans les sous-parties de la série IEC 61158-6.

1.3 Conformité

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

Il n'est pas défini de conformité d'équipement à la présente norme de définition des services de couche application. À la place, la conformité est obtenue par la mise en œuvre de cette spécification de protocole de 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 61158-5-26:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-26: Définition des services de la couche application – Éléments de type 26*

IEC 61784-2-21:2023, *Réseaux industriels – Profils – Partie 2-21: Additional real-time fieldbus profiles based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 – CPF 21* (disponible en anglais seulement)

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

ISO/IEC 8822, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Définition du service de présentation*

ISO/IEC 8824-1, *Technologies de l'information – Notation de syntaxe abstraite numéro un (ASN.1) – Partie 1: Spécification de la notation de base*

ISO/IEC 8825-1, *Technologies de l'information – Règles de codage ASN.1: Specification of Basic Encoding Rules (BER), Canonical Encoding Rules (CER) and Distinguished Encoding Rules (DER)* (disponible en anglais seulement)

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*

IETF RFC 768, J. Postel, *User Datagram Protocol*, août 1980, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc768> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 791, J. Postel, *Internet Protocol*, septembre 1981, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc791> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 792, J. Postel, *Internet Control Message Protocol*, septembre 1981, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc792> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 793, J. Postel, *Transmission Control Protocol*, septembre 1981, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc793> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 796, J. Postel, *Address mappings*, septembre 1981, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc796> [consulté le 18/02/2022]

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> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 894, C. Hornig, *A Standard for the Transmission of IP Datagrams over Ethernet*, avril 1984, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc894> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 919, J.C. Mogul, *Broadcasting Internet Datagrams*, octobre 1984, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc919> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 922, J.C. Mogul, *Handbook Internet datagrams in the presence of subnets*, octobre 1984, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 950, J.C. Mogul et J. Postel, *Internet Standard Subnetting Procedure*, août 1985, disponible à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc950> [consulté le 18/02/2022]