

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40, 35.100.70, 35.110

ISBN 978-2-8322-7787-4

**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.....	14
INTRODUCTION.....	17
1 Scope.....	18
1.1 General.....	18
1.2 Specifications	18
1.3 Conformance	19
2 Normative references	19
3 Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	21
3.1 Terms and definitions from other ISO/IEC standards.....	21
3.1.1 Terms and definitions from ISO/IEC 7498	21
3.1.2 Terms and definitions from ISO/IEC 9545	21
3.1.3 Terms and definitions from ISO/IEC 8824	22
3.1.4 Terms and definitions from ISO/IEC 8825	22
3.2 Terms and definitions from IEC 61158	22
3.3 Additional terms and definitions	22
3.4 Abbreviated terms and symbols	30
3.5 Conventions.....	30
3.5.1 General concept	30
3.5.2 Attribute specification	31
3.5.3 Common services	31
3.5.4 State machine conventions	34
4 Abstract syntax.....	36
4.1 FAL PDU abstract syntax	36
4.1.1 General	36
4.1.2 PDU structure.....	36
4.1.3 UCMM_PDUs	39
4.1.4 Transport_Headers.....	40
4.1.5 CM_PDUs.....	43
4.1.6 CM PDU components	56
4.1.7 MR headers	65
4.1.8 OM_Service_PDU.....	66
4.1.9 Message and connection paths.....	130
4.1.10 Class, attribute and service codes	146
4.1.11 Error codes.....	154
4.2 Data abstract syntax specification.....	169
4.2.1 Transport format specification.....	169
4.2.2 Abstract syntax notation	170
4.2.3 Control network data specification	170
4.2.4 Data type specification / dictionaries.....	172
4.3 Encapsulation abstract syntax.....	174
4.3.1 Encapsulation protocol	174
4.3.2 Encapsulation messages	175
4.3.3 Command descriptions	178
4.3.4 Common packet format.....	190
5 Transfer syntax.....	194
5.1 Compact encoding	194

5.1.1	Encoding rules.....	194
5.1.2	Encoding constraints	195
5.1.3	Examples.....	195
5.2	Data type reporting	202
5.2.1	Object data representation.....	202
5.2.2	Elementary data type reporting	202
5.2.3	Constructed data type reporting.....	203
6	Structure of FAL protocol state machines	209
7	AP-Context state machine	210
7.1	Overview.....	210
7.2	Connection object state machine	210
7.2.1	I/O Connection instance behavior	210
7.2.2	Bridged Connection instance behavior	215
7.2.3	Explicit Messaging Connection instance behavior	217
8	FAL service protocol machine (FSPM).....	219
8.1	General.....	219
8.2	Primitive definitions.....	219
8.3	Parameters of primitives	224
8.4	FSPM state machines	225
9	Application relationship protocol machines (ARPMs)	225
9.1	General.....	225
9.2	Connection-less ARPM (UCMM)	226
9.2.1	General	226
9.2.2	Primitive definitions	226
9.2.3	Parameters of primitives	227
9.2.4	UCMM state machines.....	228
9.2.5	Examples of UCMM sequences	233
9.2.6	Management UCMM	235
9.3	Connection-oriented ARPMs (transports)	236
9.3.1	Transport PDU buffer.....	236
9.3.2	Transport classes	237
9.3.3	Common primitive definitions.....	237
9.3.4	Parameters of common primitives	238
9.3.5	Transport state machines – class 0.....	238
9.3.6	Transport state machines – class 1.....	242
9.3.7	Transport state machines – class 2.....	247
9.3.8	Transport state machines – class 3.....	255
10	DLL mapping protocol machine 1 (DMPM 1).....	265
10.1	General.....	265
10.2	Link producer	265
10.3	Link consumer	266
10.4	Primitive definitions.....	266
10.4.1	Primitives exchanged between DMPM and ARPM.....	266
10.4.2	Parameters of ARPM/DMPM primitives	266
10.4.3	Primitives exchanged between data-link layer and DMPM.....	266
10.4.4	Parameters of DMPM/Data-link Layer primitives	267
10.4.5	Network connection ID.....	268
10.5	DMPM state machine	268

10.5.1	DMPM states	268
10.5.2	Functions used by DMPM	270
10.6	Data-link Layer service selection.....	270
11	DLL mapping protocol machine 2 (DMPM 2)	270
11.1	General.....	270
11.2	Mapping of UCMM PDUs	270
11.2.1	General	270
11.2.2	Common requirements for Connection Manager PDU's.....	272
11.2.3	Forward_Open PDU for class 2 and class 3 connections	274
11.2.4	Forward_Open for class 0 and class 1 connections.....	274
11.2.5	Forward_close	279
11.3	Mapping of transport class 0 and class 1 PDUs.....	279
11.3.1	Class 0 and class 1 PDUs.....	279
11.3.2	No dependency on TCP connections	279
11.3.3	Class 0 and class 1 packet ordering	280
11.3.4	Screening incoming connected data	280
11.4	Mapping of transport class 2 and class 3 PDU's.....	280
11.5	IGMP Usage	281
11.5.1	Background (informative).....	281
11.5.2	IGMP Membership Report messages	282
11.5.3	IGMP Leave Group messages	282
11.6	Quality of Service (QoS) for Type 2 Ethernet messages.....	282
11.6.1	Overview	282
11.6.2	DSCP format	283
11.6.3	IEEE Std 802.1Q-2018 format.....	284
11.6.4	Mapping Type 2 traffic to DSCP and IEEE Std 802.1Q-2018.....	284
11.6.5	Usage of DSCP for Type 2 Ethernet	285
11.6.6	Usage of IEEE Std 802.1Q-2018 for Type 2 Ethernet.....	285
11.6.7	User considerations with IEEE Std 802.1Q-2018	286
11.7	Encapsulation using TCP	286
11.7.1	General	286
11.7.2	Management of a TCP encapsulation session.....	286
11.7.3	TCP connection management	287
11.8	Encapsulation using UDP.....	288
12	DLL mapping protocol machine 3 (DMPM 3)	288
	Bibliography.....	289
	Figure 1 – Attribute table format and terms	31
	Figure 2 – Service request/response parameter.....	31
	Figure 3 – Example of an STD	34
	Figure 4 – Network connection parameters	56
	Figure 5 – Priority/Tick_time bit definition	59
	Figure 6 – Member ID/EX description (WORD).....	74
	Figure 7 – Transport Class Trigger attribute.....	118
	Figure 8 – DN_initial_comm_characteristics attribute format.....	122
	Figure 9 – Segment type.....	131
	Figure 10 – Port segment.....	132

Figure 11 – Logical segment encoding	134
Figure 12 – Extended network segment	141
Figure 13 – Symbolic segment encoding	142
Figure 14 – Encapsulation message	175
Figure 15 – FixedLengthBitString compact encoding bit placement rules	199
Figure 16 – Example compact encoding of a SWORD FixedLengthBitString.....	199
Figure 17 – Example compact encoding of a WORD FixedLengthBitString.....	199
Figure 18 – Example compact encoding of a DWORD FixedLengthBitString	200
Figure 19 – Example compact encoding of a LWORD FixedLengthBitString	200
Figure 20 – Example 1 of formal encoding of a structure type specification.....	205
Figure 21 – Example 2 of formal encoding of a structure type specification.....	205
Figure 22 – Example 3 of formal encoding of a handle structure type specification	206
Figure 23 – Example 4 of formal encoding of a handle structure type specification	206
Figure 24 – Example 5 of abbreviated encoding of a structure type specification	207
Figure 25 – Example 1 of formal encoding of an array type specification.....	207
Figure 26 – Example 2 of formal encoding of an array type specification.....	208
Figure 27 – Example 1 of abbreviated encoding of an array type specification	209
Figure 28 – Example 2 of abbreviated encoding of an array type specification	209
Figure 29 – I/O Connection object state transition diagram	210
Figure 30 – Bridged Connection object state transition diagram	215
Figure 31 – Explicit Messaging Connection object state transition diagram	217
Figure 32 – State transition diagram of UCMM client9.....	229
Figure 33 – State transition diagram of high–end UCMM server.....	231
Figure 34 – State transition diagram of low–end UCMM server	233
Figure 35 – Sequence diagram for a UCMM with one outstanding message.....	234
Figure 36 – Sequence diagram for a UCMM with multiple outstanding messages.....	235
Figure 37 – TPDU buffer	236
Figure 38 – Data flow diagram using a client transport class 0 and server transport class 0	239
Figure 39 – Sequence diagram of data transfer using transport class 0.....	239
Figure 40 – Class 0 client STD	240
Figure 41 – Class 0 server STD	241
Figure 42 – Data flow diagram using client transport class 1 and server transport class 1	242
Figure 43 – Sequence diagram of data transfer using client transport class 1 and server transport class 1	243
Figure 44 – Class 1 client STD	245
Figure 45 – Class 1 server STD	246
Figure 46 – Data flow diagram using client transport class 2 and server transport class 2.....	248
Figure 47 – Diagram of data transfer using client transport class 2 and server transport class 2 without returned data	249
Figure 48 – Sequence diagram of data transfer using client transport class 2 and server transport class 2 with returned data	250
Figure 49 – Class 2 client STD	251

Figure 50 – Class 2 server STD	253
Figure 51 – Data flow diagram using client transport class 3 and server transport class 3	256
Figure 52 – Sequence diagram of data transfer using client transport class 3 and server transport class 3 without returned data	257
Figure 53 – Sequence diagram of data transfer using client transport class 3 and server transport class 3 with returned data	258
Figure 54 – Class 3 client STD	260
Figure 55 – Class 3 server STD	263
Figure 56 – Data flow diagram for a link producer and consumer	265
Figure 57 – State transition diagram for a link producer	269
Figure 58 – State transition diagram for a link consumer.....	270
Figure 59 – DS field in the IP header	284
Figure 60 – IEEE Std 802.1Q-2018 tagged frame.....	284
Table 1 – Get_Attributes_All response service rules	32
Table 2 – Example class level object/service specific response data of Get_Attributes_All.....	32
Table 3 – Set_Attributes_All request service rules	33
Table 4 – Example request data of Set_Attributes_All.....	33
Table 5 – State event matrix format	35
Table 6 – Example state event matrix	35
Table 7 – UCMM_PDU header format	39
Table 8 – UCMM command codes.....	39
Table 9 – Transport class 0 header.....	40
Table 10 – Transport class 1 header.....	40
Table 11 – Transport class 2 header.....	40
Table 12 – Transport class 3 header.....	41
Table 13 – Real-time data header – exclusive owner	41
Table 14 – Real-time data header– redundant owner	41
Table 15 – Forward_Open request format.....	46
Table 16 – Forward_Open_Good response format	47
Table 17 – Forward_Open_Bad response format	47
Table 18 – Large_Forward_Open request format	48
Table 19 – Large_Forward_Open_Good response format	49
Table 20 – Large_Forward_Open_Bad response format.....	49
Table 21 – Forward_Close request format.....	50
Table 22 – Forward_Close_Good response format.....	50
Table 23 – Forward_Close_Bad response format.....	51
Table 24 – Unconnected_Send request format.....	52
Table 25 – Unconnected_Send_Good response format.....	52
Table 26 – Unconnected_Send_Bad response format	53
Table 27 – Get_Connection_Data request format.....	54
Table 28 – Get_Connection_Data response format	54

Table 29 – Search_Connection_Data request format 55

Table 30 – Get_Connection_Owner request format 55

Table 31 – Get_Connection_Owner response format 56

Table 32 – Time-out multiplier..... 59

Table 33 – Tick time units 60

Table 34 – Encoded application path ordering..... 64

Table 35 – Transport class, trigger and Is_Server format 65

Table 36 – MR_Request_Header format 65

Table 37 – MR_Response_Header format..... 66

Table 38 – Structure of Get_Attributes_All_ResponsePDU body 66

Table 39 – Structure of Set_Attributes_All_RequestPDU body 67

Table 40 – Structure of Get_Attribute_List_RequestPDU body 67

Table 41 – Structure of Get_Attribute_List_ResponsePDU body 67

Table 42 – Structure of Set_Attribute_List_RequestPDU body 67

Table 43 – Structure of Set_Attribute_List_ResponsePDU body..... 68

Table 44 – Structure of Reset_RequestPDU body 68

Table 45 – Structure of Reset_ResponsePDU body 68

Table 46 – Structure of Start_RequestPDU body 68

Table 47 – Structure of Start_ResponsePDU body 68

Table 48 – Structure of Stop_RequestPDU body 69

Table 49 – Structure of Stop_ResponsePDU body 69

Table 50 – Structure of Create_RequestPDU body 69

Table 51 – Structure of Create_ResponsePDU body..... 69

Table 52 – Structure of Delete_RequestPDU body 69

Table 53 – Structure of Delete_ResponsePDU body 70

Table 54 – Structure of Get_Attribute_Single_ResponsePDU body 70

Table 55 – Structure of Set_Attribute_Single_RequestPDU body 70

Table 56 – Structure of Set_Attribute_Single_ResponsePDU body 70

Table 57 – Structure of Find_Next_Object_Instance_RequestPDU body 71

Table 58 – Structure of Find_Next_Object_Instance_ResponsePDU body 71

Table 59 – Structure of Apply_Attributes_RequestPDU body 71

Table 60 – Structure of Apply_Attributes_ResponsePDU body 71

Table 61 – Structure of Save_RequestPDU body 71

Table 62 – Structure of Save_ResponsePDU body 72

Table 63 – Structure of Restore_RequestPDU body..... 72

Table 64 – Structure of Restore_ResponsePDU body 72

Table 65 – Structure of Get_Member_ResponsePDU body 72

Table 66 – Structure of Set_Member_RequestPDU body 72

Table 67 – Structure of Set_Member_ResponsePDU body..... 73

Table 68 – Structure of Insert_Member_RequestPDU body..... 73

Table 69 – Structure of Insert_Member_ResponsePDU body 73

Table 70 – Structure of Remove_Member_ResponsePDU body 73

Table 71 – Common structure of _Member_RequestPDU body (basic format)..... 74

Table 72 – Common structure of _Member_ResponsePDU body (basic format)	75
Table 73 – Common structure of _Member_RequestPDU body (extended format).....	75
Table 74 – Common structure of _Member_ResponsePDU body (extended format)	75
Table 75 – Extended Protocol ID.....	76
Table 76 – Structure of _Member_RequestPDU body (Multiple Sequential Members)	76
Table 77 – Structure of _Member_ResponsePDU body (Multiple Sequential Members).....	76
Table 78 – Structure of _Member_RequestPDU body (International String Selection)	77
Table 79 – Structure of _Member_ResponsePDU body (International String Selection).....	77
Table 80 – Structure of Group_Sync_RequestPDU body.....	77
Table 81 – Structure of Group_Sync_ResponsePDU body	78
Table 82 – Structure of Multiple_Service_Packet_RequestPDU body.....	78
Table 83 – Structure of Multiple_Service_Packet_ResponsePDU body	78
Table 84 – Structure of Get_Connection_Point_Member_List_ResponsePDU body.....	79
Table 85 – Identity object class attributes	80
Table 86 – Identity object instance attributes	80
Table 87 – Identity object Vendor ID ranges	83
Table 88 – Identity object bit definitions for status instance attribute	83
Table 89 – Default values for extended device status field (bits 4 to 7) of status instance attribute	83
Table 90 – Identity object bit definitions for protection mode instance attribute	84
Table 91 – Identity object bit definitions for features supported attribute	84
Table 92 – Class level object/service specific response data of Get_Attributes_All	84
Table 93 – Instance level object/service specific response data of Get_Attributes_All.....	85
Table 94 – Object-specific request parameter for Reset	86
Table 95 – Reset service parameter values	86
Table 96 – Communication link attributes that shall be preserved	86
Table 97 – Structure of Flash_LEDs_RequestPDU body	87
Table 98 – Message Router object class attributes	87
Table 99 – Message Router object instance attributes	87
Table 100 – Class level object/service specific response data of Get_Attributes_All	88
Table 101 – Instance level object/service specific response data of Get_Attributes_All.....	88
Table 102 – Structure of Symbolic_Translation_RequestPDU body.....	88
Table 103 – Structure of Symbolic_Translation_ResponsePDU body	88
Table 104 – Object specific status for Symbolic_Translation service	89
Table 105 – Structure of Send_Receive_Fragment_RequestPDU body – Phase 1	89
Table 106 – Structure of Send_Receive_Fragment_RequestPDU body – Phase 2	89
Table 107 – Structure of Send_Receive_Fragment_ResponsePDU body – Phase 2.....	90
Table 108 – Request/Response Fragmentation Flags	90
Table 109 – Fragmentation Flags Usage.....	90
Table 110 – Object specific status for Send_Receive_Fragment service	91
Table 111 – Assembly object class attributes.....	92
Table 112 – Assembly object instance attributes.....	92
Table 113 – Assembly Instance ID ranges	93

Table 114 – Standard Network Diagnostic assembly content and ordering	94
Table 115 – Object-specific request parameter for Create.....	94
Table 116 – Object-specific response parameter for Create	95
Table 117 – Acknowledge Handler object class attributes	95
Table 118 – Acknowledge Handler object instance attributes	95
Table 119 – Structure of Add_AckData_Path_RequestPDU body	96
Table 120 – Structure of Remove_AckData_Path_RequestPDU body	96
Table 121 – Time Sync object class attributes	96
Table 122 – Time Sync object instance attributes	97
Table 123 – ClockIdentity encoding for different network implementations	101
Table 124 – ClockClass values	101
Table 125 – TimeAccuracy values.....	102
Table 126 – TimePropertyFlags bit values	102
Table 127 – TimeSource values.....	103
Table 128 – Types of Clock	103
Table 129 – Network protocol to PortPhysicalAddressInfo mapping	103
Table 130 – Time Sync connection point 1, Standard Network Diagnostics	104
Table 131 – Class level object/service specific response data of Get_Attributes_All	104
Table 132 – Parameter object class attributes.....	105
Table 133 – Parameter Class Descriptor bit values	105
Table 134 – Parameter object instance attributes.....	106
Table 135 – Semantics of Descriptor Instance attribute.....	107
Table 136 – Descriptor Scaling bits usage	107
Table 137 – Minimum and Maximum Value semantics.....	108
Table 138 – Scaling Formula attributes	109
Table 139 – Scaling links	109
Table 140 – Class level object/service specific response data of Get_Attributes_All	110
Table 141 – Instance level object/service specific response data of Get_Attributes_All (Parameter object stub)	110
Table 142 – Instance level object/service specific response data of Get_Attributes_All (full Parameter object)	111
Table 143 – Structure of Get_Enum_String_RequestPDU body.....	112
Table 144 – Structure of Get_Enum_String_ResponsePDU body	112
Table 145 – Enumerated strings Type versus Parameter data type	112
Table 146 – Connection Manager object class attributes.....	113
Table 147 – Connection Manager object instance attributes.....	113
Table 148 – Connection Manager connection point 1, Standard Network Diagnostics	114
Table 149 – Class level object/service specific response data of Get_Attributes_All	114
Table 150 – Instance level object/service specific response data of Get_Attributes_All.....	115
Table 151 – Instance level object/service specific request data of Set_Attributes_All.....	115
Table 152 – Connection object class attributes	116
Table 153 – Connection object instance attributes	116
Table 154 – Values assigned to the state attribute	117
Table 155 – Values assigned to the instance_type attribute	118

Table 156 – Possible values within Direction Bit	119
Table 157 – Possible values within Production Trigger Bits.....	119
Table 158 – Possible values within Transport Class Bits.....	120
Table 159 – TransportClass_Trigger attribute values summary	120
Table 160 – Transport Class 0 client behavior summary	121
Table 161 – Transport Class 1, 2 and 3 client behavior summary.....	121
Table 162 – Values defined for the DN_produced_connection_id attribute	121
Table 163 – Values defined for the DN_consumed_connection_id attribute.....	122
Table 164 – Values for the Initial Production Characteristics nibble	123
Table 165 – Values for the Initial Consumption Characteristics nibble.....	124
Table 166 – Values for the watchdog_timeout_action.....	127
Table 167 – Object-specific response parameters for Apply_Attributes	129
Table 168 – Object-specific response parameter for Set_Attribute_Single.....	129
Table 169 – Structure of Connection_Bind_RequestPDU body.....	129
Table 170 – Object specific status for Connection_Bind service	129
Table 171 – Structure of Producing_Application_Lookup_RequestPDU body	130
Table 172 – Structure of Producing_Application_Lookup_ResponsePDU body.....	130
Table 173 – Producing_Application_Lookup Service status codes.....	130
Table 174 – Possible port segment examples	133
Table 175 – TCP/IP link address examples	134
Table 176 – Extended Logical Type	135
Table 177 – Electronic key segment format.....	136
Table 178 – Key Format Table (key type 4).....	137
Table 179 – Serial Number Key Format Table (key type 5)	137
Table 180 – Logical segments examples.....	138
Table 181 – Network segments	139
Table 182 – Extended network segment subtype definitions.....	141
Table 183 – Symbolic segment examples	143
Table 184 – Data segment.....	143
Table 185 – ANSI_Extended_Symbol segment	144
Table 186 – Addressing categories	146
Table 187 – Class code ID ranges	147
Table 188 – Class Attribute ID ranges.....	147
Table 189 – Instance Attribute ID ranges	147
Table 190 – Connection Point ranges	148
Table 191 – Service code ranges	148
Table 192 – Class codes.....	149
Table 193 – Reserved class attributes for all object class definitions	150
Table 194 – Common services list	151
Table 195 – Identity object specific services list.....	151
Table 196 – Message Router object specific services list.....	152
Table 197 – Acknowledge Handler object specific services list.....	152
Table 198 – Parameter object specific services list.....	152

Table 199 – Services specific to Connection Manager	152
Table 200 – Services specific to Connection object.....	153
Table 201 – Device type numbering	153
Table 202 – Implementation profile numbering.....	154
Table 203 – Connection Manager service request error codes	155
Table 204 – General status codes.....	165
Table 205 – Extended status code for a general status of "Key Failure in path.....	167
Table 206 – Identity object status codes	168
Table 207 – TCP port numbers	174
Table 208 – UDP port numbers.....	175
Table 209 – Encapsulation header	175
Table 210 – Encapsulation command codes	176
Table 211 – Encapsulation status codes	177
Table 212 – Nop request encapsulation header	178
Table 213 – RegisterSession request encapsulation header	179
Table 214 – RegisterSession request data portion	179
Table 215 – RegisterSession reply encapsulation header	180
Table 216 – RegisterSession reply data portion (successful)	180
Table 217 – UnRegisterSession request encapsulation header	181
Table 218 – ListServices request encapsulation header.....	182
Table 219 – ListServices reply encapsulation header.....	182
Table 220 – ListServices reply data portion (successful).....	182
Table 221 – Communications capability flags.....	183
Table 222 – ListIdentity request encapsulation header.....	184
Table 223 – ListIdentity reply encapsulation header.....	185
Table 224 – ListIdentity reply data portion (successful).....	185
Table 225 – Type 2 identity item	186
Table 226 – Type 2 Ethernet Capability item.....	186
Table 227 – ListInterfaces request encapsulation header.....	187
Table 228 – ListInterfaces reply encapsulation header.....	187
Table 229 – SendRRData request encapsulation header	188
Table 230 – SendRRData request data portion	188
Table 231 – SendRRData reply encapsulation header	189
Table 232 – SendUnitData request encapsulation header	189
Table 233 – SendUnitData request data portion.....	190
Table 234 – Common packet format.....	190
Table 235 – CPF item format	190
Table 236 – Item Type ID numbers	191
Table 237 – Null address item.....	191
Table 238 – Connected address item.....	192
Table 239 – Sequenced address item	192
Table 240 – Unconnected data item.....	192
Table 241 – Connected data item	193

Table 242 – Sockaddr info items	193
Table 243 – Usage of CPF items	194
Table 244 – BOOLEAN encoding	195
Table 245 – Example compact encoding of a BOOL value	195
Table 246 – Encoding of SignedInteger values	196
Table 247 – Example compact encoding of a SignedInteger value	196
Table 248 – UnsignedInteger values	196
Table 249 – Example compact encoding of an UnsignedInteger	196
Table 250 – FixedLengthReal values	196
Table 251 – Example compact encoding of a REAL value	197
Table 252 – Example compact encoding of a LREAL value	197
Table 253 – FixedLengthReal values	197
Table 254 – STRING value	198
Table 255 – STRING2 value	198
Table 256 – STRINGN value	198
Table 257 – SHORT_STRING value	198
Table 258 – Example compact encoding of a STRING value	198
Table 259 – Example compact encoding of STRING2 value	199
Table 260 – SHORT_STRING type	199
Table 261 – Example compact encoding of a single dimensional ARRAY	200
Table 262 – Example compact encoding of a multi-dimensional ARRAY	201
Table 263 – Example compact encoding of a STRUCTURE	201
Table 264 – Identification codes and descriptions of elementary data types	203
Table 265 – Identification codes and descriptions of constructed data types	204
Table 266 – Formal structure encoding definition	204
Table 267 – Formal structure with handles encoding definition	205
Table 268 – Abbreviated structure encoding definition	206
Table 269 – Formal array encoding definition	207
Table 270 – Abbreviated array encoding definition	208
Table 271 – I/O Connection state event matrix	211
Table 272 – Bridged Connection state event matrix	216
Table 273 – Explicit Messaging Connection state event matrix	217
Table 274 – Primitives issued by FAL user to FSPM	220
Table 275 – Primitives issued by FAL user to FSPM	221
Table 276 – Primitives issued by FSPM to FAL user	223
Table 277 – Parameters used with primitives exchanged between FAL user and FSPM	225
Table 278 – Primitives issued by FSPM to ARPM	227
Table 279 – Primitives issued by ARPM to FSPM	227
Table 280 – Parameters used with primitives exchanged between FSPM and ARPM	228
Table 281 – UCMM client states	228
Table 282 – State event matrix of UCMM client	229
Table 283 – High-end UCMM server states	230
Table 284 – State event matrix of high-end UCMM server	231

Table 285 – Low-end UCMM server states	232
Table 286 – State event matrix of low-end UCMM server	233
Table 287 – Notification	236
Table 288 – Transport classes	237
Table 289 – Primitives issued by FSPM to ARPM	237
Table 290 – Primitives issued by ARPM to FSPM	238
Table 291 – Parameters used with primitives exchanged between FSPM and ARPM	238
Table 292 – Class 0 transport client states	240
Table 293 – Class 0 client SEM	240
Table 294 – Class 0 transport server states	241
Table 295 – Class 0 server SEM	241
Table 296 – Class 1 transport client states	244
Table 297 – Class 1 client SEM	245
Table 298 – Class 1 transport server states	246
Table 299 – Class 1 server SEM	247
Table 300 – Class 2 transport client states	251
Table 301 – Class 2 client SEM	252
Table 302 – Class 2 transport server states	253
Table 303 – Class 2 server SEM	254
Table 304 – Class 3 transport client states	259
Table 305 – Class 3 client SEM	260
Table 306 – Class 3 transport server states	262
Table 307 – Class 3 server SEM	264
Table 308 – Primitives issued by ARPM to DMPM	266
Table 309 – Primitives issued by DMPM to ARPM	266
Table 310 – Parameters used with primitives exchanged between ARPM and DMPM	266
Table 311 – Primitives exchanged between data-link layer and DMPM	267
Table 312 – Parameters used with primitives exchanged between DMPM and Data-link	267
Table 313 – Selection of connection ID	268
Table 314 – Link producer states	268
Table 315 – State event matrix of link producer	269
Table 316 – Link consumer states	269
Table 317 – State event matrix of link consumer	270
Table 318 – UCMM request	271
Table 319 – UCMM reply	272
Table 320 – Network Connection ID selection	273
Table 321 – Sockaddr Info usage	275
Table 322 – Example multicast assignments	278
Table 323 – UDP data format for class 0 and class 1	279
Table 324 – Transport class 2 and class 3 connected data	281
Table 325 – Default DSCP and IEEE Std 802.1Q-2018 mapping	285

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELDBUS SPECIFICATIONS –****Part 6-2: Application layer protocol specification –
Type 2 elements**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

Attention is drawn to the fact that the use of the associated protocol type is restricted by its intellectual-property-right holders. In all cases, the commitment to limited release of intellectual-property-rights made by the holders of those rights permits a layer protocol type to be used with other layer protocols of the same type, or in other type combinations explicitly authorized by its intellectual-property-right holders.

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

IEC 61158-6-2 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation. It is an International Standard.

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

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

- a) update of normative and bibliographic references;
- b) review of Get/Set_Attributes_All parameter format in 3.5.3;
- c) new services in 4.1.2.1, 4.1.8.1 and 8.2, 8.3;
- d) clarifications of services in 4.1.5;
- e) definition of specific connection path in 4.1.6.12;
- f) clarifications and updates of Get/Set_attribute_list services in 4.1.8.1;
- g) clarifications, new attributes for the Identity object in 4.1.8.2;
- h) new attributes, service parameters and service for the Message Router object in 4.1.8.3;
- i) clarifications, new attribute and other extensions for the Assembly object in 4.1.8.4;
- j) clarifications, new attributes, service parameters, services and diagnostics connection points for the Time Sync object in 4.1.8.6;
- k) clarifications, new services and addition of diagnostics connection points for the Connection Manager object in 4.1.8.9;
- l) clarifications and extensions of Path Segments in 4.1.9;
- m) updates and extensions of class, attribute and service codes in 4.1.10;
- n) clarifications and additions of error codes in 4.1.11;
- o) update of STIME, UTIME and NTIME data types in 4.2.3 and 5.1.3.5;
- p) updates of encapsulation protocol in 4.3.1;
- q) addition of internal services in 7.1;
- r) removal of obsoleted transport options and related services in Clause 9 and Clause 11;
- s) updates of DMPM2 in Clause 11;
- t) removal of all references to CPF and CPs (material moved to profile documents);
- u) miscellaneous editorial corrections.

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 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 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 6-2: Application layer protocol specification – Type 2 elements

1 Scope

1.1 General

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

This part of IEC 61158 provides common elements for basic time-critical and non-time-critical messaging communications between application programs in an automation environment and material specific to Type 2 fieldbus. The term "time-critical" is used to represent the presence of a time-window, within which one or more specified actions are required to be completed with some defined level of certainty. Failure to complete specified actions within the time window risks failure of the applications requesting the actions, with attendant risk to equipment, plant and possibly human life.

This document specifies interactions between remote applications and defines the externally visible behavior provided by the Type 2 fieldbus application layer in terms of

- the formal abstract syntax defining the application layer protocol data units conveyed between communicating application entities;
- the transfer syntax defining encoding rules that are applied to the application layer protocol data units;
- the application context state machine defining the application service behavior visible between communicating application entities;
- 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 61158-5-2, and
- define the externally visible behavior associated with their transfer.

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

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 61158-5-2.

A secondary objective is to provide migration paths from previously-existing industrial communications protocols.

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

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

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

IEC 61158-5-2:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-2: Application layer service definition – Type 2 elements*

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

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

IEC 61800-7-202, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-202: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Profile type 2 specification*

IEC 62026-3:2014, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet*

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

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

ISO/IEC 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 – Part 1: 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 10646, *Information technology – Universal Coded Character Set (UCS)*

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

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

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

IEEE Std 802.1Q-2018, *IEEE standard for local and metropolitan area networks – Bridges and bridged networks*

IEEE Std 802.3-2018, *IEEE Standard for Ethernet*

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

IETF RFC 1035, P.V. Mockapetris, *Domain Names – Implementation and Specification*, November 1987, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1035> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 1112, S.E. Deering, *Host Extensions for IP Multicasting*, August 1989, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1112> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 1117, S. Romano, M.K. Stahl, M. Recker, *Internet Numbers*, August 1989, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1117> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 1122, R. Braden, *Requirements for Internet Hosts – Communication Layers*, October 1989, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1122> [viewed 2022-02-18]

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

IETF RFC 2236, W. Fenner, *Internet Group Management Protocol, Version 2*, November 1997, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2236> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 2474, K. Nichols, S. Blake, F. Baker, D. Black, *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers*, December 1998, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2474> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 2475, S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss, *An Architecture for Differentiated Services*, December 1998, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2475> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 2597, J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski, *Assured Forwarding PHB Group*, June 1999, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2597> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 2873, X. Xiao, A. Hannan, V. Paxson, E. Crabbe, *TCP Processing of the IPv4 Precedence Field*, June 2000, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2873> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 3140, D. Black, S. Brim, B. Carpenter, F. Le Faucheur, *Per Hop Behavior Identification Codes*, June 2001, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc3140> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 3246, B. Davie, A. Charny, J.C.R. Bennet, K. Benson, J.Y. Le Boudec, W. Courtney, S. Davari, V. Firoiu, D. Stiliadis, *An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior)*, March 2002, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc3246> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 3376, B. Cain, S. Deering, I. Kouvelas, B. Fenner, A. Thyagarajan, *Internet Group Management Protocol, Version 3*, October 2002, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc3376> [viewed 2022-02-18]

IETF RFC 4594, J. Babiarz, K. Chan, F. Baker, *Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes*, August 2006, available at <https://www.rfc-editor.org/info/rfc4594> [viewed 2022-02-18]

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	303
INTRODUCTION.....	306
1 Domaine d'application	307
1.1 Généralités	307
1.2 Spécifications	307
1.3 Conformité	308
2 Références normatives	308
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	310
3.1 Termes et définitions des autres normes ISO/IEC	310
3.1.1 Termes et définitions de l'ISO/IEC 7498-1	310
3.1.2 Termes et définitions de l'ISO/IEC 9545	311
3.1.3 Termes et définitions de l'ISO/IEC 8824-1	311
3.1.4 Termes et définitions de l'ISO/IEC 8825-1	311
3.2 Termes et définitions de l'IEC 61158-5-2	312
3.3 Termes et définitions supplémentaires	312
3.4 Abréviations et symboles	319
3.5 Conventions.....	320
3.5.1 Concept général	320
3.5.2 Spécification d'attribut	320
3.5.3 Services communs.....	321
3.5.4 Conventions dans les diagrammes d'états	324
4 Syntaxe abstraite.....	327
4.1 Syntaxe abstraite de PDU FAL.....	327
4.1.1 Généralités	327
4.1.2 Structure PDU	327
4.1.3 UCMM_PDU	330
4.1.4 Transport_Headers.....	331
4.1.5 CM_PDU	334
4.1.6 Composants de PDU CM	347
4.1.7 En-têtes de MR.....	357
4.1.8 OM_Service_PDU.....	358
4.1.9 Chemins de message et de connexion.....	424
4.1.10 Codes de classe, d'attribut et de service.....	441
4.1.11 Codes d'erreur.....	450
4.2 Spécification de la syntaxe abstraite des données	467
4.2.1 Spécification de format de transport	467
4.2.2 Notation de syntaxe abstraite	467
4.2.3 Spécification des données réseau de commande.....	467
4.2.4 Spécification/dictionnaires de types de données	469
4.3 Syntaxe abstraite d'encapsulation.....	471
4.3.1 Protocole d'encapsulation.....	471
4.3.2 Messages d'encapsulation.....	472
4.3.3 Descriptions des commandes	476
4.3.4 Format commun des paquets.....	487
5 Syntaxe de transfert	492
5.1 Codage compact.....	492

5.1.1	Règles d'encodages	492
5.1.2	Contraintes de codage.....	493
5.1.3	Exemples.....	493
5.2	Rapport relatif au type de données	501
5.2.1	Représentation de données d'objet.....	501
5.2.2	Rapports relatifs aux types de données élémentaires	501
5.2.3	Rapports relatifs aux types de données construits	502
6	Structure des diagrammes d'états de protocole FAL	508
7	Diagramme d'états de contexte AP	509
7.1	Vue d'ensemble	509
7.2	Diagramme d'états d'objet Connection	509
7.2.1	Comportement d'instance "I/O Connection"(Connexion E/S)	509
7.2.2	Comportement d'instance de "Bridged Connection"	515
7.2.3	Comportement de l'instance de connexion de messagerie explicite	518
8	Machine de protocole de service FAL (FSPM)	520
8.1	Généralités	520
8.2	Définitions de primitives	521
8.3	Paramètres des primitives.....	528
8.4	Diagrammes d'états FSPM.....	529
9	Machines de protocole de relation d'application (ARPM).....	529
9.1	Généralités	529
9.2	ARPM sans connexion (UCMM)	529
9.2.1	Généralités	529
9.2.2	Définitions de primitives.....	529
9.2.3	Paramètres des primitives	530
9.2.4	Diagrammes d'états UCMM	531
9.2.5	Exemples de séquences UCMM	539
9.2.6	UCMM de gestion	543
9.3	ARPM orientés connexion (transports)	543
9.3.1	Tampon des PDU de transport.....	543
9.3.2	Classes de transport.....	545
9.3.3	Définitions des primitives communes	545
9.3.4	Paramètres des primitives communes.....	546
9.3.5	Diagrammes d'états de transport – classe 0	546
9.3.6	Diagrammes d'états de transport – classe 1	551
9.3.7	Diagrammes d'états de transport – classe 2	559
9.3.8	Diagrammes d'états de transport – classe 3	572
10	Machine de protocole de mapping DLL 1 (DMPM 1)	584
10.1	Généralités	584
10.2	Producteur de liaisons	585
10.3	Consommateur de liaisons.....	585
10.4	Définitions de primitives	586
10.4.1	Primitives échangées entre le diagramme DMPM et le diagramme ARPM.....	586
10.4.2	Paramètres de primitives d'ARPM/DMPM	586
10.4.3	Primitives échangées entre la couche Liaison de données et le diagramme DMPM	586
10.4.4	Paramètres des primitives de DMPM/Couche Liaison de données	587
10.4.5	Network connection ID (ID de connexion réseau).....	588

10.5	Diagramme d'états DMPM	588
10.5.1	États du diagramme DMPM	588
10.5.2	Fonctions utilisées par le diagramme DMPM	590
10.6	Sélection des services de couche Liaison de données	590
11	Diagramme protocolaire de mise en correspondance DLL 2 (DMPM 2)	591
11.1	Généralités	591
11.2	Mise en correspondance des PDU de l'UCMM	591
11.2.1	Généralités	591
11.2.2	Exigences communes pour les PDU du gestionnaire de Connection Manager	592
11.2.3	PDU Forward_Open pour les connexions de classe 2 et classe 3	594
11.2.4	Forward_Open pour les connexions de classe 0 et de classe 1	594
11.2.5	Forward_Close	600
11.3	Mise en correspondance des PDU des classes de transport 0 et 1	600
11.3.1	PDU de classe 0 et de classe 1	600
11.3.2	Aucune dépendance vis-à-vis des connexions TCP	600
11.3.3	Ordre des paquets de classe 0 et de classe 1	601
11.3.4	Filtrage des données connectées entrantes	601
11.4	Mise en correspondance des PDU des classes de transport 2 et 3	602
11.5	Utilisation de l'IGMP	603
11.5.1	Contexte (informative)	603
11.5.2	Messages de Membership Report (rapports sur les adhésions comme membres) de l'IGMP	603
11.5.3	Messages "Leave Group" de l'IGMP	604
11.6	Qualité de service (QoS) pour les messages Ethernet de type 2	604
11.6.1	Vue d'ensemble	604
11.6.2	Format des DSCP	605
11.6.3	Format IEEE Std 802.1Q-2018	606
11.6.4	Mise en correspondance du trafic de type 2 avec DSCP et IEEE Std 802.1Q-2018	607
11.6.5	Utilisation de DSCP pour Ethernet de type 2	608
11.6.6	Utilisation de l'IEEE Std 802.1Q-2018 pour Ethernet de type 2	608
11.6.7	Considérations utilisateur avec l'IEEE Std 802.1Q-2018	609
11.7	Encapsulation utilisant TCP	609
11.7.1	Généralités	609
11.7.2	Gestion d'une session d'encapsulation TCP	609
11.7.3	Gestion de la connexion TCP	610
11.8	Encapsulation utilisant UDP	611
12	Machine de protocole de mapping DLL 3 (DMPM 3)	611
	Bibliographie	612
	Figure 1 – Format et termes du tableau d'attributs	320
	Figure 2 – Paramètre de demande/réponse de service	321
	Figure 3 – Exemple de STD	325
	Figure 4 – Paramètres de connexion réseau	348
	Figure 5 – Définition des bits Priority/Tick_time	351
	Figure 6 – Description de Member ID/EX (WORD)	366
	Figure 7 – Attribut Transport Class Trigger	412

Figure 8 – Format de l'attribut DN_initial_comm_characteristics	416
Figure 9 – Type de segment	425
Figure 10 – Segment de port.....	426
Figure 11 – Codage de segment logique	428
Figure 12 – Segment de réseau étendu	435
Figure 13 – Codage de segment symbolique.....	437
Figure 14 – Message d'encapsulation	472
Figure 15 – Règles de placement de bits associées au codage compact de FixedLengthBitString.....	497
Figure 16 – Exemple de codage compact d'un FixedLengthBitString SWORD.....	497
Figure 17 – Exemple de codage compact d'un FixedLengthBitString WORD	498
Figure 18 – Exemple de codage compact d'un FixedLengthBitString DWORD.....	498
Figure 19 – Exemple de codage compact d'un FixedLengthBitString LWORD	498
Figure 20 – Exemple 1 de codage formel d'une spécification de type Structure.....	503
Figure 21 – Exemple 2 de codage formel d'une spécification de type Structure.....	504
Figure 22 – Exemple 3 de codage formel d'une spécification de type Structure.....	504
Figure 23 – Exemple 4 de codage formel d'une spécification de type Structure.....	505
Figure 24 – Exemple 5 de codage abrégé d'une spécification de type Structure.....	505
Figure 25 – Exemple 1 de codage formel d'une spécification de type Array	506
Figure 26 – Exemple 2 de codage formel d'une spécification de type Array	507
Figure 27 – Exemple 1 de codage abrégé d'une spécification de type Array	508
Figure 28 – Exemple 2 de codage abrégé d'une spécification de type Array	508
Figure 29 – Diagramme de transitions d'états d'objet I/O Connection.....	510
Figure 30 – Diagramme de transitions d'états d'un objet Connection "Bridged"	516
Figure 31 – Diagramme de transitions d'états d'un objet Connection "Explicit Messaging"	518
Figure 32 – Diagramme de transitions d'états de client UCMM9.....	532
Figure 33 – Diagramme de transitions d'états d'un serveur UCMM haut de gamme.....	535
Figure 34 – Diagramme de transitions d'états pour serveur UCMM bas de gamme	538
Figure 35 – Diagramme de séquence pour un UCMM avec un seul message en cours.....	540
Figure 36 – Diagramme de séquence pour un UCMM avec plusieurs messages en cours	542
Figure 37 – Tampon des TPDU.....	544
Figure 38 – Diagramme de flux de données utilisant la classe de transport client 0 et la classe de transport serveur 0.....	547
Figure 39 – Diagramme de séquence du transfert de données utilisant la classe de transport 0	548
Figure 40 – STD client de classe 0	549
Figure 41 – STD serveur de classe 0	551
Figure 42 – Diagramme de flux de données utilisant la classe de transport client 1 et la classe de transport serveur 1	552
Figure 43 – Diagramme de séquence de transfert de données utilisant la classe de transport client 1 et la classe de transport serveur 1	553
Figure 44 – STD client de classe 1	555
Figure 45 – STD serveur de classe 1	558

Figure 46 – Diagramme de flux de données utilisant la classe de transport client 2 et la classe de transport serveur 2.....	561
Figure 47 – Diagramme de transfert de données utilisant la classe de transport client 2 et la classe de transport serveur 2 sans données renvoyées.....	563
Figure 48 – Diagramme de séquence de transfert de données utilisant la classe de transport client 2 et la classe de transport serveur 2 sans données renvoyées.....	565
Figure 49 – STD client de classe 2	567
Figure 50 – STD serveur de classe 2	570
Figure 51 – Diagramme de flux de données utilisant la classe de transport client 3 et la classe de transport serveur 3	573
Figure 52 – Diagramme de séquence de transfert de données utilisant la classe de transport client 3 et la classe de transport serveur 3 sans données renvoyées.....	574
Figure 53 – Diagramme de séquence de transfert de données utilisant la classe de transport client 3 et la classe de transport serveur 3 sans données renvoyées.....	576
Figure 54 – STD client de classe 3	578
Figure 55 – STD serveur de classe 3	582
Figure 56 – Diagramme de flot de données pour producteur et un consommateur de données.....	585
Figure 57 – Diagramme de transitions d'états pour un producteur de liaisons	589
Figure 58 – Diagramme de transitions d'états pour un consommateur de liaisons	590
Figure 59 – Champ DS dans l'en-tête IP	606
Figure 60 – Trame étiquetée IEEE Std 802.1Q-2018.....	607
Tableau 1 – Règles relatives au service de réponse Get_Attribute_All.....	322
Tableau 2 – Exemples de données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	322
Tableau 3 – Règles relatives au service de demande Set_Attribute_All.....	323
Tableau 4 – Exemple de données de demande pour Set_Attributes_All	323
Tableau 5 – Format d'une matrice d'événements d'états.....	326
Tableau 6 – Exemple de matrice d'événements d'états	326
Tableau 7 – Format de l'en-tête de l'UCMM_PDU	330
Tableau 8 – Codes de commande de l'UCMM.....	330
Tableau 9 – En-tête de transport de classe 0.....	331
Tableau 10 – En-tête de transport de classe 1	331
Tableau 11 – En-tête de transport de classe 2	331
Tableau 12 – En-tête de transport de classe 3.....	332
Tableau 13 – En-tête de données temps réel – propriétaire exclusif.....	332
Tableau 14 – En-tête de données temps réel – propriétaire redondant.....	333
Tableau 15 – Format de la demande Forward_Open.....	337
Tableau 16 – Format de la réponse Forward_Open_Good	338
Tableau 17 – Format de la réponse Forward_Open_Bad.....	338
Tableau 18 – Format de la demande Large_Forward_Open	339
Tableau 19 – Format de la réponse Large_Forward_Open_Good.....	340
Tableau 20 – Format de la réponse Large_Forward_Open_Bad	340
Tableau 21 – Format de la demande Forward_Close	341
Tableau 22 – Format de la réponse Forward_Close_Good.....	341

Tableau 23 – Format de la réponse Forward_Close_Bad	342
Tableau 24 – Format de la demande Unconnected_Send.....	343
Tableau 25 – Format de la réponse Unconnected_Send_Good	344
Tableau 26 – Format de la réponse Unconnected_Send_Bad	344
Tableau 27 – Format de la demande Get_Connection_Data.....	345
Tableau 28 – Format de la réponse Get_Connection_Data	345
Tableau 29 – Format de la demande Search_Connection_Data	346
Tableau 30 – Format de la demande Get_Connection_Owner.....	346
Tableau 31 – Format de la réponse Get_Connection_Owner.....	346
Tableau 32 – Multiplicateur de temporisation	351
Tableau 33 – Unités de top d’horloge.....	351
Tableau 34 – Ordre du chemin d’application codé.....	356
Tableau 35 – Format de classe de transport, déclencheur et Is_Server.....	357
Tableau 36 – Format de MR_Request_Header.....	357
Tableau 37 – Format de MR_Response_Header	358
Tableau 38 – Structure du corps de Get_Attributes_All_ResponsePDU.....	358
Tableau 39 – Structure du corps de Set_Attributes_All_RequestPDU.....	359
Tableau 40 – Structure du corps de Get_Attribute_List_RequestPDU	359
Tableau 41 – Structure du corps de Get_Attribute_List_ResponsePDU.....	359
Tableau 42 – Structure du corps de Set_Attribute_List_RequestPDU.....	359
Tableau 43 – Structure du corps de Set_Attribute_List_ResponsePDU	360
Tableau 44 – Structure du corps de Reset_RequestPDU	360
Tableau 45 – Structure du corps de Reset_ResponsePDU.....	360
Tableau 46 – Structure du corps de Start_RequestPDU	360
Tableau 47 – Structure du corps de Start_ResponsePDU	360
Tableau 48 – Structure du corps de Stop_RequestPDU	361
Tableau 49 – Structure du corps de Stop_ResponsePDU.....	361
Tableau 50 – Structure du corps de Create_RequestPDU	361
Tableau 51 – Structure du corps de Create_ResponsePDU	361
Tableau 52 – Structure du corps de Delete_RequestPDU	361
Tableau 53 – Structure du corps de Delete_ResponsePDU.....	362
Tableau 54 – Structure du corps de Get_Attribute_Single_ResponsePDU.....	362
Tableau 55 – Structure du corps de Set_Attribute_Single_RequestPDU.....	362
Tableau 56 – Structure du corps de Set_Attribute_Single_ResponsePDU	362
Tableau 57 – Structure du corps de Find_Next_Object_Instance_RequestPDU.....	363
Tableau 58 – Structure du corps de Find_Next_Object_Instance_ResponsePDU	363
Tableau 59 – Structure du corps de Apply_Attributes_RequestPDU	363
Tableau 60 – Structure du corps de Apply_Attributes_ResponsePDU	363
Tableau 61 – Structure du corps de Save_RequestPDU.....	364
Tableau 62 – Structure du corps de Save_ResponsePDU.....	364
Tableau 63 – Structure du corps de Restore_RequestPDU	364
Tableau 64 – Structure du corps de Restore_ResponsePDU.....	364
Tableau 65 – Structure du corps de Get_Member_ResponsePDU.....	364

Tableau 66 – Structure du corps de Set_Member_RequestPDU.....	365
Tableau 67 – Structure du corps de Set_Member_ResponsePDU	365
Tableau 68 – Structure du corps de Insert_Member_RequestPDU	365
Tableau 69 – Structure du corps de Insert_Member_ResponsePDU	365
Tableau 70 – Structure du corps de Remove_Member_ResponsePDU.....	365
Tableau 71 – Structure commune du corps _Member_RequestPDU (format de base)	367
Tableau 72 – Structure commune du corps _Member_ResponsePDU (format de base)	367
Tableau 73 – Structure commune du corps _Member_RequestPDU (format étendu).....	367
Tableau 74 – Structure commune du corps _Member_ResponsePDU (format étendu)	368
Tableau 75 – Extended Protocol ID (identificateur de protocole étendu).....	368
Tableau 76 – Structure du corps _Member_RequestPDU (Multiple Sequential Members, Membres séquentiels multiples).....	368
Tableau 77 – Structure du corps _Member_ResponsePDU (Multiple Sequential Members)	369
Tableau 78 – Structure du corps _RequestPDU (International String Selection)	369
Tableau 79 – Structure du corps _Member_ResponsePDU (International String Selection, sélection de chaîne internationale)	370
Tableau 80 – Structure du corps de Group_Sync_RequestPDU	370
Tableau 81 – Structure du corps de Group_Sync_ResponsePDU.....	370
Tableau 82 – Structure du corps de Symbolic_Translation_RequestPDU	370
Tableau 83 – Structure du corps de Multiple_Service_Packet_ResponsePDU.....	371
Tableau 84 – Structure du corps de Get_Connection_Point_Member_List_ResponsePDU.....	371
Tableau 85 – Attributs de classe d’objets Identity	372
Tableau 86 – Attributs d’instance d’objet Identity	372
Tableau 87 – Plages de Vendor ID de l’objet Identity	375
Tableau 88 – Définitions de bit de l’objet Identity pour l’attribut d’instance de statut	375
Tableau 89 – Valeurs par défaut pour le champ statut étendu de l’appareil (bits 4 à 7) de l’attribut d’instance de statut	375
Tableau 90 – Définitions de bit de l’objet Identity pour l’attribut d’instance de mode de protection	376
Tableau 91 – Définitions des bits de l’objet Identity pour l’attribut pris en charge par fonctionnalités	376
Tableau 92 – Données de réponse spécifiques à un service/ objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	376
Tableau 93 – Données de réponse spécifiques à un service/ objet de niveau instance pour Get_Attribute_All	377
Tableau 94 – Paramètre de demande spécifique à un objet pour Reset	378
Tableau 95 – Valeurs de paramètre du service Reset	378
Tableau 96 – Attributs de liaison de communication qui doivent être conservés	378
Tableau 97 – Structure du corps de Flash_LEDs_RequestPDU.....	379
Tableau 98 – Attributs de classe d’objets Message Router	379
Tableau 99 – Attributs d’instance d’objet Message Router	379
Tableau 100 – Données de réponse spécifiques à un service/ objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	380

Tableau 101 – Données de réponse spécifiques à un service/ objet de niveau instance pour Get_Attribute_All	380
Tableau 102 – Structure du corps de Symbolic_Translation_RequestPDU	380
Tableau 103 – Structure du corps de Symbolic_Translation_ResponsePDU.....	380
Tableau 104 – Statut spécifique à un objet pour le service Symbolic_Translation	381
Tableau 105 – Structure du corps de Send_Receive_Fragment_RequestPDU – Phase 1	381
Tableau 106 – Structure du corps de Send_Receive_Fragment_RequestPDU – Phase 2	381
Tableau 107 – Structure du corps de Send_Receive_Fragment_ResponsePDU – Phase 2	382
Tableau 108 – Fanions de fragmentation de la demande/réponse	382
Tableau 109 – Utilisation des fanions de fragmentation	382
Tableau 110 – Statut spécifique à un objet pour le service Send_Receive_Fragment.....	383
Tableau 111 – Attributs de classe d’objets Assembly	384
Tableau 112 – Attributs d’instance d’objet Assembly.....	384
Tableau 113 – Plages des Assembly Instance ID	385
Tableau 114 – Contenu et ordonnancement de l’ensemble de diagnostic de réseau normalisé.....	386
Tableau 115 – Paramètre de demande spécifique à un objet pour Create	387
Tableau 116 – Paramètre de réponse spécifique à un objet pour Create.....	387
Tableau 117 – Attributs de classe d’objets Acknowledge Handler	387
Tableau 118 – Attributs d’instance d’objet Acknowledge Handler	388
Tableau 119 – Structure du corps de Add_AckData_Path_RequestPDU	388
Tableau 120 – Structure du corps de Remove_AckData_Path_RequestPDU.....	388
Tableau 121 – Attributs de classe d’objet Time Sync	389
Tableau 122 – Attributs d’instance d’objet Time Sync	389
Tableau 123 – Codage de ClockIdentity pour différentes mises en œuvre de réseau	394
Tableau 124 – Valeurs de ClockClass.....	394
Tableau 125 – Valeurs de TimeAccuracy	394
Tableau 126 – Valeurs de bit de TimePropertyFlags	395
Tableau 127 – Valeurs de TimeSource	395
Tableau 128 – Types d’horloge	395
Tableau 129 – Protocole réseau pour la mise en correspondance PortPhysicalAddressInfo	396
Tableau 130 – Point de connexion Time Sync 1, Standard Network Diagnostics	396
Tableau 131 – Données de réponse spécifiques à un service/ objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	396
Tableau 132 – Attributs de classe d’objets Parameter	397
Tableau 133 – Valeurs de bit de Parameter Class Descriptor.....	397
Tableau 134 – Attributs d’instance d’objet Parameter	398
Tableau 135 – Sémantique de l’attribut Descriptor Instance.....	399
Tableau 136 – Utilisation des bits de mise à l’échelle de descripteur	400
Tableau 137 – Sémantique de Minimum Value et de Maximum Value	400
Tableau 138 – Attributs de formule de mise à l’échelle	401

Tableau 139 – Liaisons de mise à l'échelle	402
Tableau 140 – Données de réponse spécifiques à un service/ objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	403
Tableau 141 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau instance pour Get_Attribute_All (raccourci d'objet Parameter)	403
Tableau 142 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau instance pour Get_Attributes_All (objet Parameter complet)	403
Tableau 143 – Structure du corps de Get_Enum_String_RequestPDU	404
Tableau 144 – Structure du corps de Get_Enum_String_ResponsePDU	405
Tableau 145 – Type de chaîne énumérée contre type de données de paramètre	405
Tableau 146 – Attributs de classe d'objets Connection Manager	405
Tableau 147 – Attributs d'instance d'objet Connection Manager	406
Tableau 148 – Point de connexion 1 du gestionnaire de connexion, Standard Network Diagnostics	407
Tableau 149 – Données de réponse spécifiques à un service/ objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	407
Tableau 150 – Données de réponse spécifiques à un service/ objet de niveau instance pour Get_Attribute_All	408
Tableau 151 – Données de demande spécifiques à un service/ objet de niveau instance pour Set_Attributes_All	408
Tableau 152 – Attributs de classe d'objets Connection	409
Tableau 153 – Attributs d'instance d'objet Connection	409
Tableau 154 – Valeurs attribuées à l'attribut d'état	410
Tableau 155 – Valeurs attribuées à l'attribut instance_type	411
Tableau 156 – Valeurs possibles dans le bit Direction	412
Tableau 157 – Valeurs possibles dans les bits Production Trigger	413
Tableau 158 – Valeurs possibles dans les bits Transport Class	413
Tableau 159 – Valeurs de l'attribut TransportClass_Trigger	414
Tableau 160 – Résumé du comportement du client, Classe de transport 0	414
Tableau 161 – Résumé du comportement du client, Classe de transport 1, 2 et 3	415
Tableau 162 – Valeurs définies pour l'attribut DN_produced_connection_id	415
Tableau 163 – Valeurs définies pour l'attribut DN_consumed_connection_id	416
Tableau 164 – Valeurs pour le quartet Initial Production Characteristics	416
Tableau 165 – Valeurs pour le quartet Initial Consumption Characteristics	417
Tableau 166 – Valeurs de watchdog_timeout_action	420
Tableau 167 – Paramètres de réponse spécifique à un objet pour Apply_Attributes	422
Tableau 168 – Paramètres de réponse spécifique à un objet pour Set_Attribute_Single	422
Tableau 169 – Structure du corps de Connection_Bind_RequestPDU	422
Tableau 170 – Statut spécifique à un objet pour le service Connection_Bind	423
Tableau 171 – Structure du corps de Producing_Application_Lookup_RequestPDU	423
Tableau 172 – Structure du corps de Producing_Application_Lookup_ResponsePDU	423
Tableau 173 – Codes de statut du service Producing_Application_Lookup	423
Tableau 174 – Exemples de segments de port possibles	426
Tableau 175 – Exemples d'adresses de liaison TCP/IP	427
Tableau 176 – Type Extended Logical (logique étendu)	428

Tableau 177 – Format du segment de clé électronique	430
Tableau 178 – Table de format de clé (type de clé 4).....	430
Tableau 179 – Table de format de clé de numéro de série (clé type 5).....	431
Tableau 180 – Exemples de segments logiques	432
Tableau 181 – Segments de réseau.....	433
Tableau 182 – Définitions des sous-types de segment de réseau étendus	436
Tableau 183 – Exemples de segments symboliques.....	438
Tableau 184 – Segment de données	438
Tableau 185 – Segment ANSI_Extended_Symbol	439
Tableau 186 – Catégories d’adressage	442
Tableau 187 – Plages d’ID de code de classe.....	442
Tableau 188 – Plages de Class Attribute ID	442
Tableau 189 – Plages de l’Instance Attribute ID	443
Tableau 190 – Plages de points de connexion	443
Tableau 191 – Plages de codes de service	444
Tableau 192 – Codes de classe	444
Tableau 193 – Attributs de classe réservés pour toutes les définitions de classe d’objets.....	445
Tableau 194 – Liste des services communs	446
Tableau 195 – Liste des services spécifiques à un objet Identity.....	447
Tableau 196 – Liste des services spécifiques à un objet Message Router.....	447
Tableau 197 – Liste des services spécifiques à un objet Acknowledge Handler	447
Tableau 198 – Liste des services spécifiques à un objet Parameter	447
Tableau 199 – Services spécifiques à Connection Manager	448
Tableau 200 – Services spécifiques à un objet Connection	448
Tableau 201 – Numérotation des types d’appareil.....	449
Tableau 202 – Numérotation du profil de mise en œuvre	450
Tableau 203 – Codes d’erreur d’une demande de service Connection Manager	450
Tableau 204 – Codes de statut général.....	461
Tableau 205 – Code de statut étendu d’un statut général "Key Failure in path"	464
Tableau 206 – Codes de statut d’objet Identity.....	465
Tableau 207 – Numéros de port TCP	472
Tableau 208 – Numéros de port UDP.....	472
Tableau 209 – En-tête d’encapsulation	473
Tableau 210 – Codes de commande d’encapsulation.....	473
Tableau 211 – Codes de statut d’encapsulation	475
Tableau 212 – En-tête d’encapsulation de demande Nop.....	476
Tableau 213 – En-tête d’encapsulation de demande RegisterSession.....	476
Tableau 214 – Partie "données" de la demande RegisterSession.....	477
Tableau 215 – En-tête d’encapsulation de réponse RegisterSession.....	477
Tableau 216 – Partie "données" de la réponse RegisterSession (succès)	478
Tableau 217 – En-tête d’encapsulation de demande UnRegisterSession	478
Tableau 218 – En-tête d’encapsulation de demande ListServices	479

Tableau 219 – En-tête d’encapsulation de réponse ListServices	479
Tableau 220 – Partie "données" de la réponse ListServices (succès).....	480
Tableau 221 – Fanions de capacité de communications.....	480
Tableau 222 – En-tête d’encapsulation de demande ListIdentity	481
Tableau 223 – En-tête d’encapsulation de réponse ListIdentity	482
Tableau 224 – Partie "données" de la réponse ListIdentity (succès).....	482
Tableau 225 – Élément Identity de type 2	483
Tableau 226 - Élément Capacité Ethernet de type 2	484
Tableau 227 – En-tête d’encapsulation de demande ListInterfaces	484
Tableau 228 – En-tête d’encapsulation de réponse ListInterfaces	485
Tableau 229 – En-tête d’encapsulation de demande SendRRData	485
Tableau 230 – Partie "données" de la demande SendRRData.....	486
Tableau 231 – En-tête d’encapsulation de réponse SendRRData.....	486
Tableau 232 – En-tête d’encapsulation de demande SendUnitData.....	487
Tableau 233 – Partie "données" de la demande SendUnitData	487
Tableau 234 – Format commun des paquets.....	488
Tableau 235 – Format des éléments CPF	488
Tableau 236 – Numéros de type ID des éléments	488
Tableau 237 – Élément adresse "null".....	489
Tableau 238 – Élément adresse "connected"	489
Tableau 239 – Élément adresse "sequenced"	490
Tableau 240 – Élément données "unconnected"	490
Tableau 241 – Élément données "connected"	490
Tableau 242 – Éléments Sockaddr Info.....	491
Tableau 243 – Usage des éléments CPF	492
Tableau 244 – Codage BOOLEAN	493
Tableau 245 – Exemple de codage compact d’une valeur BOOL.....	493
Tableau 246 – Codage des valeurs SignedInteger	494
Tableau 247 – Exemple de codage compact d’une valeur SignedInteger	494
Tableau 248 – Valeurs UnsignedInteger	494
Tableau 249 – Exemple de codage compact d’un UnsignedInteger	494
Tableau 250 – Valeurs FixedLengthReal.....	494
Tableau 251 – Exemple de codage compact d’une valeur REAL	495
Tableau 252 – Exemple de codage compact d’une valeur LREAL	495
Tableau 253 – Valeurs FixedLengthReal.....	495
Tableau 254 – Valeur STRING.....	496
Tableau 255 – Valeur STRING2.....	496
Tableau 256 – Valeur STRINGN	496
Tableau 257 – Valeur SHORT_STRING	496
Tableau 258 – Exemple de codage compact d’une valeur STRING	496
Tableau 259 – Exemple de codage compact d’une valeur STRING2	497
Tableau 260 – Type SHORT_STRING	497
Tableau 261 – Exemple de codage compact d’un ARRAY à une seule dimension	499

Tableau 262 – Exemple de codage compact d'un ARRAY à plusieurs dimensions	499
Tableau 263 – Exemple de codage compact d'une STRUCTURE	500
Tableau 264 – Codes d'identification et descriptions des types de données élémentaires	501
Tableau 265 – Codes d'identification et description des types de données construites.....	502
Tableau 266 – Définition du codage de structure formelle	503
Tableau 267 – Structure formelle avec définition du codage des identifications.....	504
Tableau 268 – Définition du codage abrégé des structures	505
Tableau 269 – Définition du codage formel de la matrice	506
Tableau 270 – Définition du codage abrégé des matrices	507
Tableau 271 – Matrice d'événements d'états d'objet I/O Connection	511
Tableau 272 – Matrice d'événements d'états d'une connexion "Bridged".....	517
Tableau 273 – Matrice d'événements d'états d'une connexion "Explicit Messaging".....	519
Tableau 274 – Primitives émises par l'utilisateur FAL vers le diagramme FSPM	522
Tableau 275 – Primitives émises par l'utilisateur FAL vers le diagramme FSPM	523
Tableau 276 – Primitives émises par le diagramme FSPM vers l'utilisateur FAL	526
Tableau 277 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'utilisateur FAL et le diagramme FSPM	528
Tableau 278 – Primitives émises par le diagramme FSPM vers le diagramme ARPM.....	530
Tableau 279 – Primitives émises par le diagramme ARPM vers le diagramme FSPM.....	530
Tableau 280 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre le diagramme FSPM et le diagramme ARPM	530
Tableau 281 – États du client UCMM	531
Tableau 282 – Matrice d'événements d'états du client UCMM.....	532
Tableau 283 – États du serveur UCMM haut de gamme	534
Tableau 284 – Matrice d'événements d'états du serveur UCMM haut de gamme	536
Tableau 285 – États du serveur UCMM bas de gamme	537
Tableau 286 – Matrice d'événements d'états du serveur UCMM bas de gamme.....	539
Tableau 287 – Notification	545
Tableau 288 – Classes de transport.....	545
Tableau 289 – Primitives émises par le diagramme FSPM vers le diagramme ARPM.....	546
Tableau 290 – Primitives émises par le diagramme ARPM vers le diagramme FSPM.....	546
Tableau 291 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre le diagramme FSPM et le diagramme ARPM	546
Tableau 292 – États du client de transport de classe 0	549
Tableau 293 – SEM client de classe 0	550
Tableau 294 – États du serveur de transport de classe 0	550
Tableau 295 – SEM serveur de classe 0	551
Tableau 296 – États du client de transport de classe 1	555
Tableau 297 – SEM client de classe 1	556
Tableau 298 – États du serveur de transport de classe 1	557
Tableau 299 – SEM serveur de classe 1	559
Tableau 300 – États du client de transport de classe 2	566
Tableau 301 – SEM client de classe 2	568

Tableau 302 – États du serveur de transport de classe 2	569
Tableau 303 – SEM serveur de classe 2	571
Tableau 304 – États du client de transport de classe 3	577
Tableau 305 – SEM client de classe 3	579
Tableau 306 – États du serveur de transport de classe 3	580
Tableau 307 – SEM serveur de classe 3	583
Tableau 308 – Primitives émises par l'ARPM vers le diagramme DMPM	586
Tableau 309 – Primitives émises par le DMPM vers l'ARPM	586
Tableau 310 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'ARPM et le DMPM.....	586
Tableau 311 – Primitives échangées entre la couche Liaison de données et le DMPM.....	587
Tableau 312 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre DMPM et la couche Liaison de données.....	587
Tableau 313 – Sélection de l'ID de connexion.....	588
Tableau 314 – États du producteur de liaisons.....	589
Tableau 315 – Matrice d'événements d'états du producteur de liaisons	589
Tableau 316 – États du consommateur de liaisons.....	590
Tableau 317 – Matrice d'événements d'états du consommateur de liaisons	590
Tableau 318 – Demande UCMM	591
Tableau 319 – Réponse UCMM	592
Tableau 320 – Sélection de l'ID de connexion réseau	593
Tableau 321 – Utilisation de l'élément Sockaddr Info	596
Tableau 322 – Exemple d'attributions de multidiffusion.....	599
Tableau 323 – Format des données UDP pour la classe 0 et la classe 1.....	600
Tableau 324 – Données connectées des classes de transport 2 et 3.....	602
Tableau 325 – Mise en correspondance des DSCP par défaut et de l'IEEE Std 802.1Q-2018	607

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –
SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –****Partie 6-2: Spécification du protocole de la couche application –
Éléments de type 2**

AVANT-PROPOS

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

L'attention est attirée sur le fait que l'utilisation du type de protocole associé est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle. En tout état de cause, l'engagement de renonciation partielle aux droits de propriété intellectuelle pris par les détenteurs de ces droits autorise l'utilisation d'un type de protocole de couche avec les autres protocoles de couche du même type, ou dans des combinaisons avec d'autres types autorisés 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 61158-6-2 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels Il s'agit d'une Norme internationale.

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

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

- a) mise à jour des références normatives et bibliographiques;
- b) révision du format des paramètres Get/Set_Attributes_All en 3.5.3;
- c) nouveaux services en 4.1.2.1, 4.1.8.1 et 8.2, 8.3;
- d) clarifications des services en 4.1.5;
- e) définition du chemin de connexion spécifique en 4.1.6.12;
- f) clarifications et mises à jour des services Get/Set_attribute_list en 4.1.8.1;
- g) clarifications, nouveaux attributs pour l'objet Identity en 4.1.8.2;
- h) nouveaux attributs, paramètres de service et service pour l'objet Message Router en 4.1.8.3;
- i) clarifications, nouvel attribut et autres extensions pour l'objet Assembly en 4.1.8.4;
- j) clarifications, nouveaux attributs, paramètres de service, services et points de connexion de diagnostic pour l'objet Time Sync en 4.1.8.6;
- k) clarifications, nouveaux services et ajout de points de connexion de diagnostic pour l'objet Connection Manager en 4.1.8.9;
- l) clarifications et extensions des segments de chemin en 4.1.9;
- m) mises à jour et extensions des codes de classe, d'attribut et de service en 4.1.10;
- n) clarifications et ajouts de codes d'erreur en 4.1.11;
- o) mise à jour des types de données STIME, UTIME et NTIME en 4.2.3 et 5.1.3.5;
- p) mises à jour du protocole d'encapsulation en 4.3.1;
- q) ajout de services internes en 7.1;
- r) suppression des options de transport obsolètes et des services connexes aux Articles 9 et 11;
- s) mises à jour de DMPM2 à l'Article 11;
- t) suppression de toutes les références aux CPF et CP (matériel déplacé vers les documents de profil);
- u) diverses corrections éditoriales.

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 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. À cette date, le document sera

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

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 61158 fait partie d'une série élaborée pour faciliter l'interconnexion des composants de systèmes d'automatisation. Elle est liée 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 6-2: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de type 2

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 fournit des éléments communs pour les communications prioritaires ou non entre des programmes d'application dans un environnement et avec un matériel d'automatisation spécifiques aux bus de terrain de type 2. Le terme "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 spécifie les interactions entre les applications distantes et définit le comportement, visible par un observateur externe, assuré par la couche application de bus de terrain de type 2, en matière:

- de syntaxe abstraite formelle définissant les unités de données de protocole de couche application, acheminées entre les entités d'application en communication;
- de syntaxe de transfert définissant les règles de codage qui s'appliquent aux unités de données de protocole de couche application;
- de diagramme d'états de contexte application définissant le comportement de service application visible entre des entités d'application engagées dans une communication;
- de diagrammes d'états de relations entre applications définissant le comportement de communication visible entre les entités d'application en communication.

Le présent document vise à définir le protocole mis en place pour:

- définir la représentation filaire des primitives de service définies dans l'IEC 61158-5-2; 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 2, en conformité avec le modèle de référence de base OSI (ISO/IEC 7498-1) et la structure de la couche application OSI (ISO/IEC 9545).

1.2 Spécifications

Le présent document a pour principal objectif de préciser la syntaxe et les caractéristiques du protocole de couche application qui transmet les services de couche application définis dans l'IEC 61158-5-2.

Un objectif secondaire est de fournir des chemins de migration à partir de protocoles de communication industriels préexistants.

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

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

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

IEC 61158-5-2:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-2: Définition des services de la couche application – Éléments de type 2*

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

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

IEC 61800-7-202, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 7-202: Interface générique et utilisation de profils pour les entraînements électriques de puissance – Spécification de profil de type 2*

IEC 62026-3:2014, *Appareillage à basse tension – Interfaces appareil de commande-appareil (CDI) – Partie 3: DeviceNet*

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

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

ISO/IEC 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 – Partie 1: Spécification des règles de codage de base (BER), des règles de codage canoniques (CER) et des règles de codage distinctives (DER)*

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

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

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

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

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

IEEE Std 802.1Q-2018, *IEEE standard for local and metropolitan area networks – Bridges and bridged networks* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 802.3-2018, *IEEE Standard for Ethernet* (disponible en anglais seulement)

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

IETF RFC 1035, P.V. Mockapetris, *Domain Names – Implementation and Specification*, novembre 1987, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1035> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 1112, S.E. Deering, *Host Extensions for IP Multicasting*, août 1989, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1112> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 1117, S. Romano, M.K. Stahl, M. Recker, *Internet Numbers*, août 1989, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1117> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 1122, R. Braden, *Requirements for Internet Hosts – Communication Layers*, octobre 1989, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc1122> [consulté le 18/02/2022]

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

IETF RFC 2236, W. Fenner, *Internet Group Management Protocol, Version 2*, novembre 1997, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2236> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 2474, K. Nichols, S. Blake, F. Baker, D. Black, *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers*, décembre 1998, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2474> [consulté le 2022-02-18]

IETF RFC 2475, S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss, *An Architecture for Differentiated Services*, décembre 1998, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2475> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 2597, J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski, *Assured Forwarding PHB Group*, juin 1999, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2597> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 2873, X. Xiao, A. Hannan, V. Paxson, E. Crabbe, *TCP Processing of the IPv4 Precedence Field*, juin 2000, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2873> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 3140, D. Black, S. Brim, B. Carpenter, F. Le Faucheur, *Per Hop Behavior Identification Codes*, juin 2001, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc3140> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 3246, B. Davie, A. Charny, J.C.R. Bennet, K. Benson, J.Y. Le Boudec, W. Courtney, S. Davari, V. Firoiu, D. Stiliadis, *An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior)*, mars 2002, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc3246> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 3376, B. Cain, S. Deering, I. Kouvelas, B. Fenner, A. Thyagarajan, *Internet Group Management Protocol, Version 3*, octobre 2002, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc3376> [consulté le 18/02/2022]

IETF RFC 4594, J. Babiarz, K. Chan, F. Baker, *Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes*, août 2006, disponible en anglais seulement à l'adresse <https://www.rfc-editor.org/info/rfc4594> [consulté le 18/02/2022]