

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 liaison de données –
Éléments de type 2**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40; 35.100.70; 35.110

ISBN 978-2-8322-9699-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	14
INTRODUCTION.....	16
1 Scope.....	17
1.1 General.....	17
1.2 Specifications	17
1.3 Conformance	18
2 Normative references	18
3 Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	20
3.1 Terms and definitions from other ISO/IEC standards.....	20
3.1.1 Terms and definitions from ISO/IEC 7498-1	20
3.1.2 Terms and definitions from ISO/IEC 9545	21
3.1.3 Terms and definitions from ISO/IEC 8824-1	21
3.1.4 Terms and definitions from ISO/IEC 8825-1	22
3.2 Terms and definitions from IEC 61158-5-2	22
3.3 Additional terms and definitions	22
3.4 Abbreviated terms and symbols	29
3.5 Conventions.....	29
3.5.1 General concept	29
3.5.2 Attribute specification	30
3.5.3 Common services	30
3.5.4 State machine conventions	34
4 Abstract syntax.....	35
4.1 FAL PDU abstract syntax	35
4.1.1 General	35
4.1.2 PDU structure.....	36
4.1.3 UCMM_PDUs	38
4.1.4 Transport_Headers.....	40
4.1.5 CM_PDUs.....	43
4.1.6 CM PDU components	57
4.1.7 MR headers	66
4.1.8 OM_Service_PDU.....	67
4.1.9 Message and connection paths.....	122
4.1.10 Class, attribute and service codes	137
4.1.11 Error codes.....	143
4.2 Data abstract syntax specification.....	157
4.2.1 Transport format specification.....	157
4.2.2 Abstract syntax notation	157
4.2.3 Control network data specification	158
4.2.4 Data type specification / dictionaries.....	160
4.3 Encapsulation abstract syntax.....	162
4.3.1 Encapsulation protocol	162
4.3.2 Command descriptions	165
4.3.3 Common packet format.....	177
5 Transfer syntax.....	181
5.1 Compact encoding	181
5.1.1 Encoding rules.....	181

5.1.2	Encoding constraints	182
5.1.3	Examples.....	182
5.2	Data type reporting	188
5.2.1	Object data representation.....	188
5.2.2	Elementary data type reporting	189
5.2.3	Constructed data type reporting.....	190
6	Structure of FAL protocol state machines	196
7	AP-Context state machine	196
7.1	Overview.....	196
7.2	Connection object state machine	196
7.2.1	I/O Connection instance behavior	196
7.2.2	Bridged Connection instance behavior	200
7.2.3	Explicit Messaging Connection instance behavior	201
8	FAL service protocol machine (FSPM).....	204
8.1	General.....	204
8.2	Primitive definitions.....	204
8.3	Parameters of primitives	209
8.4	FSPM state machines	209
9	Application relationship protocol machines (ARPMs)	210
9.1	General.....	210
9.2	Connection-less ARPM (UCMM)	210
9.2.1	General	210
9.2.2	Primitive definitions	210
9.2.3	Parameters of primitives	211
9.2.4	UCMM state machines.....	212
9.2.5	Examples of UCMM sequences	217
9.2.6	Management UCMM	219
9.3	Connection-oriented ARPMs (transports)	220
9.3.1	Transport PDU buffer.....	220
9.3.2	Transport classes	220
9.3.3	Common primitive definitions.....	221
9.3.4	Parameters of common primitives	222
9.3.5	Transport state machines – class 0.....	222
9.3.6	Transport state machines – class 1.....	226
9.3.7	Transport state machines – class 2.....	231
9.3.8	Transport state machines – class 3.....	239
9.3.9	Transport state machines – classes 4, 5, 6	249
9.3.10	Transport state machines – class 4.....	249
9.3.11	Transport state machines – class 5.....	249
9.3.12	Transport state machines – class 6.....	249
10	DLL mapping protocol machine 1 (DMPM 1).....	249
10.1	General.....	249
10.2	Link producer	250
10.3	Link consumer	250
10.4	Primitive definitions.....	250
10.4.1	Primitives exchanged between DMPM and ARPM.....	250
10.4.2	Parameters of ARPM/DMPM primitives	250
10.4.3	Primitives exchanged between data-link layer and DMPM.....	251

10.4.4	Parameters of DMPM/Data-link Layer primitives	251
10.4.5	Network connection ID	252
10.5	DMPM state machine	253
10.5.1	DMPM states	253
10.5.2	Functions used by DMPM	254
10.6	Data-link Layer service selection.....	254
11	DLL mapping protocol machine 2 (DMPM 2)	254
11.1	General.....	254
11.2	Mapping of UCMM PDUs	255
11.2.1	General	255
11.2.2	Common requirements for Connection Manager PDU's.....	256
11.2.3	Forward_open PDU for class 2 and class 3 connections	258
11.2.4	Forward_open for class 0 and class 1 connections	258
11.2.5	Forward_close	262
11.3	Mapping of transport class 0 and class 1 PDUs.....	263
11.3.1	Class 0 and class 1 PDUs.....	263
11.3.2	No dependency on TCP connections	263
11.3.3	Class 0 and class 1 packet ordering	263
11.3.4	Screening incoming connected data	264
11.4	Mapping of transport class 2 and class 3 PDU's.....	264
11.5	Mapping of transport classes 4 to 6.....	265
11.6	IGMP Usage	265
11.6.1	Background (informative).....	265
11.6.2	IGMP Membership Report messages	266
11.6.3	IGMP Leave Group messages	266
11.7	Quality of Service (QoS) for CP 2/2 messages	267
11.7.1	Overview	267
11.7.2	DSCP format	267
11.7.3	IEEE 802.1D/IEEE 802.Q format.....	268
11.7.4	Mapping CPF 2 traffic to DSCP and IEEE 802.1D	268
11.7.5	CP 2/2 usage of DSCP	269
11.7.6	CP 2/2 usage of IEEE 802.1D/IEEE 802.1Q.....	269
11.7.7	User considerations with IEEE 802.1D/IEEE 802.1Q.....	269
11.8	Management of an encapsulation session.....	270
11.8.1	Phases of an encapsulation session	270
11.8.2	Establishing a session	270
11.8.3	Terminating a session.....	270
11.8.4	Maintaining a session	270
11.8.5	TCP connection management.....	271
12	DLL mapping protocol machine 3 (DMPM 3)	271
	Bibliography.....	272
	Figure 1 – Attribute table format and terms	30
	Figure 2 – Service request/response parameter	30
	Figure 3 – Example of an STD	34
	Figure 4 – Network connection parameters	58
	Figure 5 – Priority/Tick_time bit definition	61
	Figure 6 – Member ID/EX description (WORD).....	75

Figure 7 – Transport Class Trigger attribute.....	110
Figure 8 – CP2/3_initial_comm_characteristics attribute format	114
Figure 9 – Segment type.....	123
Figure 10 – Port segment.....	124
Figure 11 – Logical segment encoding.....	126
Figure 12 – Extended network segment	132
Figure 13 – Symbolic segment encoding	133
Figure 14 – Encapsulation message	162
Figure 15 – FixedLengthBitString compact encoding bit placement rules	185
Figure 16 – Example compact encoding of a SWORD FixedLengthBitString.....	186
Figure 17 – Example compact encoding of a WORD FixedLengthBitString.....	186
Figure 18 – Example compact encoding of a DWORD FixedLengthBitString	186
Figure 19 – Example compact encoding of a LWORD FixedLengthBitString	186
Figure 20 – Example 1 of formal encoding of a structure type specification.....	191
Figure 21 – Example 2 of formal encoding of a structure type specification.....	191
Figure 22 – Example 3 of formal encoding of a handle structure type specification	192
Figure 23 – Example 4 of formal encoding of a handle structure type specification	192
Figure 24 – Example 5 of abbreviated encoding of a structure type specification	193
Figure 25 – Example 1 of formal encoding of an array type specification.....	194
Figure 26 – Example 2 of formal encoding of an array type specification.....	194
Figure 27 – Example 1 of abbreviated encoding of an array type specification	195
Figure 28 – Example 2 of abbreviated encoding of an array type specification	195
Figure 29 – I/O Connection object state transition diagram	196
Figure 30 – Bridged Connection object state transition diagram	200
Figure 31 – Explicit Messaging Connection object state transition diagram	202
Figure 32 – State transition diagram of UCMM client9.....	212
Figure 33 – State transition diagram of high–end UCMM server.....	214
Figure 34 – State transition diagram of low–end UCMM server	216
Figure 35 – Sequence diagram for a UCMM with one outstanding message.....	218
Figure 36 – Sequence diagram for a UCMM with multiple outstanding messages.....	219
Figure 37 – TPDU buffer	220
Figure 38 – Data flow diagram using a client transport class 0 and server transport class 0	223
Figure 39 – Sequence diagram of data transfer using transport class 0.....	223
Figure 40 – Class 0 client STD	224
Figure 41 – Class 0 server STD	225
Figure 42 – Data flow diagram using client transport class 1 and server transport class 1	226
Figure 43 – Sequence diagram of data transfer using client transport class 1 and server transport class 1	227
Figure 44 – Class 1 client STD	229
Figure 45 – Class 1 server STD	230
Figure 46 – Data flow diagram using client transport class 2 and server transport class 2.....	232

Figure 47 – Diagram of data transfer using client transport class 2 and server transport class 2 without returned data	233
Figure 48 – Sequence diagram of data transfer using client transport class 2 and server transport class 2 with returned data	234
Figure 49 – Class 2 client STD	235
Figure 50 – Class 2 server STD	237
Figure 51 – Data flow diagram using client transport class 3 and server transport class 3	240
Figure 52 – Sequence diagram of data transfer using client transport class 3 and server transport class 3 without returned data.....	241
Figure 53 – Sequence diagram of data transfer using client transport class 3 and server transport class 3 with returned data	242
Figure 54 – Class 3 client STD	244
Figure 55 – Class 3 server STD	247
Figure 56 – Data flow diagram for a link producer and consumer	249
Figure 57 – State transition diagram for a link producer	253
Figure 58 – State transition diagram for a link consumer.....	254
Figure 59 – DS field in the IP header	268
Figure 60 – IEEE 802.1Q tagged frame.....	268
Table 1 – Get_Attributes_All response service rules	31
Table 2 – Example class level object/service specific response data of Get_Attributes_All.....	31
Table 3 – Example Get_Attributes_All data array method.....	32
Table 4 – Set_Attributes_All request service rules	33
Table 5 – Example Set_Attributes_All attribute ordering method	33
Table 6 – Example Set_Attributes_All data array method	33
Table 7 – State event matrix format	35
Table 8 – Example state event matrix	35
Table 9 – UCMM_PDU header format	39
Table 10 – UCMM command codes.....	39
Table 11 – Transport class 0 header	40
Table 12 – Transport class 1 header	40
Table 13 – Transport class 2 header	40
Table 14 – Transport class 3 header	40
Table 15 – Real-time data header – exclusive owner	41
Table 16 – Real-time data header– redundant owner	41
Table 17 – Forward_Open request format	46
Table 18 – Forward_Open_Good response format	46
Table 19 – Forward_Open_Bad response format	47
Table 20 – Large_Forward_Open request format	48
Table 21 – Large_Forward_Open_Good response format	48
Table 22 – Large_Forward_Open_Bad response format.....	49
Table 23 – Forward_Close request format.....	50
Table 24 – Forward_Close_Good response format.....	50

Table 25 – Forward_Close_Bad response format	51
Table 26 – Unconnected_Send request format	51
Table 27 – Unconnected_Send_Good response format	52
Table 28 – Unconnected_Send_Bad response format	53
Table 29 – Unconnected_Send request format (modified)	54
Table 30 – Unconnected_Send_Good response format (modified)	54
Table 31 – Unconnected_Send_Bad response format (modified).....	55
Table 32 – Get_Connection_Data request format	55
Table 33 – Get_Connection_Data response format	55
Table 34 – Search_Connection_Data request format	56
Table 35 – Get_Connection_Owner request format	57
Table 36 – Get_Connection_Owner response format	57
Table 37 – Time-out multiplier.....	60
Table 38 – Tick time units	61
Table 39 – Encoded application path ordering.....	65
Table 40 – Transport class, trigger and Is_Server format	66
Table 41 – MR_Request_Header format	66
Table 42 – MR_Response_Header format.....	67
Table 43 – Structure of Get_Attributes_All_ResponsePDU body	67
Table 44 – Structure of Set_Attributes_All_RequestPDU body	68
Table 45 – Structure of Get_Attribute_List_RequestPDU body	68
Table 46 – Structure of Get_Attribute_List_ResponsePDU body	68
Table 47 – Structure of Set_Attribute_List_RequestPDU body	68
Table 48 – Structure of Set_Attribute_List_ResponsePDU body.....	69
Table 49 – Structure of Reset_RequestPDU body	69
Table 50 – Structure of Reset_ResponsePDU body	69
Table 51 – Structure of Start_RequestPDU body	69
Table 52 – Structure of Start_ResponsePDU body	69
Table 53 – Structure of Stop_RequestPDU body	70
Table 54 – Structure of Stop_ResponsePDU body	70
Table 55 – Structure of Create_RequestPDU body	70
Table 56 – Structure of Create_ResponsePDU body	70
Table 57 – Structure of Delete_RequestPDU body	70
Table 58 – Structure of Delete_ResponsePDU body	70
Table 59 – Structure of Get_Attribute_Single_ResponsePDU body	71
Table 60 – Structure of Set_Attribute_Single_RequestPDU body	71
Table 61 – Structure of Set_Attribute_Single_ResponsePDU body	71
Table 62 – Structure of Find_Next_Object_Instance_RequestPDU body	71
Table 63 – Structure of Find_Next_Object_Instance_ResponsePDU body	72
Table 64 – Structure of Apply_Attributes_RequestPDU body	72
Table 65 – Structure of Apply_Attributes_ResponsePDU body	72
Table 66 – Structure of Save_RequestPDU body	72
Table 67 – Structure of Save_ResponsePDU body	72

Table 68 – Structure of Restore_RequestPDU body	73
Table 69 – Structure of Restore_ResponsePDU body	73
Table 70 – Structure of Get_Member_ResponsePDU body	73
Table 71 – Structure of Set_Member_RequestPDU body	73
Table 72 – Structure of Set_Member_ResponsePDU body.....	73
Table 73 – Structure of Insert_Member_RequestPDU body.....	74
Table 74 – Structure of Insert_Member_ResponsePDU body	74
Table 75 – Structure of Remove_Member_ResponsePDU body	74
Table 76 – Common structure of _Member_RequestPDU body (basic format).....	75
Table 77 – Common structure of _Member_ResponsePDU body (basic format)	75
Table 78 – Common structure of _Member_RequestPDU body (extended format).....	76
Table 79 – Common structure of _Member_ResponsePDU body (extended format)	76
Table 80 – Extended Protocol ID.....	76
Table 81 – Structure of _Member_RequestPDU body (Multiple Sequential Members)	77
Table 82 – Structure of _Member_ResponsePDU body (Multiple Sequential Members).....	77
Table 83 – Structure of _Member_RequestPDU body (International String Selection)	78
Table 84 – Structure of _Member_ResponsePDU body (International String Selection).....	78
Table 85 – Structure of Group_Sync_RequestPDU body.....	78
Table 86 – Structure of Group_Sync_ResponsePDU body	78
Table 87 – Structure of Multiple_Service_Packet_RequestPDU body.....	79
Table 88 – Structure of Multiple_Service_Packet_ResponsePDU body	79
Table 89 – Identity object class attributes	80
Table 90 – Identity object instance attributes	80
Table 91 – Identity object bit definitions for status instance attribute	81
Table 92 – Default values for extended device status field (bits 4 to 7) of status instance attribute	82
Table 93 – Identity object bit definitions for protection mode instance attribute	82
Table 94 – Class level object/service specific response data of Get_Attributes_All	82
Table 95 – Instance level object/service specific response data of Get_Attributes_All.....	83
Table 96 – Object-specific request parameter for Reset	83
Table 97 – Reset service parameter values	84
Table 98 – Communication link attributes that shall be preserved	84
Table 99 – Structure of Flash_LEDs_RequestPDU body	84
Table 100 – Message Router object class attributes	85
Table 101 – Message Router object instance attributes	85
Table 102 – Class level object/service specific response data of Get_Attributes_All	85
Table 103 – Instance level object/service specific response data of Get_Attributes_All.....	86
Table 104 – Structure of Symbolic_Translation_RequestPDU body.....	86
Table 105 – Structure of Symbolic_Translation_ResponsePDU body	86
Table 106 – Object specific status for Symbolic_Translation service	86
Table 107 – Assembly object class attributes.....	87
Table 108 – Assembly object instance attributes.....	87
Table 109 – Assembly Instance ID ranges	88

Table 110 – Acknowledge Handler object class attributes	88
Table 111 – Acknowledge Handler object instance attributes	89
Table 112 – Structure of Add_AckData_Path_RequestPDU body	89
Table 113 – Structure of Remove_AckData_Path_RequestPDU body	89
Table 114 – Time Sync object class attributes	90
Table 115 – Time Sync object instance attributes	90
Table 116 – ClockIdentity encoding for different network implementations	94
Table 117 – ClockClass values	94
Table 118 – TimeAccuracy values.....	94
Table 119 – TimePropertyFlags bit values	95
Table 120 – TimeSource values	95
Table 121 – Types of Clock	96
Table 122 – Network protocol to PortPhysicalAddressInfo mapping	96
Table 123 – Parameter object class attributes.....	97
Table 124 – Parameter Class Descriptor bit values	97
Table 125 – Parameter object instance attributes.....	98
Table 126 – Semantics of Descriptor Instance attribute.....	99
Table 127 – Descriptor Scaling bits usage	99
Table 128 – Minimum and Maximum Value semantics.....	100
Table 129 – Scaling Formula attributes	101
Table 130 – Scaling links	101
Table 131 – Class level object/service specific response data of Get_Attributes_All	102
Table 132 – Instance level object/service specific response data of Get_Attributes_All (Parameter object stub)	102
Table 133 – Instance level object/service specific response data of Get_Attributes_All (full Parameter object)	103
Table 134 – Structure of Get_Enum_String_RequestPDU body.....	104
Table 135 – Structure of Get_Enum_String_ResponsePDU body	104
Table 136 – Enumerated strings Type versus Parameter data type	104
Table 137 – Connection Manager object class attributes.....	105
Table 138 – Connection Manager object instance attributes.....	105
Table 139 – Class level object/service specific response data of Get_Attributes_All	106
Table 140 – Instance level object/service specific response data of Get_Attributes_All.....	106
Table 141 – Instance level object/service specific request data of Set_Attributes_All.....	107
Table 142 – Connection object class attributes	107
Table 143 – Connection object instance attributes	108
Table 144 – Values assigned to the state attribute	109
Table 145 – Values assigned to the instance_type attribute	110
Table 146 – Possible values within Direction Bit	111
Table 147 – Possible values within Production Trigger Bits.....	111
Table 148 – Possible values within Transport Class Bits.....	112
Table 149 – TransportClass_Trigger attribute values summary	112
Table 150 – Transport Class 0 client behavior summary	113
Table 151 – Transport Class 1, 2 and 3 client behavior summary.....	113

Table 152 – Values defined for the CP2/3_produced_connection_id attribute	114
Table 153 – Values defined for the CP2/3_consumed_connection_id attribute	114
Table 154 – Values for the Initial Production Characteristics nibble	115
Table 155 – Values for the Initial Consumption Characteristics nibble.....	116
Table 156 – Values for the watchdog_timeout_action.....	119
Table 157 – Structure of Connection_Bind_RequestPDU body.....	121
Table 158 – Object specific status for Connection_Bind service	121
Table 159 – Structure of Producing_Application_Lookup_RequestPDU body	121
Table 160 – Structure of Producing_Application_Lookup_ResponsePDU body.....	122
Table 161 – Producing_Application_Lookup Service status codes.....	122
Table 162 – Possible port segment examples	124
Table 163 – TCP/IP link address examples	125
Table 164 – Extended Logical Type	126
Table 165 – Electronic key segment format.....	128
Table 166 – Logical segments examples	129
Table 167 – Network segments	130
Table 168 – Extended subtype definitions	132
Table 169 – Symbolic segment examples	133
Table 170 – Data segment	134
Table 171 – ANSI_Extended_Symbol segment	134
Table 172 – Addressing categories	137
Table 173 – Class code ID ranges	137
Table 174 – Attribute ID ranges	138
Table 175 – Service code ranges	138
Table 176 – Class codes.....	139
Table 177 – Reserved class attributes for all object class definitions	140
Table 178 – Common services list	140
Table 179 – Identity object specific services list.....	141
Table 180 – Message Router object specific services list.....	141
Table 181 – Acknowledge Handler object specific services list.....	141
Table 182 – Parameter object specific services list.....	141
Table 183 – Services specific to Connection Manager	142
Table 184 – Services specific to Connection object.....	142
Table 185 – Device type numbering	143
Table 186 – Connection Manager service request error codes	144
Table 187 – General status codes.....	153
Table 188 – Extended status code for a general status of "Key Failure in path.....	155
Table 189 – Identity object status codes	156
Table 190 – Encapsulation header	163
Table 191 – Encapsulation command codes	163
Table 192 – Encapsulation status codes	165
Table 193 – Nop request encapsulation header	166
Table 194 – RegisterSession request encapsulation header	166

Table 195 – RegisterSession request data portion	167
Table 196 – RegisterSession reply encapsulation header	167
Table 197 – RegisterSession reply data portion (successful)	168
Table 198 – UnRegisterSession request encapsulation header	168
Table 199 – ListServices request encapsulation header	169
Table 200 – ListServices reply encapsulation header	169
Table 201 – ListServices reply data portion (successful)	170
Table 202 – Communications capability flags	170
Table 203 – ListIdentity request encapsulation header	171
Table 204 – ListIdentity reply encapsulation header	172
Table 205 – ListIdentity reply data portion (successful)	172
Table 206 – CPF 2 identity item	173
Table 207 – ListInterfaces request encapsulation header	174
Table 208 – ListInterfaces reply encapsulation header	174
Table 209 – SendRRData request encapsulation header	175
Table 210 – SendRRData request data portion	175
Table 211 – SendRRData reply encapsulation header	176
Table 212 – SendUnitData request encapsulation header	176
Table 213 – SendUnitData request data portion	176
Table 214 – Common packet format	177
Table 215 – CPF item format	177
Table 216 – Item Type ID numbers	177
Table 217 – Null address item	178
Table 218 – Connected address item	178
Table 219 – Sequenced address item	179
Table 220 – Unconnected data item	179
Table 221 – Connected data item	179
Table 222 – Sockaddr info items	180
Table 223 – Usage of CPF items	181
Table 224 – BOOLEAN encoding	182
Table 225 – Example compact encoding of a BOOL value	182
Table 226 – Encoding of SignedInteger values	182
Table 227 – Example compact encoding of a SignedInteger value	182
Table 228 – UnsignedInteger values	183
Table 229 – Example compact encoding of an UnsignedInteger	183
Table 230 – FixedLengthReal values	183
Table 231 – Example compact encoding of a REAL value	183
Table 232 – Example compact encoding of a LREAL value	183
Table 233 – FixedLengthReal values	184
Table 234 – STRING value	184
Table 235 – STRING2 value	184
Table 236 – STRINGN value	184
Table 237 – SHORT_STRING value	185

Table 238 – Example compact encoding of a STRING value	185
Table 239 – Example compact encoding of STRING2 value	185
Table 240 – SHORT_STRING type	185
Table 241 – Example compact encoding of a single dimensional ARRAY	187
Table 242 – Example compact encoding of a multi-dimensional ARRAY	187
Table 243 – Example compact encoding of a STRUCTURE	188
Table 244 – Identification codes and descriptions of elementary data types	189
Table 245 – Identification codes and descriptions of constructed data types	190
Table 246 – Formal structure encoding definition	190
Table 247 – Formal structure with handles encoding definition	191
Table 248 – Abbreviated structure encoding definition	192
Table 249 – Formal array encoding definition	193
Table 250 – Abbreviated array encoding definition	195
Table 251 – I/O Connection state event matrix	197
Table 252 – Bridged Connection state event matrix	200
Table 253 – Explicit Messaging Connection state event matrix	202
Table 254 – Primitives issued by FAL user to FSPM	205
Table 255 – Primitives issued by FAL user to FSPM	205
Table 256 – Primitives issued by FSPM to FAL user	208
Table 257 – Parameters used with primitives exchanged between FAL user and FSPM	209
Table 258 – Primitives issued by FSPM to ARPM	211
Table 259 – Primitives issued by ARPM to FSPM	211
Table 260 – Parameters used with primitives exchanged between FSPM and ARPM	211
Table 261 – UCMM client states	212
Table 262 – State event matrix of UCMM client	213
Table 263 – High-end UCMM server states	214
Table 264 – State event matrix of high-end UCMM server	215
Table 265 – Low-end UCMM server states	216
Table 266 – State event matrix of low-end UCMM server	217
Table 267 – Notification	220
Table 268 – Transport classes	221
Table 269 – Primitives issued by FSPM to ARPM	221
Table 270 – Primitives issued by ARPM to FSPM	222
Table 271 – Parameters used with primitives exchanged between FSPM and ARPM	222
Table 272 – Class 0 transport client states	224
Table 273 – Class 0 client SEM	224
Table 274 – Class 0 transport server states	225
Table 275 – Class 0 server SEM	225
Table 276 – Class 1 transport client states	228
Table 277 – Class 1 client SEM	229
Table 278 – Class 1 transport server states	230
Table 279 – Class 1 server SEM	231
Table 280 – Class 2 transport client states	235

Table 281 – Class 2 client SEM	236
Table 282 – Class 2 transport server states	237
Table 283 – Class 2 server SEM	238
Table 284 – Class 3 transport client states	243
Table 285 – Class 3 client SEM	244
Table 286 – Class 3 transport server states	246
Table 287 – Class 3 server SEM	248
Table 288 – Primitives issued by ARPM to DMPM.....	250
Table 289 – Primitives issued by DMPM to ARPM.....	250
Table 290 – Parameters used with primitives exchanged between ARPM and DMPM	251
Table 291 – Primitives exchanged between data-link layer and DMPM	251
Table 292 – Parameters used with primitives exchanged between DMPM and Data-link	251
Table 293 – Selection of connection ID	252
Table 294 – Link producer states	253
Table 295 – State event matrix of link producer	253
Table 296 – Link consumer states.....	254
Table 297 – State event matrix of link consumer	254
Table 298 – UCMM request	255
Table 299 – UCMM reply	256
Table 300 – Network Connection ID selection	257
Table 301 – Sockaddr Info usage.....	259
Table 302 – Example multicast assignments.....	262
Table 303 – UDP data format for class 0 and class 1	263
Table 304 – Transport class 2 and class 3 connected data	265
Table 305 – Default DSCP and IEEE 802.1D mapping	268

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 IEC 61784-1 and IEC 61784-2.

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

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

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

- clarifications of response PDU formats in case of failure in 4.1.5;
- clarifications of connection request priority definition and handling in 4.1.6.5 and 4.1.6.6;
- clarification of connection remaining path in 4.1.6.12;
- extensions of general syntax in 4.1.8.1;
- extensions and clarifications of Identity object PDUs in 4.1.8.2;
- updates of Assembly object PDUs in 4.1.8.4;
- extensions and clarification of Time sync object PDUs in 4.1.8.6;
- updates of Parameter object PDUs in 4.1.8.7;
- extensions of Connection Manager object PDUs in 4.1.8.8;
- clarifications of Connection object PDUs in 4.1.8.9;
- extensions and clarifications of message and connection paths in 4.1.9;
- updates of object and service class codes in 4.1.10 and error codes in 4.1.11;
- updates of data types in 4.2.4, 5.1.3 and 5.2.3;
- updates of the encapsulation abstract syntax in 4.3;
- updates to the DLL mapping protocol machine 2 in Clause 11;
- miscellaneous editorial corrections.

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

FDIS	Report on voting
65C/948/FDIS	65C/956/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 61158 series, published under the general title *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*, can be found on the IEC web site.

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

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

INTRODUCTION

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

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

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

This document is concerned, in particular, with the communication and interworking of sensors, effectors and other automation devices. By using this document together with other standards positioned within the OSI or fieldbus reference models, otherwise incompatible systems may 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 International Standard specifies interactions between remote applications and defines the externally visible behavior provided by the Type 2 fieldbus application layer in terms of

- a) the formal abstract syntax defining the application layer protocol data units conveyed between communicating application entities;
- b) the transfer syntax defining encoding rules that are applied to the application layer protocol data units;
- c) the application context state machine defining the application service behavior visible between communicating application entities;
- d) 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

- a) define the wire-representation of the service primitives defined in IEC 61158-5-2, and
- b) 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 IEC 61784-1 and IEC 61784-2 are maintained simultaneously. Cross-references to these documents within the text therefore refer to the editions as dated in this list of normative references.

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

IEC 61158-3-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-2: Data-link layer service definition – Type 2 elements*
IEC 61158-3-2:2014/AMD1:2019

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

IEC 61158-5-2:2019, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-2: Application layer service definition – Type 2 elements*

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

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

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, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Standard for Ethernet*

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

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

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

ISO/IEC 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 11898:1993¹, *Road vehicles – Interchange of digital information – Controller area network (CAN) for high-speed communication*

IEEE Std 802.1D-2004, *IEEE standard for local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) bridges*, available at <<http://www.ieee.org>> [viewed 2018-09-04]

IEEE Std 802.1Q-2005², *IEEE standard for local and metropolitan area networks – Virtual bridged local area networks*, available at <<http://www.ieee.org>> [viewed 2018-09-04]

IEEE Std 802.3-2015, *IEEE Standard for Ethernet*, available at <<http://www.ieee.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 791, *Internet Protocol*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 1035, *Domain Names – Implementation and Specification*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 1112, *Host Extensions for IP Multicasting*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 1117, *Internet Numbers*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 1122, *Requirements for Internet Hosts – Communication Layers*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

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

IETF RFC 2236, *Internet Group Management Protocol, Version 2*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 2474, *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 2475, *An Architecture for Differentiated Services*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 2597, *Assured Forwarding PHB Group*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

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

² A newer edition of this document has been published, but only the cited edition applies.

IETF RFC 2873, *TCP Processing of the IPv4 Precedence Field*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 3140, *Per Hop Behavior Identification Codes*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 3246, *An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior)*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 3376, *Internet Group Management Protocol, Version 3*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

IETF RFC 4594, *Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes*, available at <<http://www.ietf.org>> [viewed 2018-09-04]

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	287
INTRODUCTION.....	289
1 Domaine d'application	290
1.1 Généralités	290
1.2 Spécifications	290
1.3 Conformité	291
2 Références normatives	291
3 Termes, définitions, symboles, termes abrégés et conventions	293
3.1 Termes et définitions provenant d'autres normes ISO/IEC.....	293
3.1.1 Termes et définitions de l'ISO/IEC 7498-1	293
3.1.2 Termes et définitions de l'ISO/IEC 9545	294
3.1.3 Termes et définitions de l'ISO/IEC 8824-1	294
3.1.4 Termes et définitions de l'ISO/IEC 8825-1	295
3.2 Termes et définitions de l'IEC 61158-5-2	295
3.3 Termes et définitions supplémentaires	295
3.4 Abréviations et symboles	302
3.5 Conventions.....	303
3.5.1 Concept général	303
3.5.2 Spécification d'attribut	303
3.5.3 Services communs.....	304
3.5.4 Conventions relatives aux diagrammes d'états.....	308
4 Syntaxe abstraite.....	311
4.1 Syntaxe abstraite des PDU de la FAL	311
4.1.1 Généralités	311
4.1.2 Structure des PDU	311
4.1.3 UCMM_PDU	314
4.1.4 Transport_Header.....	315
4.1.5 CM_PDU	318
4.1.6 Composants de PDU CM	333
4.1.7 En-têtes de MR.....	343
4.1.8 OM_Service_PDU.....	344
4.1.9 Chemins de message et de connexion.....	405
4.1.10 Codes de classe, d'attribut et de service.....	422
4.1.11 Codes d'erreur.....	429
4.2 Spécification de syntaxe abstraite des données	446
4.2.1 Spécification de format de transport	446
4.2.2 Notation de syntaxe abstraite	447
4.2.3 Spécification des données réseau de commande.....	447
4.2.4 Spécification/dictionnaires de types de données	449
4.3 Syntaxe abstraite d'encapsulation.....	451
4.3.1 Protocole d'encapsulation.....	451
4.3.2 Descriptions des commandes	455
4.3.3 Format commun des paquets.....	467
5 Syntaxe de transfert	472
5.1 Codage compact.....	472
5.1.1 Règles de codage.....	472

5.1.2	Contraintes de codage.....	472
5.1.3	Exemples.....	472
5.2	Rapport relatif au type de données	480
5.2.1	Représentation de données d'objet.....	480
5.2.2	Rapports relatifs aux types de données élémentaires	481
5.2.3	Rapports relatifs aux types de données construits	482
6	Structure des diagrammes d'états de protocole de la couche FAL	488
7	Diagramme d'états de contexte AP	489
7.1	Vue d'ensemble	489
7.2	Diagramme d'état d'objet Connection	489
7.2.1	Comportement d'instance "I/O Connection"(Connexion E/S)	489
7.2.2	Comportement d'instance de "Bridged Connection"	493
7.2.3	Comportement de l'instance de connexion de messagerie explicite	495
8	Diagramme protocolaire de services de la FAL (FSPM)	498
8.1	Généralités	498
8.2	Définitions de primitive.....	499
8.3	Paramètres des primitives.....	504
8.4	Diagrammes d'états FSPM.....	505
9	Diagrammes protocolaires de relation d'applications (ARPM)	505
9.1	Généralités	505
9.2	ARPM sans connexion (UCMM)	506
9.2.1	Généralités	506
9.2.2	Définitions de primitive	506
9.2.3	Paramètres des primitives	507
9.2.4	Diagrammes d'états UCMM	508
9.2.5	Exemples de séquences UCMM	516
9.2.6	UCMM de gestion	519
9.3	Diagrammes ARPM orientés connexion (transports)	519
9.3.1	Tampon des PDU de transport.....	519
9.3.2	Classes de transport.....	521
9.3.3	Définitions des primitives communes	521
9.3.4	Paramètres des primitives communes.....	522
9.3.5	Diagrammes d'états de transport – classe 0.....	522
9.3.6	Diagrammes d'états de transport – classe 1.....	527
9.3.7	Diagrammes d'états de transport – classe 2.....	535
9.3.8	Diagrammes d'états de transport – classe 3.....	547
9.3.9	Diagrammes d'états de transport – classes 4, 5, 6.....	560
9.3.10	Diagrammes d'états de transport – classe 4.....	560
9.3.11	Diagrammes d'états de transport – classe 5.....	560
9.3.12	Diagrammes d'états de transport – classe 6.....	560
10	Diagramme protocolaire de mise en correspondance DLL 1 (DMPM 1).....	560
10.1	Généralités	560
10.2	Producteur de liaisons	561
10.3	Consommateur de liaisons	561
10.4	Définitions de primitive.....	562
10.4.1	Primitives échangées entre le diagramme DMPM et le diagramme ARPM.....	562
10.4.2	Paramètres de primitives d'ARPM/DMPM	562

10.4.3	Primitives échangées entre la couche Liaison de données et le diagramme DMPM	562
10.4.4	Paramètres des primitives de DMPM/Couche Liaison de données	563
10.4.5	Network connection ID (ID de connexion réseau).....	564
10.5	Diagramme d'états DMPM.....	564
10.5.1	Etats du diagramme DMPM	564
10.5.2	Fonctions utilisées par le diagramme DMPM	566
10.6	Sélection des services de couche Liaison de données	566
11	Diagramme protocolaire de mise en correspondance DLL 2 (DMPM 2).....	567
11.1	Généralités	567
11.2	Mise en correspondance des PDU de l'UCMM	567
11.2.1	Généralités	567
11.2.2	Exigences communes pour les PDU du gestionnaire de Connection Manager	568
11.2.3	PDU Forward_open pour les connexions de classe 2 et classe 3	570
11.2.4	Forward_open pour les connexions de classe 0 et de classe 1	570
11.2.5	Forward_Close	576
11.3	Mise en correspondance des PDU des classes de transport 0 et 1.....	576
11.3.1	PDU de classe 0 et de classe 1	576
11.3.2	Aucune dépendance vis-à-vis des connexions TCP	576
11.3.3	Ordre des paquets de classe 0 et de classe 1.....	577
11.3.4	Filtrage des données connectées entrantes.....	577
11.4	Mise en correspondance des PDU des classes de transport 2 et 3.....	577
11.5	Mise en correspondance des classes de transport 4 à 6	579
11.6	Utilisation de l'IGMP	579
11.6.1	Contexte (informative)	579
11.6.2	Messages de Membership Report (rapports sur les adhésions comme membres) de l'IGMP	579
11.6.3	Messages "Leave Group" de l'IGMP	580
11.7	Qualité de service (QoS) pour les messages CP 2/2	580
11.7.1	Vue d'ensemble	580
11.7.2	Format des DSCP.....	581
11.7.3	Format IEEE 802.1D/IEEE 802.Q.....	582
11.7.4	Mise en correspondance du trafic CPF 2 avec DSCP et IEEE 802.1D.....	582
11.7.5	Utilisation CP 2/2 des DSCP.....	583
11.7.6	Utilisation CP 2/2 de l'IEEE 802.1D/IEEE 802.1Q	583
11.7.7	Considérations utilisateur avec l'IEEE 802.1D/IEEE 802.1Q	583
11.8	Gestion d'une session d'encapsulation.....	584
11.8.1	Phases d'une session d'encapsulation.....	584
11.8.2	Etablissement d'une session.....	584
11.8.3	Arrêt d'une session.....	584
11.8.4	Maintien d'une session	585
11.8.5	Gestion de la connexion TCP	585
12	Diagramme protocolaire de mise en correspondance DLL 3 (DMPM 3).....	585
	Bibliographie.....	586
	Figure 1 – Format et termes du tableau d'attributs	303
	Figure 2 – Paramètre de demande/réponse de service	304
	Figure 3 – Exemple de STD	309

Figure 4 – Paramètres de connexion réseau	334
Figure 5 – Définition des bits Priority/Tick_time	337
Figure 6 – Description de Member ID/EX (WORD)	353
Figure 7 – Attribut Transport Class Trigger	393
Figure 8 – Format de l'attribut CP2/3_initial_comm_characteristics	397
Figure 9 – Type de segment	406
Figure 10 – Segment de port.....	408
Figure 11 – Codage de segment logique	410
Figure 12 – Segment de réseau étendu	417
Figure 13 – Codage de segment symbolique.....	418
Figure 14 – Message d'encapsulation	452
Figure 15 – Règles de placement de bits associées au codage compact de FixedLengthBitString.....	477
Figure 16 – Exemple de codage compact d'un FixedLengthBitString SWORD	477
Figure 17 – Exemple de codage compact d'un FixedLengthBitString WORD	477
Figure 18 – Exemple de codage compact d'un FixedLengthBitString DWORD.....	478
Figure 19 – Exemple de codage compact d'un FixedLengthBitString LWORD	478
Figure 20 – Exemple 1 de codage formel d'une spécification de type Structure.....	483
Figure 21 – Exemple 2 de codage formel d'une spécification de type Structure.....	483
Figure 22 – Exemple 3 de codage formel d'une spécification de type Structure.....	484
Figure 23 – Exemple 4 de codage formel d'une spécification de type Structure.....	484
Figure 24 – Exemple 5 de codage abrégé d'une spécification de type Structure.....	485
Figure 25 – Exemple 1 de codage formel d'une spécification de type Array.....	486
Figure 26 – Exemple 2 de codage formel d'une spécification de type Array.....	487
Figure 27 – Exemple 1 de codage abrégé d'une spécification de type Array	488
Figure 28 – Exemple 2 de codage abrégé d'une spécification de type Array	488
Figure 29 – Diagramme de transitions d'états d'objet I/O Connection.....	489
Figure 30 – Diagramme de transitions d'états d'un objet Connection "Bridged"	494
Figure 31 – Diagramme de transitions d'états d'un objet Connection "Explicit Messaging"	496
Figure 32 – Diagramme de transitions d'états de client UCMM90	509
Figure 33 – Diagramme de transitions d'états d'un serveur UCMM haut de gamme.....	512
Figure 34 – Diagramme de transitions d'états pour serveur UCMM bas de gamme	515
Figure 35 – Diagramme de séquence pour un UCMM avec un seul message en cours.....	517
Figure 36 – Diagramme de séquence pour un UCMM avec plusieurs messages en cours	518
Figure 37 – Tampon des TPDU.....	520
Figure 38 – Diagramme de flots de données utilisant une classe de transport client 0 et une classe de transport serveur 0	523
Figure 39 – Diagramme de séquence du transfert de données utilisant la classe de transport 0	524
Figure 40 – STD client de classe 0	525
Figure 41 – STD serveur de classe 0	527
Figure 42 – Diagramme de flots de données utilisant une classe de transport client 1 et une classe de transport serveur 1	528

Figure 43 – Diagramme de séquence de transfert de données utilisant la classe de transport client 1 et la classe de transport serveur 1	529
Figure 44 – STD client de classe 1	531
Figure 45 – STD serveur de classe 1	534
Figure 46 – Diagramme de flots de données utilisant une classe de transport client 2 et une classe de transport serveur 2	536
Figure 47 – Diagramme de transfert de données utilisant la classe de transport client 2 et la classe de transport serveur 2 sans données retournées	538
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 retournées	540
Figure 49 – STD client de classe 2	542
Figure 50 – STD serveur de classe 2	546
Figure 51 – Diagramme de flots de données utilisant la classe de transport client 3 et la classe de transport serveur 3	548
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 retournées	550
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 retournées	552
Figure 54 – STD client de classe 3	554
Figure 55 – STD serveur de classe 3	558
Figure 56 – Diagramme de flot de données pour producteur et un consommateur de données	561
Figure 57 – Diagramme de transitions d'états pour un producteur de liaisons	565
Figure 58 – Diagramme de transitions d'états pour un consommateur de liaisons	566
Figure 59 – Champ DS dans l'en-tête IP	581
Figure 60 – Trame étiquetée IEEE 802.1Q	582
Tableau 1 – Règles relatives au service de réponse Get_Attribute_All	305
Tableau 2 – Exemples de données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	305
Tableau 3 – Exemple de méthode de matrice de données Set_Attribute_All	306
Tableau 4 – Règles relatives au service de demande Set_Attribute_All	307
Tableau 5 – Exemple de méthode d'ordonnancement d'attributs Set_Attribute_All	307
Tableau 6 – Exemple de méthode de matrice de données Set_Attribute_All	307
Tableau 7 – Format d'une matrice d'événements d'états	310
Tableau 8 – Exemple de matrice d'événements d'états	310
Tableau 9 – Format de l'en-tête de l'UCMM_PDU	314
Tableau 10 – Codes de commande de l'UCMM	314
Tableau 11 – En-tête de transport de classe 0	315
Tableau 12 – En-tête de transport de classe 1	315
Tableau 13 – En-tête de transport de classe 2	316
Tableau 14 – En-tête de transport de classe 3	316
Tableau 15 – En-tête de données temps réel – propriétaire exclusif	316
Tableau 16 – En-tête de données temps réel – propriétaire redondant	317
Tableau 17 – Format de la demande Forward_Open	322
Tableau 18 – Format de la réponse Forward_Open_Good	322

Tableau 19 – Format de la réponse Forward_Open_Bad.....	323
Tableau 20 – Format de la demande Large_Forward_Open	324
Tableau 21 – Format de la réponse Large_Forward_Open_Good.....	325
Tableau 22 – Format de la réponse Large_Forward_Open_Bad	325
Tableau 23 – Format de la demande Forward_Close	326
Tableau 24 – Format de la réponse Forward_Close_Good.....	326
Tableau 25 – Format de la réponse Forward_Close_Bad	327
Tableau 26 – Format de la demande Unconnected_Send.....	327
Tableau 27 – Format de la réponse Unconnected_Send_Good	328
Tableau 28 – Format de la réponse Unconnected_Send_Bad	329
Tableau 29 – Format de la demande Unconnected_Send (modifiée).....	330
Tableau 30 – Format de la réponse Unconnected_Send_Good (modifié)	330
Tableau 31 – Format de la réponse Unconnected_Send_Bad (modifié).....	331
Tableau 32 – Format de la demande Get_Connection_Data.....	331
Tableau 33 – Format de la réponse Get_Connection_Data	332
Tableau 34 – Format de la demande Search_Connection_Data	332
Tableau 35 – Format de la demande Get_Connection_Owner	333
Tableau 36 – Format de la réponse Get_Connection_Owner.....	333
Tableau 37 – Multiplicateur de temporisation	337
Tableau 38 – Unités de top d'horloge.....	338
Tableau 39 – Ordre du chemin d'application codé.....	342
Tableau 40 – Format de classe de transport, déclencheur et Is_Server.....	343
Tableau 41 – Format de MR_Request_Header.....	343
Tableau 42 – Format de MR_Response_Header	344
Tableau 43 – Structure du corps de Get_Attributes_All_ResponsePDU.....	345
Tableau 44 – Structure du corps de Set_Attributes_All_RequestPDU.....	345
Tableau 45 – Structure du corps de Get_Attribute_List_RequestPDU	345
Tableau 46 – Structure du corps de Get_Attribute_List_ResponsePDU.....	345
Tableau 47 – Structure du corps de Set_Attribute_List_RequestPDU.....	346
Tableau 48 – Structure du corps de Set_Attribute_List_ResponsePDU	346
Tableau 49 – Structure du corps de Reset_RequestPDU	346
Tableau 50 – Structure du corps de Reset_ResponsePDU.....	346
Tableau 51 – Structure du corps de Start_RequestPDU	347
Tableau 52 – Structure du corps de Start_ResponsePDU	347
Tableau 53 – Structure du corps de Stop_RequestPDU	347
Tableau 54 – Structure du corps de Stop_ResponsePDU.....	347
Tableau 55 – Structure du corps de Create_RequestPDU	347
Tableau 56 – Structure du corps de Create_ResponsePDU	348
Tableau 57 – Structure du corps de Delete_RequestPDU	348
Tableau 58 – Structure du corps de Delete_ResponsePDU.....	348
Tableau 59 – Structure du corps de Get_Attribute_Single_ResponsePDU.....	348
Tableau 60 – Structure du corps de Set_Attribute_Single_RequestPDU.....	349
Tableau 61 – Structure du corps de Set_Attribute_Single_ResponsePDU	349

Tableau 62 – Structure du corps de Find_Next_Object_Instance_RequestPDU.....	349
Tableau 63 – Structure du corps de Find_Next_Object_Instance_ResponsePDU	349
Tableau 64 – Structure du corps de Apply_Attributes_RequestPDU	350
Tableau 65 – Structure du corps de Apply_Attributes_ResponsePDU	350
Tableau 66 – Structure du corps de Save_RequestPDU.....	350
Tableau 67 – Structure du corps de Save_ResponsePDU.....	350
Tableau 68 – Structure du corps de Restore_RequestPDU	350
Tableau 69 – Structure du corps de Restore_ResponsePDU.....	351
Tableau 70 – Structure du corps de Get_Member_ResponsePDU.....	351
Tableau 71 – Structure du corps de Set_Member_RequestPDU.....	351
Tableau 72 – Structure du corps de Set_Member_ResponsePDU	351
Tableau 73 – Structure du corps de Insert_Member_RequestPDU	351
Tableau 74 – Structure du corps de Insert_Member_ResponsePDU	352
Tableau 75 – Structure du corps de Remove_Member_ResponsePDU.....	352
Tableau 76 – Structure commune du corps _Member_RequestPDU (format de base)	353
Tableau 77 – Structure commune du corps _Member_ResponsePDU (format de base)	353
Tableau 78 – Structure commune du corps _Member_RequestPDU (format étendu).....	354
Tableau 79 – Structure commune du corps _Member_ResponsePDU (format étendu)	354
Tableau 80 – Extended Protocol ID (identificateur de protocole étendu).....	354
Tableau 81 – Structure du corps _Member_RequestPDU (Multiple Sequential Members, Membres séquentiels multiples).....	355
Tableau 82 – Structure du corps _Member_ResponsePDU (Multiple Sequential Members)	355
Tableau 83 – Structure du corps _RequestPDU (International String Selection).....	356
Tableau 84 – Structure du corps _Member_ResponsePDU (International String Selection, sélection de chaîne internationale).....	356
Tableau 85 – Structure du corps de Group_Sync_RequestPDU	356
Tableau 86 – Structure du corps de Group_Sync_ResponsePDU.....	356
Tableau 87 – Structure du corps de Symbolic_Translation_RequestPDU	357
Tableau 88 – Structure du corps de Multiple_Service_Packet_ResponsePDU.....	357
Tableau 89 – Attributs de classe d'objets Identity.....	358
Tableau 90 – Attributs d'instance d'objet Identity	358
Tableau 91 – Définitions de bit de l'objet Identity pour l'attribut d'instance de statut.....	360
Tableau 92 – Valeurs par défaut pour le champ statut étendu de l'appareil (bits 4 à 7) de l'attribut d'instance de statut	360
Tableau 93 – Définitions de bit de l'objet Identity pour l'attribut d'instance de mode de protection	361
Tableau 94 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	361
Tableau 95 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau instance pour Get_Attribute_All	362
Tableau 96 – Paramètre de demande spécifique à un objet pour Reset	362
Tableau 97 – Valeurs de paramètre du service Reset	363
Tableau 98 – Attributs de liaison de communication qui doivent être conservés	363
Tableau 99 – Structure du corps de Flash_LEDs_RequestPDU.....	364

Tableau 100 – Attributs de classe d'objets Message Router.....	364
Tableau 101 – Attributs d'instance d'objet Message Router.....	364
Tableau 102 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	365
Tableau 103 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau instance pour Get_Attribute_All	365
Tableau 104 – Structure du corps de Symbolic_Translation_RequestPDU	365
Tableau 105 – Structure du corps de Symbolic_Translation_ResponsePDU.....	365
Tableau 106 – Statut spécifique à un objet pour le service Symbolic_Translation	366
Tableau 107 – Attributs de classe d'objets Assembly	366
Tableau 108 – Attributs d'instance d'objet Assembly	367
Tableau 109 – Plages des Assembly Instance ID	367
Tableau 110 – Attributs de classe d'objets Acknowledge Handler	368
Tableau 111 – Attributs d'instance d'objet Acknowledge Handler	369
Tableau 112 – Structure du corps de Add_AckData_Path_RequestPDU	369
Tableau 113 – Structure du corps de Remove_AckData_Path_RequestPDU.....	369
Tableau 114 – Attributs de classe d'objet Time Sync	370
Tableau 115 – Attributs d'instance d'objet Time Sync	370
Tableau 116 – Codage de ClockIdentity pour différentes mises en œuvre de réseau	375
Tableau 117 – Valeurs de ClockClass.....	375
Tableau 118 – Valeurs de TimeAccuracy	375
Tableau 119 – Valeurs de bit de TimePropertyFlags	376
Tableau 120 – Valeurs de TimeSource	376
Tableau 121 – Types d'horloge	377
Tableau 122 – Protocole réseau pour la mise en correspondance PortPhysicalAddressInfo	377
Tableau 123 – Attributs de classe d'objets Parameter	378
Tableau 124 – Valeurs de bit de Parameter Class Descriptor.....	378
Tableau 125 – Attributs d'instance d'objet Parameter.....	379
Tableau 126 – Sémantique de l'attribut Descriptor Instance	380
Tableau 127 – Utilisation des bits de mise à l'échelle de descripteur	381
Tableau 128 – Sémantique de Minimum Value et de Maximum Value	381
Tableau 129 – Attributs de formule de mise à l'échelle.....	382
Tableau 130 – Liaisons de mise à l'échelle	383
Tableau 131 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	384
Tableau 132 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau instance pour Get_Attribute_All (objet Parameter Stub)	384
Tableau 133 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau instance pour Get_Attributes_All (objet Parameter Full).....	385
Tableau 134 – Structure du corps de Get_Enum_String_RequestPDU	386
Tableau 135 – Structure du corps de Get_Enum_String_ResponsePDU	386
Tableau 136 – Type de chaîne énumérée contre type de données de paramètre	386
Tableau 137 – Attributs de classe d'objets Connection Manager	387
Tableau 138 – Attributs d'instance d'objet Connection Manager.....	387

Tableau 139 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau classe pour Get_Attribute_All	388
Tableau 140 – Données de réponse spécifiques à un service/objet de niveau instance pour Get_Attribute_All	389
Tableau 141 – Données de demande spécifiques à un service/objet de niveau instance pour Set_Attributes_All	389
Tableau 142 – Attributs de classe d'objets Connection	390
Tableau 143 – Attributs d'instance d'objet Connection	390
Tableau 144 – Valeurs attribuées à l'attribut d'état.....	391
Tableau 145 – Valeurs attribuées à l'attribut instance_type.....	392
Tableau 146 – Valeurs possibles dans le bit Direction	393
Tableau 147 – Valeurs possibles dans les bits Production Trigger	394
Tableau 148 – Valeurs possibles dans les bits Transport Class	394
Tableau 149 – Valeurs de l'attribut TransportClass_Trigger	395
Tableau 150 – Résumé du comportement du client, Classe de transport 0.....	396
Tableau 151 – Résumé du comportement du client, Classe de transport 1, 2 et 3.....	396
Tableau 152 – Valeurs définies pour l'attribut CP2/3_produced_connection_id	396
Tableau 153 – Valeurs définies pour l'attribut CP2/3_consumed_connection_id.....	397
Tableau 154 – Valeurs pour le quartet Initial Production Characteristics	398
Tableau 155 – Valeurs pour le quartet Initial Consumption Characteristics	399
Tableau 156 – Valeurs de watchdog_timeout_action.....	402
Tableau 157 – Structure du corps de Connection_Bind_RequestPDU	404
Tableau 158 – Statut spécifique à un objet pour le service Connection_Bind	404
Tableau 159 – Structure du corps de Producing_Application_Lookup_RequestPDU.....	405
Tableau 160 – Structure du corps de Producing_Application_Lookup_ResponsePDU.....	405
Tableau 161 – Codes de statut du service Producing_Application_Lookup.....	405
Tableau 162 – Exemples de segments de port possibles	408
Tableau 163 – Exemples d'adresses de liaison TCP/IP	409
Tableau 164 – Type Extended Logical (logique étendu)	410
Tableau 165 – Format du segment de clé électronique	412
Tableau 166 – Exemples de segments logiques.....	414
Tableau 167 – Segments de réseau.....	414
Tableau 168 – Définitions des sous-types étendus.....	417
Tableau 169 – Exemples de segments symboliques.....	419
Tableau 170 – Segment de données	419
Tableau 171 – Segment ANSI_Extended_Symbol	420
Tableau 172 – Catégories d'adressage	423
Tableau 173 – Plages d'ID de code de classe	423
Tableau 174 – Plages d'ID d'attribut	424
Tableau 175 – Plages de codes de service	424
Tableau 176 – Codes de classe	425
Tableau 177 – Attributs de classe réservés pour toutes les définitions de classe d'objets.....	426
Tableau 178 – Liste des services communs	426

Tableau 179 – Liste des services spécifiques à un objet Identity.....	427
Tableau 180 – Liste des services spécifiques à un objet Message Router.....	427
Tableau 181 – Liste des services spécifiques à un objet Acknowledge Handler	427
Tableau 182 – Liste des services spécifiques à un objet Parameter	428
Tableau 183 – Services spécifiques à Connection Manager.....	428
Tableau 184 – Services spécifiques à un objet Connection	428
Tableau 185 – Numérotation des types d'appareil.....	429
Tableau 186 – Codes d'erreur d'une demande de service Connection Manager	430
Tableau 187 – Codes de statut général.....	441
Tableau 188 – Code de statut étendu d'un statut général "Key Failure in path"	444
Tableau 189 – Codes de statut d'objet Identity.....	444
Tableau 190 – En-tête d'encapsulation	452
Tableau 191 – Codes de commande d'encapsulation.....	453
Tableau 192 – Codes de statut d'encapsulation	454
Tableau 193 – En-tête d'encapsulation de demande Nop.....	455
Tableau 194 – En-tête d'encapsulation de demande RegisterSession.....	456
Tableau 195 – Partie "données" de la demande RegisterSession.....	456
Tableau 196 – En-tête d'encapsulation de réponse RegisterSession.....	457
Tableau 197 – Partie "données" de la réponse RegisterSession (succès)	457
Tableau 198 – En-tête d'encapsulation de demande UnRegisterSession.....	458
Tableau 199 – En-tête d'encapsulation de demande ListServices	459
Tableau 200 – En-tête d'encapsulation de réponse ListServices	459
Tableau 201 – Partie "données" de la réponse ListServices (succès).....	460
Tableau 202 – Fanions de capacité de communications.....	460
Tableau 203 – En-tête d'encapsulation de demande ListIdentity	461
Tableau 204 – En-tête d'encapsulation de réponse ListIdentity	462
Tableau 205 – Partie "données" de la réponse ListIdentity (succès).....	462
Tableau 206 – Élément Identity CPF 2.....	463
Tableau 207 – En-tête d'encapsulation de demande ListInterfaces	464
Tableau 208 – En-tête d'encapsulation de réponse ListInterfaces	464
Tableau 209 – En-tête d'encapsulation de demande SendRRData	465
Tableau 210 – Partie "données" de la demande SendRRData.....	465
Tableau 211 – En-tête d'encapsulation de réponse SendRRData.....	466
Tableau 212 – En-tête d'encapsulation de demande SendUnitData.....	466
Tableau 213 – Partie "données" de la demande SendUnitData	467
Tableau 214 – Format commun des paquets.....	467
Tableau 215 – Format des éléments CPF	467
Tableau 216 – Numéros de type ID des éléments	468
Tableau 217 – Élément adresse "null".....	468
Tableau 218 – Élément adresse "connected"	469
Tableau 219 – Élément adresse "sequenced"	469
Tableau 220 – Élément données "unconnected"	469
Tableau 221 – Élément données "connected"	470

Tableau 222 – Eléments Sockaddr Info	470
Tableau 223 – Usage des éléments CPF	471
Tableau 224 – Codage BOOLEAN	473
Tableau 225 – Exemple de codage compact d'une valeur BOOL.....	473
Tableau 226 – Codage des valeurs SignedInteger	473
Tableau 227 – Exemple de codage compact d'une valeur SignedInteger.....	473
Tableau 228 – Valeurs UnsignedInteger	474
Tableau 229 – Exemple de codage compact d'un UnsignedInteger	474
Tableau 230 – Valeurs FixedLengthReal.....	474
Tableau 231 – Exemple de codage compact d'une valeur REAL	474
Tableau 232 – Exemple de codage compact d'une valeur LREAL	475
Tableau 233 – Valeurs FixedLengthReal.....	475
Tableau 234 – Valeur STRING.....	475
Tableau 235 – Valeur STRING2.....	476
Tableau 236 – Valeur STRINGN	476
Tableau 237 – Valeur SHORT_STRING	476
Tableau 238 – Exemple de codage compact d'une valeur STRING	476
Tableau 239 – Exemple de codage compact d'une valeur STRING2	476
Tableau 240 – Type SHORT_STRING	477
Tableau 241 – Exemple de codage compact d'un ARRAY à une seule dimension	478
Tableau 242 – Exemple de codage compact d'un ARRAY à plusieurs dimensions	479
Tableau 243 – Exemple de codage compact d'une STRUCTURE.....	480
Tableau 244 – Codes d'identification et descriptions des types de données élémentaires.....	481
Tableau 245 – Codes d'identification et description des types de données construites.....	482
Tableau 246 – Définition du codage de structure formelle.....	483
Tableau 247 – Structure formelle avec définition du codage des identifications.....	484
Tableau 248 – Définition du codage abrégé des structures	485
Tableau 249 – Définition du codage formel de la matrice	486
Tableau 250 – Définition du codage abrégé des matrices	487
Tableau 251 – Matrice d'événements d'états d'objet I/O Connection	490
Tableau 252 – Matrice d'événements d'états d'une connexion "Bridged".....	494
Tableau 253 – Matrice d'événements d'états d'une connexion "Explicit Messaging"	497
Tableau 254 – Primitives émises par l'utilisateur de la FAL vers le diagramme FSPM.....	500
Tableau 255 – Primitives émises par l'utilisateur de la FAL vers le diagramme FSPM.....	500
Tableau 256 – Primitives émises par le diagramme FSPM vers l'utilisateur de la FAL.....	503
Tableau 257 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'utilisateur de la FAL et le diagramme FSPM	505
Tableau 258 – Primitives émises par le diagramme FSPM vers le diagramme ARPM.....	507
Tableau 259 – Primitives émises par le diagramme ARPM vers le diagramme FSPM.....	507
Tableau 260 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre le diagramme FSPM et le diagramme ARPM	508
Tableau 261 – Etats du client UCMM	508
Tableau 262 – Matrice d'événements d'états du client UCMM	510

Tableau 263 – Etats du serveur UCMM haut de gamme	511
Tableau 264 – Matrice d'événements d'états du serveur UCMM haut de gamme	513
Tableau 265 – Etats du serveur UCMM bas de gamme	514
Tableau 266 – Matrice d'événements d'états du serveur UCMM bas de gamme	516
Tableau 267 – Notification	520
Tableau 268 – Classes de transport	521
Tableau 269 – Primitives émises par le diagramme FSPM vers le diagramme ARPM	522
Tableau 270 – Primitives émises par le diagramme ARPM vers le diagramme FSPM	522
Tableau 271 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre le diagramme FSPM et le diagramme ARPM	522
Tableau 272 – Etats du client de transport de classe 0	525
Tableau 273 – SEM client de classe 0	526
Tableau 274 – Etats du serveur de transport de classe 0	526
Tableau 275 – SEM serveur de classe 0	527
Tableau 276 – Etats du client de transport de classe 1	531
Tableau 277 – SEM client de classe 1	532
Tableau 278 – Etats du serveur de transport de classe 1	533
Tableau 279 – SEM serveur de classe 1	535
Tableau 280 – Etats du client de transport de classe 2	541
Tableau 281 – SEM client de classe 2	543
Tableau 282 – Etats du serveur de transport de classe 2	544
Tableau 283 – SEM serveur de classe 2	546
Tableau 284 – Etats du client de transport de classe 3	553
Tableau 285 – SEM client de classe 3	554
Tableau 286 – Etats du serveur de transport de classe 3	556
Tableau 287 – SEM serveur de classe 3	559
Tableau 288 – Primitives émises par l'ARPM vers le diagramme DMPM	562
Tableau 289 – Primitives émises par le DMPM vers l'ARPM	562
Tableau 290 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'ARPM et le DMPM	562
Tableau 291 – Primitives échangées entre la couche Liaison de données et le DMPM	563
Tableau 292 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre DMPM et la couche Liaison de données	563
Tableau 293 – Sélection de l'ID de connexion	564
Tableau 294 – Etats du producteur de liaisons	565
Tableau 295 – Matrice d'événements d'états du producteur de liaisons	565
Tableau 296 – Etats du consommateur de liaisons	566
Tableau 297 – Matrice d'événements d'états du consommateur de liaisons	566
Tableau 298 – Demande UCMM	567
Tableau 299 – Réponse UCMM	568
Tableau 300 – Sélection de l'ID de connexion réseau	570
Tableau 301 – Utilisation de l'élément Sockaddr Info	572
Tableau 302 – Exemple d'attributions de multidiffusion	575
Tableau 303 – Format des données UDP pour la classe 0 et la classe 1	576

Tableau 304 – Données connectées des classes de transport 2 et 3.....	578
Tableau 305 – Mise en correspondance des DSCP par défaut et de l'IEEE 802.1D.....	582

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

AVANT-PROPOS

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

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

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

La Norme internationale IEC 61158-6-2 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.

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

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

- clarifications des formats des PDU de réponse en cas de défaillance en 4.1.5;
- clarifications de la définition et du traitement de la priorité de demande de connexion en 4.1.6.5 et 4.1.6.6;
- clarification du chemin de connexion restant en 4.1.6.12;
- extensions de la syntaxe générale en 4.1.8.1;
- extensions et clarifications des PDU de l'objet Identity en 4.1.8.2;
- mise à jour des PDU de l'objet Assembly en 4.1.8.4;
- extensions et clarification des PDU de l'objet Time Sync en 4.1.8.6;
- mise à jour des PDU de l'objet Parameter en 4.1.8.7;
- extensions des PDU de l'objet Connection Manager en 4.1.8.8;
- clarifications des PDU de l'objet Connection Manager en 4.1.8.9;
- extensions et clarifications des chemins de message et de connexion en 4.1.9;
- mises à jour des codes de classe d'objet et de services en 4.1.10 et des codes d'erreur en 4.1.11;
- mise à jour des types de données en 4.2.4, 5.1.3 et 5.2.3;
- mise à jour de la syntaxe abstraite d'encapsulation en 4.3;
- mise à jour du diagramme protocolaire de mapping DLL 2 à l'Article 11;
- corrections rédactionnelles diverses.

La présente version bilingue (2021-04) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2019-06.

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

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

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

Le protocole d'application fournit le service d'application au moyen des services disponibles au niveau de la couche Liaison de données ou de la couche immédiatement inférieure. Le principal objectif du présent document est de définir un ensemble de règles de communication, exprimées en ce qui concerne les procédures, que doivent suivre les entités d'application (Application Entity, AE) homologues au moment de la communication. Ces règles de communication visent à fournir une base saine pour le développement, dans divers buts:

- guider les développeurs et les concepteurs;
- réaliser les essais et acquérir l'équipement;
- dans le cadre d'un accord, admettre des systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- améliorer la compréhension des communications en 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. Au moyen de cette norme associée à d'autres normes des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, des systèmes par ailleurs incompatibles peuvent fonctionner ensemble, quelle que soit leur combinaison.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 6-2: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Eléments de type 2

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

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

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

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 termes

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

- a) définir la représentation filaire des primitives de service définies dans l'IEC 61158-5-2 ; et
- b) 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 consiste à fournir des voies d'évolution à partir des protocoles de communication industriels antérieurs.

1.3 Conformité

Le présent document ne définit pas de mises en œuvre ni de produits particuliers, pas plus qu'il ne limite les mises en œuvre des entités de couche application dans les systèmes d'automatisation industriels. La conformité est obtenue par le biais de la mise en œuvre de cette spécification de protocole de couche application.

2 Références normatives

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

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

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

IEC 61158-3-2:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-2: Définition des services de la couche liaison de données – Eléments de type 2*
IEC 61158-3-2:2014/AMD1:2019

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

IEC 61158-5-2:2019, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-2: Définition des services de la couche application – Eléments de type 2*

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

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

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 – Modèle de référence de base pour l'interconnexion de systèmes ouverts – 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): Spécification de la notation de base*

ISO/IEC 8825-1, *Technologies de l'information – Règles de codage ASN.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 – 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 11898:1993¹, *Véhicules routiers – Echange d'information numérique – Gestionnaire de réseau de communication à vitesse élevée (CAN)*

IEEE Std 802.1D-2004, *IEEE standard for local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) bridges*, disponible à l'adresse <<http://www.ieee.org>> [04/09/2018]

IEEE Std 802.1Q-2005², *IEEE standard for local and metropolitan area networks – Virtual bridged local area networks*, disponible à l'adresse <<http://www.ieee.org>> [04/09/2018]

IEEE Std 802.3-2015, *IEEE Standard for Ethernet*, disponible à l'adresse <<http://www.ieee.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 791, *Internet Protocol*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 1035, *Domain Names – Implementation and Specification*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 1112, *Host Extensions for IP Multicasting*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 1117, *Internet Numbers*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 1122, *Requirements for Internet Hosts – Communication Layers*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

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

IETF RFC 2236, *Internet Group Management Protocol, Version 2*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 2474, *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 2475, *An Architecture for Differentiated Services*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 2597, *Assured Forwarding PHB Group*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

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

² Une édition plus récente de cette norme a été publiée, mais seule l'édition citée s'applique.

IETF RFC 2873, *TCP Processing of the IPv4 Precedence Field*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 3140, *Per Hop Behavior Identification Codes*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 3246, *An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior)*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 3376, *Internet Group Management Protocol, Version 3*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]

IETF RFC 4594, *Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>> [04/09/2018]