



# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



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

**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**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40; 35.100.20; 35.110

ISBN 978-2-8322-9134-4

**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.....	15
INTRODUCTION.....	17
1 Scope.....	19
1.1 General.....	19
1.2 Specifications .....	19
1.3 Procedures .....	19
1.4 Applicability .....	20
1.5 Conformance .....	20
2 Normative references .....	20
3 Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions .....	22
3.1 Reference model terms and definitions .....	22
3.2 Service convention terms and definitions .....	24
3.3 Common terms and definitions.....	24
3.4 Additional Type 2 definitions .....	25
3.5 Type 2 symbols and abbreviated terms .....	33
3.6 Conventions for station management objects.....	34
4 Overview of the data-link protocol.....	35
4.1 General.....	35
4.1.1 DLL architecture .....	35
4.1.2 Access control machine (ACM) and scheduling support functions .....	36
4.1.3 Connection-mode, connectionless-mode data transfer and DL service.....	37
4.2 Services provided by the DL.....	37
4.2.1 Overview.....	37
4.2.2 QoS.....	37
4.3 Structure and definition of DL-addresses .....	38
4.3.1 General .....	38
4.3.2 MAC ID address .....	38
4.3.3 Generic tag address .....	39
4.3.4 Fixed tag address .....	39
4.4 Services assumed from the PhL.....	40
4.4.1 General requirements .....	40
4.4.2 Data encoding rules.....	41
4.4.3 DLL to PhL interface .....	41
4.5 Functional classes .....	43
5 General structure and encoding of PhIDUs and DLPDUs and related elements of procedure.....	43
5.1 Overview .....	43
5.2 Media access procedure .....	43
5.3 DLPDU structure and encoding .....	47
5.3.1 General .....	47
5.3.2 DLPDU components .....	47
5.3.3 Preamble.....	47
5.3.4 Start and end delimiters.....	47
5.3.5 DLPDU octets and ordering .....	47
5.3.6 Source MAC ID.....	48
5.3.7 Lpackets field .....	48
5.3.8 Frame check sequence (FCS).....	48

5.3.9	Null DLPDU .....	51
5.3.10	Abort DLPDU .....	51
5.4	Lpacket components .....	51
5.4.1	General Lpacket structure .....	51
5.4.2	Size .....	51
5.4.3	Control .....	52
5.4.4	Generic tag Lpackets .....	52
5.4.5	Fixed tag Lpackets .....	53
5.5	DLPDU procedures .....	53
5.5.1	General .....	53
5.5.2	Sending scheduled DLPDUs .....	54
5.5.3	Sending unscheduled DLPDUs .....	54
5.5.4	Receiving DLPDUs .....	54
5.6	Summary of DLL support services and objects .....	54
6	Specific DLPDU structure, encoding and procedures .....	56
6.1	Modeling language .....	56
6.1.1	State machine description .....	56
6.1.2	Use of DLL- prefix .....	57
6.1.3	Data types .....	57
6.2	DLS user services .....	58
6.2.1	General .....	58
6.2.2	Connected mode and connectionless mode transfer service .....	58
6.2.3	Queue maintenance service .....	60
6.2.4	Tag filter service .....	60
6.2.5	Link synchronization service .....	61
6.2.6	Synchronized parameter change service .....	61
6.2.7	Event reports service .....	62
6.2.8	Bad FCS service .....	63
6.2.9	Current moderator service .....	63
6.2.10	Power up and online services .....	64
6.2.11	Enable moderator service .....	64
6.2.12	Listen only service .....	64
6.3	Generic tag Lpacket .....	64
6.3.1	General .....	64
6.3.2	Structure of the generic-tag Lpacket .....	65
6.3.3	Sending and receiving the generic-tag Lpacket .....	65
6.4	Moderator Lpacket .....	65
6.4.1	General .....	65
6.4.2	Structure of the moderator Lpacket .....	65
6.4.3	Sending and receiving the moderator Lpacket .....	66
6.5	Time distribution Lpacket .....	67
6.5.1	General .....	67
6.5.2	Structure of the time distribution Lpacket .....	67
6.5.3	Sending and receiving the time distribution Lpacket .....	69
6.6	UCMM Lpacket .....	69
6.6.1	General .....	69
6.6.2	Structure of the UCMM Lpacket .....	69
6.6.3	Sending and receiving the UCMM Lpacket .....	69

6.7	Keeper UCMM Lpacket .....	69
6.7.1	General .....	69
6.7.2	Structure of the Keeper UCMM Lpacket .....	70
6.7.3	Sending and receiving the Keeper UCMM Lpacket .....	70
6.8	TUI Lpacket .....	70
6.8.1	General .....	70
6.8.2	Structure of the TUI Lpacket .....	70
6.8.3	Sending and receiving the TUI Lpacket .....	71
6.9	Link parameters Lpacket and tMinus Lpacket .....	71
6.9.1	General .....	71
6.9.2	Structure of link parameters and tMinus Lpackets .....	72
6.9.3	Sending and receiving the tMinus and Link parameters Lpackets .....	72
6.10	I'm-alive Lpacket .....	73
6.10.1	General .....	73
6.10.2	Structure of the I'm-alive Lpacket .....	73
6.10.3	Sending and receiving I'm Alive .....	73
6.10.4	I'm alive state processing .....	73
6.11	Ping Lpackets .....	74
6.11.1	General .....	74
6.11.2	Structure of the ping Lpackets .....	75
6.11.3	Sending and receiving the ping Lpackets .....	75
6.12	WAMI Lpacket .....	76
6.12.1	General .....	76
6.12.2	Structure of the WAMI Lpacket .....	76
6.12.3	Sending and receiving the WAMI Lpacket .....	76
6.13	Debug Lpacket .....	76
6.14	IP Lpacket .....	77
6.15	Ethernet Lpacket .....	77
7	Objects for station management .....	77
7.1	General .....	77
7.2	ControlNet™ object .....	79
7.2.1	Overview .....	79
7.2.2	Class attributes .....	79
7.2.3	Instance attributes .....	79
7.2.4	Common services .....	87
7.2.5	Class specific services .....	88
7.2.6	Behavior .....	89
7.2.7	Module status indicator .....	89
7.3	Keeper object .....	90
7.3.1	Overview .....	90
7.3.2	Revision history .....	90
7.3.3	Class attributes .....	90
7.3.4	Instance attributes .....	90
7.3.5	Common services .....	98
7.3.6	Class specific services .....	99
7.3.7	Service error codes .....	105
7.3.8	Behavior .....	106
7.3.9	Miscellaneous notes .....	107
7.3.10	Keeper power up sequence .....	108

7.4	Scheduling object .....	113
7.4.1	Overview .....	113
7.4.2	Class attributes .....	114
7.4.3	Instance attributes .....	114
7.4.4	Common services .....	115
7.4.5	Class specific services .....	117
7.4.6	Typical scheduling session .....	123
7.5	TCP/IP Interface object .....	124
7.5.1	Overview .....	124
7.5.2	Revision history .....	124
7.5.3	Class attributes .....	125
7.5.4	Instance attributes .....	125
7.5.5	Common services .....	139
7.5.6	Class specific services .....	141
7.5.7	Behavior .....	142
7.5.8	Address Conflict Detection (ACD) .....	144
7.6	Ethernet link object .....	150
7.6.1	Overview .....	150
7.6.2	Revision history .....	150
7.6.3	Class attributes .....	150
7.6.4	Instance attributes .....	151
7.6.5	Common services .....	161
7.6.6	Class specific services .....	163
7.6.7	Behavior .....	163
7.7	DeviceNet™ object .....	164
7.7.1	Overview .....	164
7.7.2	Revision history .....	164
7.7.3	Class attributes .....	165
7.7.4	Instance attributes .....	165
7.7.5	Common services .....	172
7.7.6	Class specific services .....	173
7.8	Connection configuration object (CCO) .....	173
7.8.1	Overview .....	173
7.8.2	Revision history .....	174
7.8.3	Class attributes .....	174
7.8.4	Instance attributes .....	176
7.8.5	Connection Configuration Object change control .....	185
7.8.6	Common services .....	185
7.8.7	Class specific services .....	192
7.8.8	Behavior .....	195
7.9	DLR object .....	196
7.9.1	Overview .....	196
7.9.2	Revision history .....	196
7.9.3	Class attributes .....	197
7.9.4	Instance attributes .....	197
7.9.5	Common services .....	208
7.9.6	Class specific services .....	212
7.10	QoS object .....	213
7.10.1	Overview .....	213

7.10.2	Revision History .....	213
7.10.3	Class attributes .....	213
7.10.4	Instance Attributes.....	214
7.10.5	Common services .....	215
7.10.6	Get_Attributes_All response (class level).....	216
7.11	Port object .....	216
7.11.1	Overview .....	216
7.11.2	Revision History .....	216
7.11.3	Class attributes .....	217
7.11.4	Instance attributes .....	217
7.11.5	Common services .....	223
7.12	PRP/HSR Protocol object.....	224
7.12.1	Overview .....	224
7.12.2	Revision history .....	224
7.12.3	Class attributes .....	225
7.12.4	Instance attributes .....	225
7.12.5	Common Services .....	232
7.13	PRP/HSR Nodes Table object.....	234
7.13.1	Overview .....	234
7.13.2	Revision history .....	234
7.13.3	Class attributes .....	234
7.13.4	Instance attributes .....	234
7.13.5	Common services .....	237
8	Other DLE elements of procedure .....	237
8.1	Network attachment monitor (NAM).....	237
8.1.1	General .....	237
8.1.2	Default parameters .....	238
8.1.3	Auto-addressing .....	239
8.1.4	Valid MAC IDs.....	239
8.1.5	State machine description .....	239
8.2	Calculating link parameters.....	245
8.2.1	Link parameters.....	245
8.2.2	Conditions affecting link parameters .....	246
8.2.3	Moderator change.....	246
8.2.4	NUT timing .....	246
8.2.5	Slot timing .....	248
8.2.6	Blanking .....	248
8.2.7	Example implementation.....	249
9	Detailed specification of DL components .....	253
9.1	General.....	253
9.2	Access control machine (ACM) .....	253
9.3	TxLLC.....	273
9.4	RxLLC .....	277
9.5	Transmit machine (TxM) .....	281
9.6	Receive machine (RxM) .....	285
9.7	Serializer .....	291
9.8	Deserializer .....	293
9.8.1	Octet construction .....	293
9.8.2	FCS checking .....	293

9.8.3	End of DLPDU processing .....	294
9.9	DLL management.....	294
10	Device Level Ring (DLR) protocol.....	296
10.1	General.....	296
10.2	Support for Multiple DLR Ring Pairs.....	296
10.3	Supported topologies .....	297
10.4	Overview of DLR operation .....	298
10.4.1	Normal operation .....	298
10.4.2	Link failures.....	300
10.5	Classes of DLR implementation .....	301
10.6	DLR behavior.....	302
10.6.1	DLR variables.....	302
10.6.2	Ring supervisor .....	302
10.6.3	Ring node.....	305
10.6.4	Sign on process.....	306
10.6.5	Neighbor check process .....	307
10.7	Implementation requirements.....	307
10.7.1	Embedded switch requirements and recommendations.....	307
10.7.2	DLR implementation requirements.....	308
10.7.3	IEC 61588 and CP 2/2.1 considerations.....	309
10.7.4	IEEE 802.1D/IEEE 802.1Q STP/RSTP/MSTP considerations.....	309
10.8	Using non-DLR nodes in the ring network .....	309
10.8.1	General considerations.....	309
10.8.2	Non-DLR end devices.....	310
10.8.3	Non-DLR switches.....	310
10.9	Redundant gateway devices on DLR network.....	313
10.9.1	General .....	313
10.9.2	Supported topologies.....	313
10.9.3	Redundant gateway capable device.....	314
10.9.4	Redundant gateway device behavior .....	314
10.10	DLR messages .....	317
10.10.1	General .....	317
10.10.2	Common frame header .....	318
10.10.3	Beacon frame .....	319
10.10.4	Neighbor_Check request .....	319
10.10.5	Neighbor_Check_response.....	320
10.10.6	Link_Status/Neighbor_Status.....	320
10.10.7	Locate_Fault.....	321
10.10.8	Announce .....	321
10.10.9	Sign_On .....	321
10.10.10	Advertise .....	322
10.10.11	Flush_Tables.....	322
10.10.12	Learning_Update .....	323
10.11	State diagrams and state-event-action matrices.....	323
10.11.1	Beacon-based ring node.....	323
10.11.2	Announce-based ring node .....	330
10.11.3	Ring supervisor .....	334
10.11.4	Redundant gateway.....	349

10.12	Performance analysis .....	354
10.12.1	General .....	354
10.12.2	Redundant gateway switchover performance .....	358
11	PRP and HSR redundancy protocols .....	359
11.1	General.....	359
11.2	PRP overview .....	360
11.2.1	General .....	360
11.2.2	Address Conflict Detection (ACD).....	361
11.3	HSR overview .....	362
Annex A (normative)	Indicators and switches .....	364
A.1	Purpose .....	364
A.2	Indicators.....	364
A.2.1	General indicator requirements.....	364
A.2.2	Common indicator requirements .....	364
A.2.3	Fieldbus specific indicator requirements – option 1 .....	366
A.2.4	Fieldbus specific indicator requirements – option 2 .....	370
A.2.5	Fieldbus specific indicator requirements – option 3 .....	374
A.3	Switches .....	378
A.3.1	Common switch requirements .....	378
A.3.2	Fieldbus specific switch requirements – option 1 .....	378
A.3.3	Fieldbus specific switch requirements – option 2 .....	378
A.3.4	Fieldbus specific switch requirements – option 3 .....	379
Bibliography	.....	380
Figure 1	– Data-link layer internal architecture .....	36
Figure 2	– Relationships of DLSAPs, DLSAP-addresses, and group DL-addresses.....	38
Figure 3	– Basic structure of a MAC ID address.....	39
Figure 4	– Basic structure of a generic tag address .....	39
Figure 5	– Basic structure of a fixed tag address .....	39
Figure 6	– M <sub>s</sub> symbols and Manchester encoding at 5 MHz .....	41
Figure 7	– NUT structure .....	44
Figure 8	– Media access during scheduled time .....	45
Figure 9	– Media access during unscheduled time .....	46
Figure 10	– DLPDU format.....	47
Figure 11	– Aborting a DLPDU during transmission .....	51
Figure 12	– Lpacket format .....	51
Figure 13	– Generic tag Lpacket format .....	52
Figure 14	– Fixed tag Lpacket format.....	53
Figure 15	– Goodness parameter of TimeDist_Lpacket.....	68
Figure 16	– Example I'm alive processing algorithm.....	74
Figure 17	– Keeper CRC algorithm .....	96
Figure 18	– Keeper object power-up state diagram .....	109
Figure 19	– Keeper object operating state diagram .....	110
Figure 20	– Synchronized network change processing .....	113
Figure 21	– State transition diagram for TCP/IP Interface object.....	143
Figure 22	– State transition diagram for TCP/IP Interface object.....	144



Figure 23 – ACD Behavior .....	146
Figure 24 – State transition diagram for Ethernet Link object .....	164
Figure 25 – Connection configuration object edit flowchart.....	196
Figure 26 – NAM state machine .....	238
Figure 27 – Devices with Multiple DLR Ring Pairs.....	297
Figure 28 – DLR rings connected to switches.....	298
Figure 29 – Normal operation of a DLR network.....	299
Figure 30 – Beacon and Announce frames.....	299
Figure 31 – Link failure .....	300
Figure 32 – Network reconfiguration after link failure .....	301
Figure 33 – Neighbor Check process .....	307
Figure 34 – Unsupported topology – example 1 .....	311
Figure 35 – Unsupported topology – example 2 .....	311
Figure 36 – DLR ring connected to switches through redundant gateways.....	313
Figure 37 – DLR redundant gateway capable device.....	314
Figure 38 – Advertise frame.....	316
Figure 39 – State transition diagram for Beacon frame based non-supervisor ring node.....	324
Figure 40 – State transition diagram for Announce frame based non-supervisor ring node .....	330
Figure 41 – State transition diagram for ring supervisor .....	335
Figure 42 – State transition diagram for redundant gateway.....	350
Figure 43 – PRP network.....	360
Figure 44 – Directly Attached SANs.....	361
Figure 45 – Virtual DANs .....	362
Figure 46 – HSR network.....	362
Figure A.1 – Non redundant network status indicator labeling .....	370
Figure A.2 – Redundant network status indicator labeling .....	370
Figure A.3 – Network status indicator state diagram .....	373
Figure A.4 – Examples of multiple network status indicators .....	373
Table 1 – Format of attribute tables .....	34
Table 2 – Data-link layer components .....	35
Table 3 – MAC ID addresses allocation .....	39
Table 4 – Fixed tag service definitions .....	40
Table 5 – Data encoding rules .....	41
Table 6 – M Data symbols .....	42
Table 7 – Truth table for ph_status_indication.....	42
Table 8 – FCS length, polynomials and constants .....	49
Table 9 – DLL support services and objects.....	55
Table 10 – Elementary data types.....	58
Table 11 – DLL events.....	63
Table 12 – Time distribution priority .....	68
Table 13 – Format of the TUI Lpacket.....	71

Table 14 – ControlNet object class attributes .....	79
Table 15 – ControlNet object instance attributes .....	80
Table 16 – TUI status flag bits .....	84
Table 17 – Mac_ver bits.....	85
Table 18 – Channel state bits .....	85
Table 19 – ControlNet object common services.....	87
Table 20 – ControlNet object class specific services .....	88
Table 21 – Keeper object revision history .....	90
Table 22 – Keeper object class attributes .....	90
Table 23 – Keeper object instance attributes .....	91
Table 24 – Keeper operating state definitions .....	94
Table 25 – Port status flag bit definitions .....	94
Table 26 – TUI status flag bits .....	95
Table 27 – Keeper attributes.....	97
Table 28 – Memory requirements (in octets) for the Keeper attributes.....	98
Table 29 – Keeper object common services .....	98
Table 30 – Keeper object class specific services.....	100
Table 31 – Service error codes .....	101
Table 32 – Wire order format of the TUI Lpacket.....	105
Table 33 – Service error codes .....	106
Table 34 – Keeper object operating states.....	107
Table 35 – Keeper object state event matrix .....	111
Table 36 – Scheduling object class attributes .....	114
Table 37 – Scheduling object instance attributes .....	115
Table 38 – Scheduling object common services .....	115
Table 39 – Status error descriptions for Create .....	116
Table 40 – Status error descriptions for Delete and Kick_Timer .....	117
Table 41 – Scheduling object class specific services .....	117
Table 42 – Status error descriptions for Read .....	119
Table 43 – Status error descriptions for Conditional_Write.....	120
Table 44 – Status error descriptions for Forced_Write .....	120
Table 45 – Status error descriptions for Change_Start.....	121
Table 46 – Status error descriptions for Break_Connections .....	122
Table 47 – Status error descriptions for Change_Complete.....	122
Table 48 – Status error descriptions for Restart_Connections .....	123
Table 49 – Revision history.....	124
Table 50 – TCP/IP Interface object class attributes.....	125
Table 51 – TCP/IP Interface object instance attributes.....	126
Table 52 – Status bits .....	129
Table 53 – Configuration capability bits .....	130
Table 54 – Configuration control bits.....	131
Table 55 – Example path .....	132
Table 56 – Interface configuration components .....	133

Table 57 – Alloc control values .....	135
Table 58 – AcdActivity values .....	136
Table 59 – ArpPdu – ARP Response PDU in binary format .....	136
Table 60 – Admin Capability member bit definitions .....	137
Table 61 – Admin Capability member bit definitions .....	138
Table 62 – TCP/IP Interface object common services .....	139
Table 63 – Get_Attributes_All reply format.....	140
Table 64 – TCP/IP Interface object class specific services.....	141
Table 65 – Set_Port_Admin_State service request parameters .....	141
Table 66 – Set_Protocol_Admin_State service request parameters.....	142
Table 67 – Class specific error codes .....	142
Table 68 – Ethernet link object revision history .....	150
Table 69 – Ethernet link object class attributes .....	151
Table 70 – Ethernet link object instance attributes .....	151
Table 71 – Interface flags bits.....	157
Table 72 – Control bits.....	158
Table 73 – Interface type .....	159
Table 74 – Interface state .....	159
Table 75 – Admin state .....	159
Table 76 – Capability Bits .....	160
Table 77 – Ethernet Link object common services.....	161
Table 78 – Get_Attributes_All reply format.....	162
Table 79 – Ethernet Link object class specific services .....	163
Table 80 – DeviceNet object revision history.....	165
Table 81 – DeviceNet object class attributes.....	165
Table 82 – DeviceNet object instance attributes.....	166
Table 83 – Bit rate attribute values .....	168
Table 84 – BOI attribute values.....	169
Table 85 – Diagnostic counters bit description .....	171
Table 86 – DeviceNet object common services .....	172
Table 87 – Reset service parameter .....	172
Table 88 – Reset service parameter values .....	172
Table 89 – DeviceNet object class specific services.....	173
Table 90 – Connection configuration object revision history .....	174
Table 91 – Connection configuration object class attributes .....	174
Table 92 – Format number values.....	176
Table 93 – Connection configuration object instance attributes .....	176
Table 94 – Originator connection status values .....	180
Table 95 – Target connection status values .....	181
Table 96 – Connection flags .....	181
Table 97 – I/O mapping formats.....	183
Table 98 – Services valid during a change operation .....	185
Table 99 – Connection configuration object common services.....	186

Table 100 – Get_Attributes_All Response – class level.....	186
Table 101 – Get_Attributes_All response – instance level.....	187
Table 102 – Set_Attributes_All error codes.....	188
Table 103 – Set_Attributes_All request.....	189
Table 104 – Create request parameters.....	190
Table 105 – Create error codes.....	191
Table 106 – Delete error codes.....	191
Table 107 – Restore error codes.....	192
Table 108 – Connection configuration object class specific services.....	192
Table 109 – Change_Start error codes.....	193
Table 110 – Get_Status service parameter.....	193
Table 111 – Get_Status service response.....	194
Table 112 – Get_Status service error codes.....	194
Table 113 – Change_Complete service parameter.....	194
Table 114 – Change_Complete service error codes.....	195
Table 115 – Audit_Changes service parameter.....	195
Table 116 – Audit_Changes service error codes.....	195
Table 117 – Revision history.....	197
Table 118 – DLR object class attributes.....	197
Table 119 – DLR object instance attributes.....	198
Table 120 – Network Status values.....	201
Table 121 – Ring Supervisor Status values.....	201
Table 122 – Capability flags.....	205
Table 123 – Redundant Gateway Status values.....	207
Table 124 – DLR object common services.....	208
Table 125 – Get_Attributes_All Response – Object Revision 1, non supervisor device.....	209
Table 126 – Get_Attributes_All Response – Object Revision 1, supervisor-capable device.....	210
Table 127 – Get_Attributes_All Response – Object Revision 2, non supervisor device.....	210
Table 128 – Get_Attributes_All Response – All other cases.....	211
Table 129 – DLR object class specific services.....	212
Table 130 – QoS object revision history.....	213
Table 131 – QoS object class attributes.....	214
Table 132 – QoS object instance attributes.....	214
Table 133 – Default DCSP values and usages.....	215
Table 134 – QoS object common services.....	216
Table 135 – Port object revision history.....	217
Table 136 – Port object class attributes.....	217
Table 137 – Port object instance attributes.....	218
Table 138 – Port Type and associated Link Object classes and Port Type Name values.....	220
Table 139 – Port Routing Capabilities attribute bit definitions.....	222
Table 140 – Port object common services.....	223
Table 141 – Get_Attributes_All response– class level.....	224

Table 142 – Get_Attributes_All response– instance level .....	224
Table 143 – Revision history .....	225
Table 144 – Class attributes .....	225
Table 145 – Instance attributes .....	226
Table 146 – Node Type .....	229
Table 147 – Switching Node .....	230
Table 148 – HSR Mode .....	230
Table 149 – RedBox ID .....	231
Table 150 – PRP/HSR Protocol object common services .....	232
Table 151 – Get_Attributes_All response .....	233
Table 152 – Revision history .....	234
Table 153 – Class attributes .....	234
Table 154 – Instance attributes .....	235
Table 155 – Remote Node Type .....	236
Table 156 – PRP/HSR Nodes Tables object common services .....	237
Table 157 – Get_Attributes_All response .....	237
Table 158 – NAM states .....	238
Table 159 – Default link parameters .....	239
Table 160 – PhL timing characteristics .....	246
Table 161 – DLR variables .....	302
Table 162 – DLR Link speed and duplex requirements .....	308
Table 163 – Redundant gateway variables .....	315
Table 164 – MAC addresses for DLR messages .....	318
Table 165 – IEEE 802.1Q common frame header format .....	318
Table 166 – DLR message payload fields .....	318
Table 167 – DLR frame types .....	319
Table 168 – Format of the Beacon frame .....	319
Table 169 – Ring State values .....	319
Table 170 – Format of the Neighbor_Check request .....	320
Table 171 – Format of the Neighbor_Check response .....	320
Table 172 – Format of the Link_Status/Neighbor_Status frame .....	320
Table 173 – Link/Neighbor status values .....	321
Table 174 – Format of the Locate_Fault frame .....	321
Table 175 – Format of the Announce frame .....	321
Table 176 – Format of the Sign_On frame .....	322
Table 177 – Format of the Advertise frame .....	322
Table 178 – Gateway state values .....	322
Table 179 – Format of the Flush_Tables frame .....	323
Table 180 – Format of the Learning_Update frame .....	323
Table 181 – Parameter values for Beacon frame based non-supervisor ring node .....	324
Table 182 – LastBcnRcvPort bit definitions .....	325
Table 183 – State-event-action matrix for Beacon frame based non-supervisor ring node .....	325

Table 184 – Parameter values for Announce frame based non-supervisor ring node .....	331
Table 185 – State-event-action matrix for Announce frame based non-supervisor ring node .....	332
Table 186 – Parameter values for ring supervisor node .....	336
Table 187 – LastBcnRcvPort bit definitions .....	337
Table 188 – State-event-action matrix for ring supervisor node .....	337
Table 189 – Parameter values for redundant gateway node .....	350
Table 190 – State-event-action matrix for redundant gateway node .....	352
Table 191 – Parameters/assumptions for example performance calculations .....	354
Table 192 – Example ring configuration parameters and performance .....	358
Table 193 – Variables for performance analysis .....	358
Table A.1 – Module status indicator .....	365
Table A.2 – Time Sync status indication .....	366
Table A.3 – Network status indicators .....	368
Table A.4 – Network status indicator .....	372
Table A.5 – Network status indicator .....	375
Table A.6 – Combined module/network status indicator .....	376
Table A.7 – I/O status indicator .....	377
Table A.8 – Bit rate switch encoding .....	379

Withold@M

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

#### Part 4-2: Data-link 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 61158-4-2 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 ControlNet object in 7.2;
- extensions and clarifications of TCP/IP interface object in 7.5;
- extensions and clarifications of Ethernet Link object in 7.6;
- clarifications of DeviceNet object in 7.7;
- extensions and clarifications of CCO object in 7.8;
- extensions and clarifications of DLR object in 7.9;
- extensions and clarifications of Port object in 7.11;
- addition of PRP/HSR Protocol and PRP/HSR Nodes Table objects in 7.12 and 7.13;
- extensions and clarifications of DLR protocol in Clause 10;
- addition of PRP/HSR protocol mapping in Clause 11;
- update of indicator behaviour in A.2.2 and A.2.4;
- miscellaneous editorial corrections.

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

FDIS	Report on Voting
65C/946/FDIS	65C/955/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.

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**



## 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 data-link protocol provides the data-link service by making use of the services available from the physical 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 data-link entities (DLEs) 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:

- a) as a guide for implementers and designers;
- b) for use in the testing and procurement of equipment;
- c) as part of an agreement for the admittance of systems into the open systems environment;
- d) 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.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of patents given in several subclauses as indicated in the table below. These patents are held by their respective inventors under license to ODVA, Inc:

US 5,400,331	[ODVA]	Communication network interface with screeners for incoming messages	Subclause 3.4, Clauses 4 to 9
US 5,471,461	[ODVA]	Digital communication network with a moderator station election process	
US 5,491,531	[ODVA]	Media access controller with a shared class message delivery capability	
US 5,493,571	[ODVA]	Apparatus and method for digital communications with improved delimiter detection	
US 5,537,549	[ODVA]	Communication network with time coordinated station activity by time slot and periodic interval number	
US 5,553,095	[ODVA]	Method and apparatus for exchanging different classes of data during different time intervals	
US 8,244,838	[ODVA]	Industrial controller employing the network ring topology	Clause 10

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of these patent rights.

ODVA and the holders of these patent rights have assured the IEC that ODVA is willing to negotiate licences either free of charge or under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of ODVA and the holders of these patent rights is registered with IEC. Information may be obtained from:

[ODVA]            ODVA, Inc.  
2370 East Stadium Boulevard #1000  
Ann Arbor, Michigan 48104  
USA  
Attention: Office of the Executive Director  
e-mail: [odva@odva.org](mailto:odva@odva.org)

ISO ([www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)) and IEC (<http://patents.iec.ch>) maintain on-line databases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult the databases for the most up to date information concerning patents.

Withdrawn

## INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

### Part 4-2: Data-link layer protocol specification – Type 2 elements

#### 1 Scope

##### 1.1 General

The data-link layer provides basic time-critical messaging communications between devices in an automation environment.

This protocol provides communication opportunities to all participating data-link entities, sequentially and in a cyclic synchronous manner. Foreground scheduled access is available for time-critical activities together with background unscheduled access for less critical activities.

Deterministic and synchronized transfers can be provided at cyclic intervals up to 1 ms and device separations of 25 km. This performance is adjustable dynamically and on-line by re-configuring the parameters of the local link whilst normal operation continues. By similar means, DL connections and new devices may be added or removed during normal operation.

This protocol provides means to maintain clock synchronization across an extended link with a precision better than 10  $\mu$ s.

This protocol optimizes each access opportunity by concatenating multiple DLSDUs and associated DLPCI into a single DLPDU, thereby improving data transfer efficiency for data-link entities that actively source multiple streams of data.

The maximum system size is an unlimited number of links of 99 nodes, each with 255 DLSAP-addresses. Each link has a maximum of  $2^{24}$  related peer and publisher DLCEPs.

##### 1.2 Specifications

This document specifies

- a) procedures for the timely transfer of data and control information from one data-link user entity to a peer user entity, and among the data-link entities forming the distributed data-link service provider;
- b) the structure of the fieldbus DLPDUs used for the transfer of data and control information by the protocol of this document, and their representation as physical interface data units.

##### 1.3 Procedures

The procedures are defined in terms of

- a) the interactions between peer DL-entities (DLEs) through the exchange of fieldbus DLPDUs;
- b) the interactions between a DL-service (DLS) provider and a DLS-user in the same system through the exchange of DLS primitives;
- c) the interactions between a DLS-provider and a Ph-service provider in the same system through the exchange of Ph-service primitives.

## 1.4 Applicability

These procedures are applicable to instances of communication between systems which support time-critical communications services within the data-link layer of the OSI or fieldbus reference models, and which require the ability to interconnect in an open systems interconnection environment.

Profiles provide a simple multi-attribute means of summarizing capabilities of an implementation, and thus its applicability to various time-critical communications needs.

## 1.5 Conformance

This document also specifies conformance requirements for systems implementing these procedures. This document does not contain tests to demonstrate compliance with such requirements.

## 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 61131-3, *Programmable controllers – Part 3: Programming languages*

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

IEC 61158-6-2:2019, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-2: Application layer protocol specification – 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 62026-3:2014, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet*

IEC 62439-3:2012<sup>1</sup>, *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR)*

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

ISO/IEC 3309<sup>2</sup>, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – High-level data link control (HDLC) procedures – Frame structure*

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

ISO/IEC 7498-3, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: Naming and addressing*

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 11898:1993<sup>3</sup>, *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 2018-09-03]

IEEE Std 802.1Q-2005<sup>4</sup>, *IEEE standard for local and metropolitan area networks – Virtual bridged local area networks*, available at <http://www.ieee.org> [viewed 2018-09-03]

IEEE Std 802.3-2015, *IEEE Standard for Ethernet*, available at <http://www.ieee.org> [viewed 2018-09-03]

IETF RFC 951, *Bootstrap Protocol (BOOTP)*, available at <http://www.ietf.org> [viewed 2018-09-03]

IETF RFC 1213, *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*, available at <http://www.ietf.org> [viewed 2018-09-03]

IETF RFC 1542, *Clarifications and Extensions for the Bootstrap Protocol*, available at <http://www.ietf.org> [viewed 2018-09-03]

IETF RFC 1643, *Definitions of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types*, available at <http://www.ietf.org> [viewed 2018-09-03]

IETF RFC 2131, *Dynamic Host Configuration Protocol*, available at <http://www.ietf.org> [viewed 2018-09-03]

IETF RFC 2132, *DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions*, available at <http://www.ietf.org> [viewed 2018-09-03]

IETF RFC 2863, *The Interfaces Group MIB*, available at <http://www.ietf.org> [viewed 2018-09-03]

IETF RFC 3635, *Definitions of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types*, available at <http://www.ietf.org> [viewed 2018-09-03]

---

<sup>2</sup> This standard has been withdrawn.

<sup>3</sup> A newer edition of this standard has been published, but only the cited edition applies.

<sup>4</sup> A newer edition of this standard has been published, but only the cited edition applies.

IETF RFC 4541, *Considerations for Internet Group Management Protocol (IGMP) and Multicast Listener Discovery (MLD) Snooping Switches*, available at <http://www.ietf.org> [viewed 2018-09-03]

IETF RFC 5227:2008, *IPv4 Address Conflict Detection*, available at <http://www.ietf.org> [viewed 2018-09-03]

Withdrawn

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	395
INTRODUCTION.....	397
1 Domaine d'application .....	399
1.1 Généralités .....	399
1.2 Spécifications .....	399
1.3 Procédures .....	399
1.4 Applicabilité .....	400
1.5 Conformité .....	400
2 Références normatives .....	400
3 Termes, définitions, symboles,abréviations et conventions .....	402
3.1 Termes et définitions relatifs au modèle de référence .....	402
3.2 Termes et définitions relatifs à la convention de service.....	404
3.3 Termes et définitions communs.....	405
3.4 Définitions de type 2 supplémentaires.....	406
3.5 Symboles et abréviations de type 2.....	414
3.6 Conventions relatives aux objets de gestion de la station.....	415
4 Présentation du protocole de liaison de données.....	416
4.1 Généralités .....	416
4.1.1 Architecture DLL.....	416
4.1.2 Machine de contrôle d'accès (ACM) et fonctions de support de planification .....	418
4.1.3 Transfert de données en mode connexion, en mode sans connexion et service DL .....	418
4.2 Services fournis par la DL.....	419
4.2.1 Présentation .....	419
4.2.2 QoS.....	419
4.3 Structure et définition des adresses DL.....	419
4.3.1 Généralités.....	419
4.3.2 Adresse MAC ID .....	421
4.3.3 Adresse de balise générique.....	421
4.3.4 Adresse de balise fixe .....	421
4.4 Service supposé provenir de PhL.....	422
4.4.1 Exigences générales .....	422
4.4.2 Règles de codage des données .....	423
4.4.3 Interface DLL-PhL .....	424
4.5 Classes fonctionnelles .....	425
5 Structure générale et codage des PhIDU et DLPDU et éléments de procédure connexes.....	426
5.1 Présentation .....	426
5.2 Mode opératoire d'accès au support .....	426
5.3 Structure et codage de DLPDU .....	430
5.3.1 Généralités.....	430
5.3.2 Composants DLPDU.....	430
5.3.3 Préambule .....	431
5.3.4 Délimiteurs de début et de fin .....	431
5.3.5 Octets DLPDU et ordre .....	431
5.3.6 MAC ID source .....	431

5.3.7	Champ Lpackets .....	431
5.3.8	Séquence de contrôle de trame (FCS) .....	432
5.3.9	DLPDU nulle .....	434
5.3.10	DLPDU annulée .....	434
5.4	Composants Lpacket .....	435
5.4.1	Structure générale de Lpacket .....	435
5.4.2	Taille .....	436
5.4.3	Contrôle .....	436
5.4.4	Lpackets à balise générique .....	436
5.4.5	Lpackets à balise fixe .....	437
5.5	Procédures DLPDU .....	438
5.5.1	Généralités .....	438
5.5.2	Envoi de DLPDU planifiées .....	438
5.5.3	Envoi de DLPDU non planifiées .....	438
5.5.4	DLPDU destinataires .....	439
5.6	Récapitulatif des services de support et objets DLL .....	439
6	Structure DLPDU spécifique, codage et modes opératoires .....	441
6.1	Langage de modélisation .....	441
6.1.1	Description du diagramme d'états .....	441
6.1.2	Utilisation du préfixe DLL .....	442
6.1.3	Types de données .....	442
6.2	Services utilisateur DLS .....	443
6.2.1	Généralités .....	443
6.2.2	Service de transfert en mode connecté et sans connexion .....	444
6.2.3	Service de maintenance de la file d'attente .....	445
6.2.4	Service de filtrage de balise .....	445
6.2.5	Service de synchronisation de liaison .....	446
6.2.6	Service de modification de paramètre synchronisé .....	446
6.2.7	Service de rapport d'événements .....	447
6.2.8	Service de FCS erroné .....	448
6.2.9	Service du modérateur en cours .....	448
6.2.10	Services de mise sous tension et de mise en ligne .....	449
6.2.11	Service d'activation du modérateur .....	449
6.2.12	Service d'écoute uniquement .....	449
6.3	Lpacket à balise générique .....	450
6.3.1	Généralités .....	450
6.3.2	Structure du Lpacket à balise générique .....	450
6.3.3	Envoi et réception du Lpacket à balise générique .....	450
6.4	Lpacket modérateur .....	450
6.4.1	Généralités .....	450
6.4.2	Structure du Lpacket modérateur .....	450
6.4.3	Envoi et réception du Lpacket modérateur .....	451
6.5	Lpacket de répartition temporelle .....	452
6.5.1	Généralités .....	452
6.5.2	Structure du Lpacket de répartition temporelle .....	452
6.5.3	Envoi et réception du Lpacket de répartition temporelle .....	454
6.6	Lpacket UCMM .....	454
6.6.1	Généralités .....	454



6.6.2	Structure du Lpacket UCMM .....	454
6.6.3	Envoi et réception du Lpacket UCMM .....	454
6.7	Lpacket Keeper UCMM .....	455
6.7.1	Généralités .....	455
6.7.2	Structure du Lpacket Keeper UCMM .....	455
6.7.3	Envoi et réception du Lpacket Keeper UCMM .....	455
6.8	Lpacket TUI .....	456
6.8.1	Généralités .....	456
6.8.2	Structure du Lpacket TUI .....	456
6.8.3	Envoi et réception du Lpacket TUI .....	457
6.9	Paramètres de liaison Lpacket et tMinus Lpacket .....	457
6.9.1	Généralités .....	457
6.9.2	Structure des paramètres de liaison et des Lpackets tMinus .....	457
6.9.3	Envoi et réception des Lpackets tMinus et des paramètres de liaison .....	458
6.10	Lpacket l'm-alive .....	458
6.10.1	Généralités .....	458
6.10.2	Structure du Lpacket l'm-alive .....	458
6.10.3	Envoi et réception de l'm Alive .....	459
6.10.4	Traitement d'état l'm alive .....	459
6.11	Lpackets ping .....	461
6.11.1	Généralités .....	461
6.11.2	Structure des Lpackets ping .....	461
6.11.3	Envoi et réception des Lpackets ping .....	461
6.12	Lpacket WAMI .....	462
6.12.1	Généralités .....	462
6.12.2	Structure du Lpacket WAMI .....	462
6.12.3	Envoi et réception du Lpacket WAMI .....	462
6.13	Lpacket Debug .....	463
6.14	Lpacket IP .....	463
6.15	Lpacket Ethernet .....	463
7	Objets de gestion de la station .....	464
7.1	Généralités .....	464
7.2	Objet ControlNet™ .....	465
7.2.1	Présentation .....	465
7.2.2	Attributs de classe .....	465
7.2.3	Attributs d'instance .....	465
7.2.4	Services communs .....	473
7.2.5	Services spécifiques à la classe .....	475
7.2.6	Comportement .....	476
7.2.7	Voyant d'état du module .....	476
7.3	Objet Keeper .....	477
7.3.1	Présentation .....	477
7.3.2	Historique de révision .....	477
7.3.3	Attributs de classe .....	477
7.3.4	Attributs d'instance .....	478
7.3.5	Services communs .....	486
7.3.6	Services spécifiques à la classe .....	486
7.3.7	Codes d'erreur de service .....	493
7.3.8	Comportement .....	493

7.3.9	Notes diverses.....	494
7.3.10	Séquence d'activation de l'objet Keeper .....	495
7.4	Objet de planification .....	503
7.4.1	Présentation .....	503
7.4.2	Attributs de classe .....	503
7.4.3	Attributs d'instance .....	504
7.4.4	Services communs .....	504
7.4.5	Services spécifiques à la classe .....	507
7.4.6	Session de planification classique .....	513
7.5	Objet d'interface TCP/IP .....	514
7.5.1	Présentation .....	514
7.5.2	Historique de révision .....	514
7.5.3	Attributs de classe .....	515
7.5.4	Attributs d'instance .....	515
7.5.5	Services communs .....	530
7.5.6	Services spécifiques à la classe .....	532
7.5.7	Comportement.....	534
7.5.8	Détection de conflit d'adresses (ACD).....	537
7.6	Objet de liaison Ethernet.....	543
7.6.1	Présentation .....	543
7.6.2	Historique de révision .....	543
7.6.3	Attributs de classe .....	544
7.6.4	Attributs d'instance .....	544
7.6.5	Services communs .....	556
7.6.6	Services spécifiques à la classe .....	557
7.6.7	Comportement.....	558
7.7	Objet DeviceNet™ .....	561
7.7.1	Présentation .....	561
7.7.2	Historique de révision.....	561
7.7.3	Attributs de classe .....	561
7.7.4	Attributs d'instance .....	561
7.7.5	Services communs .....	568
7.7.6	Services spécifiques à la classe .....	569
7.8	Objet de configuration de connexion (CCO) .....	570
7.8.1	Présentation .....	570
7.8.2	Historique de révision .....	570
7.8.3	Attributs de classe .....	570
7.8.4	Attributs d'instance .....	573
7.8.5	Contrôle de modification de l'objet de configuration de connexion .....	582
7.8.6	Services communs .....	583
7.8.7	Services spécifiques à la classe .....	590
7.8.8	Comportement.....	593
7.9	Objet DLR.....	595
7.9.1	Présentation .....	595
7.9.2	Historique de révision .....	595
7.9.3	Attributs de classe .....	596
7.9.4	Attributs d'instance .....	596
7.9.5	Services communs .....	608
7.9.6	Services spécifiques à la classe .....	612

7.10	Objet QoS .....	613
7.10.1	Présentation .....	613
7.10.2	Historique de révision .....	613
7.10.3	Attributs de classe .....	614
7.10.4	Attributs d'instance .....	614
7.10.5	Services communs .....	616
7.10.6	Réponse Get_Attributes_All (niveau de la classe).....	616
7.11	Objet de port.....	616
7.11.1	Présentation .....	616
7.11.2	Historique de révision .....	617
7.11.3	Attributs de classe .....	617
7.11.4	Attributs d'instance .....	618
7.11.5	Services communs .....	624
7.12	Objet de protocole PRP/HSR .....	625
7.12.1	Présentation .....	625
7.12.2	Historique de révision .....	625
7.12.3	Attributs de classe .....	625
7.12.4	Attributs d'instance .....	626
7.12.5	Services communs .....	633
7.13	Objet de table des nœuds PRP/HSR .....	635
7.13.1	Présentation .....	635
7.13.2	Historique de révision .....	635
7.13.3	Attributs de classe .....	635
7.13.4	Attributs d'instance .....	635
7.13.5	Services communs .....	638
8	Autre éléments de procédure DLE .....	639
8.1	Moniteur de connexion au réseau (NAM) .....	639
8.1.1	Généralités .....	639
8.1.2	Paramètres par défaut .....	641
8.1.3	Adressage automatique .....	642
8.1.4	MAC ID valides .....	642
8.1.5	Description du diagramme d'états .....	642
8.2	Calcul des paramètres de liaison .....	648
8.2.1	Paramètres de liaison .....	648
8.2.2	Conditions affectant les paramètres de liaison .....	648
8.2.3	Changement de modérateur .....	649
8.2.4	Temporisation NUT .....	649
8.2.5	Intervalle .....	650
8.2.6	Blocage .....	651
8.2.7	Exemple de mise en œuvre .....	651
9	Spécification détaillée des composants DL .....	656
9.1	Généralités .....	656
9.2	Machine de contrôle d'accès (ACM) .....	656
9.3	TxLLC .....	676
9.4	RxLLC .....	680
9.5	Machine de transmission (TxM) .....	683
9.6	Machine destinataire (RxM) .....	687
9.7	Convertisseur parallèle-série .....	693
9.8	Convertisseur série-parallèle .....	695

9.8.1	Construction d'octet.....	695
9.8.2	Contrôle FCS.....	696
9.8.3	Fin du traitement DLPDU.....	696
9.9	gestion DLL.....	696
10	Protocole DLR (Device Level Ring).....	698
10.1	Généralités.....	698
10.2	Prise en charge de plusieurs paires d'anneau DLR.....	699
10.3	Topologies prises en charge.....	701
10.4	Présentation de l'opération DLR.....	702
10.4.1	Fonctionnement normal.....	702
10.4.2	Interruptions de liaison.....	703
10.5	Classes de mise en œuvre DLR.....	706
10.6	Comportement DLR.....	706
10.6.1	Variables DLR.....	706
10.6.2	Superviseur d'anneau.....	707
10.6.3	Nœud d'anneau.....	710
10.6.4	Processus Sign_On.....	711
10.6.5	Processus Neighbor_Check.....	712
10.7	Exigences de mise en œuvre.....	713
10.7.1	Exigences et recommandations relatives au commutateur intégré.....	713
10.7.2	Exigences de mise en œuvre DLR.....	713
10.7.3	Considérations relatives à l'IEC 61588 et CP 2/2.1.....	714
10.7.4	Considérations relatives au STP/RSTP/MSTP de l'IEEE 802.1D/IEEE 802.1Q.....	715
10.8	Utilisation des nœuds non DLR dans le réseau en anneau.....	715
10.8.1	Considérations générales.....	715
10.8.2	Stations d'extrémité non DLR.....	715
10.8.3	Commutateurs non DLR.....	716
10.9	Appareils passerelle redondants sur un réseau DLR.....	719
10.9.1	Généralités.....	719
10.9.2	Topologies prises en charge.....	719
10.9.3	Appareil passerelle redondant.....	720
10.9.4	Comportement de l'appareil passerelle redondant.....	722
10.10	Messages DLR.....	725
10.10.1	Généralités.....	725
10.10.2	En-tête de trame commune.....	725
10.10.3	Trame Beacon.....	727
10.10.4	Demande Neighbor_Check.....	727
10.10.5	Réponse Neighbor_Check.....	728
10.10.6	Link_Status/Neighbor_Status.....	728
10.10.7	Locate_Fault.....	729
10.10.8	Announce.....	729
10.10.9	Sign_On.....	729
10.10.10	Advertise.....	730
10.10.11	Flush_Tables.....	731
10.10.12	Learning_Update.....	731
10.11	Diagrammes d'états et matrices SEA (State-Event-Action).....	731
10.11.1	Nœud d'anneau Beacon.....	731
10.11.2	Nœud d'anneau Announce.....	740

10.11.3	Superviseur d'anneau .....	744
10.11.4	Passerelle redondante .....	763
10.12	Analyse de performance .....	769
10.12.1	Généralités .....	769
10.12.2	Performances de changement de passerelle redondante .....	773
11	Protocoles de redondance PRP et HSR .....	774
11.1	Généralités .....	774
11.2	Présentation de PRP .....	775
11.2.1	Généralités .....	775
11.2.2	Détection de conflit d'adresses (ACD).....	776
11.3	Présentation de HSR .....	778
Annexe A (normative)	Voyants and commutateurs .....	780
A.1	Objectif .....	780
A.2	Voyants .....	780
A.2.1	Exigences générales relatives aux voyants.....	780
A.2.2	Exigences communes relatives aux voyants.....	780
A.2.3	Exigences relatives au voyant spécifique au bus de terrain – option 1 .....	782
A.2.4	Exigences relatives au voyant spécifique au bus de terrain – option 2 .....	787
A.2.5	Exigences relatives au voyant spécifique au bus de terrain – option 3 .....	790
A.3	Commutateurs .....	795
A.3.1	Exigences communes du commutateur .....	795
A.3.2	Exigences relatives au commutateur spécifique au bus de terrain – option 1 .....	795
A.3.3	Exigences relatives au commutateur spécifique au bus de terrain – option 2 .....	796
A.3.4	Exigences relatives au commutateur spécifique au bus de terrain – option 3 .....	796
Bibliographie.....		797
Figure 1 –	Architecture interne de la couche liaison de données .....	418
Figure 2 –	Relations des DLSAP, des adresses DLSAP et des adresses DL de groupe .....	420
Figure 3 –	Structure de base d'une adresse MAC ID .....	421
Figure 4 –	Structure de base d'une adresse de balise générique .....	421
Figure 5 –	Structure de base d'une adresse de balise fixe .....	421
Figure 6 –	M_symbols et codage Manchester à 5 MHz.....	423
Figure 7 –	Structure de la NUT .....	427
Figure 8 –	Accès au support pendant la durée planifiée .....	428
Figure 9 –	Accès au support pendant la durée non planifiée .....	429
Figure 10 –	Format de DLPDU .....	431
Figure 11 –	Annulation d'une DLPDU pendant la transmission .....	435
Figure 12 –	Format de Lpacket .....	435
Figure 13 –	Format Lpacket à balise générique.....	437
Figure 14 –	Format Lpacket à balise fixe .....	437
Figure 15 –	Paramètre goodness de TimeDist_Lpacket.....	453
Figure 16 –	Exemple d'algorithme de traitement l'm alive.....	460
Figure 17 –	Algorithme CRC de l'objet Keeper .....	483
Figure 18 –	Diagramme d'états d'activation de l'objet Keeper.....	497

Figure 19 – Diagramme d'états de fonctionnement de l'objet Keeper .....	499
Figure 20 – Traitement de la modification du réseau synchronisée .....	503
Figure 21 – Diagramme de transition d'états de l'objet d'interface TCP/IP .....	535
Figure 22 – Diagramme de transition d'états de l'objet d'interface TCP/IP .....	537
Figure 23 – Comportement ACD .....	539
Figure 24 – Diagramme de transition d'états de l'objet de liaison Ethernet .....	560
Figure 25 – Diagramme d'édition de l'objet de configuration de connexion .....	595
Figure 26 – Diagramme d'états du NAM .....	641
Figure 27 – Appareils avec plusieurs paires d'anneau DLR .....	700
Figure 28 – Anneaux DLR connectés aux commutateurs .....	701
Figure 29 – Fonctionnement normal d'un réseau DLR .....	702
Figure 30 – Trames Beacon et Announce .....	703
Figure 31 – Interruption de liaison .....	704
Figure 32 – Reconfiguration du réseau après une interruption de liaison .....	705
Figure 33 – Processus Neighbor Check .....	712
Figure 34 – Topologie non prise en charge – Exemple 1 .....	717
Figure 35 – Topologie non prise en charge – Exemple 2 .....	717
Figure 36 – Anneau DLR connecté aux commutateurs via des passerelles redondantes .....	720
Figure 37 – Appareil passerelle redondant DLR .....	721
Figure 38 – Trame Advertise .....	723
Figure 39 – Diagramme de transition d'états de la trame Beacon en fonction du nœud d'anneau non superviseur .....	732
Figure 40 – Diagramme de transition d'états de la trame Announce en fonction du nœud d'anneau non superviseur .....	740
Figure 41 – Diagramme de transition d'états du superviseur d'anneau .....	746
Figure 42 – Diagramme de transition d'états de la passerelle redondante .....	764
Figure 43 – Réseau PRP .....	776
Figure 44 – SAN rattachés directement .....	777
Figure 45 – DAN virtuels .....	778
Figure 46 – Réseau HSR .....	779
Figure A.1 – Etiquetage du voyant d'état du réseau non redondant .....	786
Figure A.2 – Etiquetage du voyant d'état du réseau redondant .....	786
Figure A.3 – Diagramme d'état du voyant d'état du réseau .....	790
Figure A.4 – Exemples de plusieurs voyants d'état du réseau .....	790
Tableau 1 – Format des tableaux d'attributs .....	415
Tableau 2 – Composants de la couche liaison de données .....	417
Tableau 3 – Allocation d'adresses MAC ID .....	421
Tableau 4 – Définitions de service de balise fixe .....	422
Tableau 5 – Règles de codage des données .....	423
Tableau 6 – Symboles de données M .....	424
Tableau 7 – Tableau de vérité de ph_status_indication .....	425
Tableau 8 – Longueur, polynômes et constantes FCS .....	432

Tableau 9 – Services de support et objets DLL .....	440
Tableau 10 – Types de données élémentaires .....	443
Tableau 11 – Événements DLL .....	448
Tableau 12 – Priorité de répartition temporelle.....	453
Tableau 13 – Format du Lpacket TUI .....	456
Tableau 14 – Attributs de classe de l'objet ControlNet .....	465
Tableau 15 – Attributs d'instance de l'objet ControlNet .....	466
Tableau 16 – Bits de balise d'état TUI.....	470
Tableau 17 – Bits de Mac_ver.....	471
Tableau 18 – Bits d'état du canal .....	472
Tableau 19 – Services communs de l'objet ControlNet.....	474
Tableau 20 – Services spécifiques à la classe de l'objet ControlNet.....	475
Tableau 21 – Historique de révision de l'objet Keeper.....	477
Tableau 22 – Attributs de classe de l'objet Keeper .....	477
Tableau 23 – Attributs d'instance de l'objet Keeper .....	478
Tableau 24 – Définitions de l'état de fonctionnement de l'objet Keeper .....	481
Tableau 25 – Définitions de bit de balise d'état du port .....	481
Tableau 26 – Bits de balise d'état TUI.....	482
Tableau 27 – Attributs Keeper .....	485
Tableau 28 – Exigences en matière de mémoire (en octets) des attributs Keeper .....	485
Tableau 29 – Services communs de l'objet Keeper .....	486
Tableau 30 – Services spécifiques à la classe de l'objet Keeper .....	487
Tableau 31 – Codes d'erreur du service.....	488
Tableau 32 – Format de virement du TUI Lpacket.....	492
Tableau 33 – Codes d'erreur du service.....	493
Tableau 34 – Etats de fonctionnement de l'objet Keeper .....	494
Tableau 35 – Matrice d'événement d'état de l'objet Keeper.....	499
Tableau 36 – Attributs de classe de l'objet de planification .....	504
Tableau 37 – Attributs d'instance de l'objet de planification .....	504
Tableau 38 – Services communs de l'objet de planification .....	505
Tableau 39 – Description de l'erreur d'état de Create.....	506
Tableau 40 – Description d'erreur d'état pour Delete et Kick_Timer .....	506
Tableau 41 – Services spécifiques à la classe de l'objet de planification.....	507
Tableau 42 – Description de l'erreur d'état de Read.....	509
Tableau 43 – Descriptions de l'erreur d'état de Conditional_Write.....	510
Tableau 44 – Description de l'erreur d'état pour Forced_Write .....	510
Tableau 45 – Description de l'erreur d'état de Change_Start.....	511
Tableau 46 – Descriptions de l'erreur d'état de Break_Connections .....	512
Tableau 47 – Descriptions de l'erreur d'état de Change_Complete.....	512
Tableau 48 – Descriptions de l'erreur d'état de Restart_Connections.....	513
Tableau 49 – Historique de révision .....	515
Tableau 50 – Attributs de classe de l'objet d'interface TCP/IP.....	515
Tableau 51 – Attributs d'instance de l'objet d'interface TCP/IP.....	516



Tableau 52 – Bits d'état .....	520
Tableau 53 – Bits de capacité de configuration .....	521
Tableau 54 – Bits de Configuration control .....	522
Tableau 55 – Exemple de chemin .....	523
Tableau 56 – Composants de configuration d'interface .....	524
Tableau 57 – Valeurs d'alloc control .....	526
Tableau 58 – Valeurs de AcdActivity .....	527
Tableau 59 – ArpPdu – Unité PDU de la réponse ARP au format binaire .....	527
Tableau 60 – Définitions des bits du membre Admin Capability .....	528
Tableau 61 – Définitions des bits du membre Admin Capability .....	529
Tableau 62 – Services communs de l'objet d'interface TCP/IP .....	530
Tableau 63 – Format de réponse Get_Attributes_All .....	531
Tableau 64 – Services communs de l'objet d'interface TCP/IP .....	532
Tableau 65 – Paramètres de la demande de service Set_Port_Admin_State .....	533
Tableau 66 – Paramètres de la demande de service Set_Protocol_Admin_State .....	533
Tableau 67 – Codes d'erreur spécifiques à la classe .....	534
Tableau 68 – Historique de révision de l'objet de liaison Ethernet .....	544
Tableau 69 – Attributs de classe de l'objet de liaison Ethernet .....	544
Tableau 70 – Attributs d'instance de l'objet de liaison Ethernet .....	545
Tableau 71 – Bits des balises d'interface .....	551
Tableau 72 – Bits de contrôle .....	552
Tableau 73 – Type d'interface .....	553
Tableau 74 – Etat d'interface .....	553
Tableau 75 – Etat Admin .....	554
Tableau 76 – Bits de capacité .....	554
Tableau 77 – Services communs de l'objet de liaison Ethernet .....	556
Tableau 78 – Format de réponse Get_Attributes_All .....	557
Tableau 79 – Services spécifiques à la classe de l'objet de liaison Ethernet .....	558
Tableau 80 – Historique de révision de l'objet DeviceNet .....	561
Tableau 81 – Attributs de classe de l'objet DeviceNet .....	561
Tableau 82 – Attributs d'instance de l'objet DeviceNet .....	561
Tableau 83 – Valeurs de l'attribut Bit rate .....	564
Tableau 84 – Valeurs de l'attribut BOI .....	565
Tableau 85 – Description de bit des compteurs de diagnostic .....	567
Tableau 86 – Services communs de l'objet DeviceNet .....	568
Tableau 87 – Paramètre du service Reset .....	568
Tableau 88 – Valeurs de paramètre du service Reset .....	569
Tableau 89 – Services spécifiques à la classe de l'objet DeviceNet .....	569
Tableau 90 – Historique de révision de l'objet de configuration de connexion .....	570
Tableau 91 – Attributs de classe de l'objet de configuration de connexion .....	571
Tableau 92 – Valeurs de numéro de format .....	573
Tableau 93 – Attributs d'instance de l'objet de configuration de connexion .....	573
Tableau 94 – Valeurs d'état de connexion de l'auteur .....	578



Tableau 95 – Valeurs d'état de connexion cible .....	578
Tableau 96 – Balises de connexion.....	578
Tableau 97 – Formats de mapping d'E/S.....	581
Tableau 98 – Services valides pendant une opération de modification .....	583
Tableau 99 – Services communs de l'objet de configuration de la connexion .....	583
Tableau 100 – Réponse Get_Attribute_All – niveau de la classe.....	584
Tableau 101 – Réponse Get_Attribute_All – niveau de l'instance .....	584
Tableau 102 – Codes d'erreur Set_Attribute_All.....	586
Tableau 103 – Demande Set_Attributes_All .....	586
Tableau 104 – Paramètres de demande Create .....	588
Tableau 105 – Codes d'erreur Create .....	589
Tableau 106 – Codes d'erreur Delete.....	589
Tableau 107 – Codes d'erreur Restore.....	589
Tableau 108 – Services spécifiques à la classe de l'objet de configuration de connexion .....	590
Tableau 109 – Codes d'erreur Change_Start .....	591
Tableau 110 – Paramètre du service Get_Status .....	591
Tableau 111 – Réponse du service Get_Status.....	592
Tableau 112 – Codes d'erreur du service Get_Status .....	592
Tableau 113 – Paramètre du service Change_Complete.....	592
Tableau 114 – Codes d'erreur du service Change_Complete .....	593
Tableau 115 – Paramètre du service Audit_Changes .....	593
Tableau 116 – Codes d'erreur du service Audit_Changes .....	593
Tableau 117 – Historique de révision .....	596
Tableau 118 – Attributs de classe de l'objet DLR .....	596
Tableau 119 – Attributs d'instance de l'objet DLR .....	597
Tableau 120 – Valeurs de l'attribut Network Status .....	601
Tableau 121 – Valeur de l'attribut Ring Supervisor Status.....	601
Tableau 122 – Balises de capacité.....	605
Tableau 123 – Valeur de l'attribut Redundant Gateway Status .....	607
Tableau 124 – Services communs de l'objet DLR.....	609
Tableau 125 – Réponse Get_Attributes_All – Révision d'objet 1, appareil non superviseur.....	609
Tableau 126 – Réponse Get_Attributes_All – Révision d'objet 1, appareil superviseur.....	610
Tableau 127 – Réponse Get_Attribute_All – Révision d'objet 2, appareil non superviseur.....	610
Tableau 128 – Réponse Get_Attributes_All – tous les autres cas.....	611
Tableau 129 – Services spécifiques à la classe de l'objet DLR .....	612
Tableau 130 – Historique de révision de l'objet QoS .....	613
Tableau 131 – Attributs de classe de l'objet QoS .....	614
Tableau 132 – Attributs d'instance de l'objet QoS .....	614
Tableau 133 – Valeurs DCSP par défaut et utilisations .....	615
Tableau 134 – Services communs de l'objet QoS.....	616
Tableau 135 – Historique de révision de l'objet de port.....	617

Tableau 136 – Attributs de classe de l'objet de port .....	617
Tableau 137 – Attributs d'instance de l'objet de port .....	618
Tableau 138 – Port Type et classes Link Object et valeurs de Port Type Name associées .....	620
Tableau 139 – Définitions des bits de l'attribut Port Routing Capabilities .....	623
Tableau 140 – Services communs de l'objet de port.....	624
Tableau 141 – Réponse Get_Attribute_All – niveau de la classe.....	624
Tableau 142 – Réponse Get_Attribute_All – niveau de l'instance .....	625
Tableau 143 – Historique de révision .....	625
Tableau 144 – Attributs de classe .....	626
Tableau 145 – Attributs d'instance .....	626
Tableau 146 – Node Type.....	629
Tableau 147 – Switching Node.....	630
Tableau 148 – HSR Mode.....	631
Tableau 149 – RedBox ID.....	632
Tableau 150 – Services communs de l'objet Protocole PRP/HSR.....	633
Tableau 151 – Réponse Get_Attributes_All.....	634
Tableau 152 – Historique de révision .....	635
Tableau 153 – Attributs de classe .....	635
Tableau 154 – Attributs d'instance .....	636
Tableau 155 – Remote Node Type.....	638
Tableau 156 – Services communs de l'objet PRP/HSR Nodes Tables .....	638
Tableau 157 – Réponse Get_Attributes_All.....	639
Tableau 158 – Etats NAM .....	640
Tableau 159 – Paramètres de liaison par défaut .....	641
Tableau 160 – Caractéristiques de temporisation PhL.....	649
Tableau 161 – Variables DLR .....	707
Tableau 162 – Exigences relatives à la vitesse et au duplex de la liaison DLR.....	713
Tableau 163 – Variables de la passerelle redondante .....	722
Tableau 164 – Adresses MAC pour les messages DLR.....	725
Tableau 165 – Format d'en-tête de trame commune IEEE 802.1Q .....	726
Tableau 166 – Champs de charge utile des messages DLR .....	726
Tableau 167 – Types de trames DLR .....	726
Tableau 168 – Format de la trame Beacon.....	727
Tableau 169 – Valeurs d'état de l'anneau .....	727
Tableau 170 – Format de la demande Neighbor_Check .....	727
Tableau 171 – Format de la réponse Neighbor_Check .....	728
Tableau 172 – Format de la trame Link_Status/Neighbor_Status .....	728
Tableau 173 – Valeurs de Link_Status/Neighbor_Status .....	728
Tableau 174 – Format de la trame Locate_Fault .....	729
Tableau 175 – Format de la trame Announce.....	729
Tableau 176 – Format de la trame Sign_On.....	730
Tableau 177 – Format de la trame Advertise.....	730

Tableau 178 – Valeurs d'état de la passerelle.....	730
Tableau 179 – Format de la trame Flush_Tables .....	731
Tableau 180 – Format de la trame Learning_Update.....	731
Tableau 181 – Valeurs de paramètre de la trame Beacon en fonction du nœud d'anneau non superviseur .....	733
Tableau 182 – Définitions de bit LastBcnRcvPort.....	733
Tableau 183 – Matrice SEA de la trame Beacon en fonction du nœud d'anneau non superviseur.....	733
Tableau 184 – Valeurs de paramètre de la trame Announce en fonction du nœud d'anneau non superviseur .....	741
Tableau 185 – Matrice SEA de la trame Announce en fonction du nœud d'anneau non superviseur.....	741
Tableau 186 – Valeurs de paramètre du nœud de superviseur d'anneau .....	746
Tableau 187 – Définitions de bit LastBcnRcvPort.....	747
Tableau 188 – Matrice SEA du nœud de superviseur d'anneau.....	747
Tableau 189 – Valeurs de paramètre du nœud de passerelle redondante.....	765
Tableau 190 – Matrice SEA du nœud de passerelle redondante .....	766
Tableau 191 – Paramètres/hypothèses de l'exemple de calcul des performances .....	769
Tableau 192 – Exemple de paramètres et de performances d'une configuration en anneau .....	773
Tableau 193 – Variables pour l'analyse des performances.....	773
Tableau A.1 – Voyant d'état du module.....	781
Tableau A.2 – Indication d'état Time Sync .....	782
Tableau A.3 – Voyants d'état du réseau.....	784
Tableau A.4 – Voyant d'état du réseau .....	788
Tableau A.5 – Voyant d'état du réseau .....	792
Tableau A.6 – Voyant d'état du module/réseau combiné .....	793
Tableau A.7 – Voyant d'état E-S.....	794
Tableau A.8 – Codage du commutateur de vitesse en bits .....	796

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### 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

##### 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 protocole sont spécifiées dans l'IEC 61784-1 et l'IEC 61784-2.

La Norme internationale IEC 61158-4-2 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 de l'objet ControlNet en 7.2;
- extensions et clarifications de l'objet d'interface TCP/IP en 7.5;
- extensions et clarifications de l'objet Ethernet Link en 7.6;
- clarifications de l'objet DeviceNet en 7.7;
- extensions et clarifications de l'objet CCO en 7.8;
- extensions et clarifications de l'objet DLR en 7.9;
- extensions et clarifications de l'objet Port en 7.11;
- ajout des objets PRP/HSR Protocol et PRP/HSR Nodes Table en 7.12 et 7.13;
- extensions et clarifications du protocole DLR à l'Article 10;
- ajout du mapping du protocole PRP/HSR à l'Article 11;
- mise à jour du comportement des indicateurs en A.2.2 et A.2.4;
- corrections rédactionnelles diverses.

La présente version bilingue (2020-12) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2019-04.

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.

**IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**

## INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 61158 appartient à la série de normes visant à faciliter l'interconnexion des composants du système 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 de liaison de données assure un service de liaison de données en s'appuyant sur les services offerts par la couche physique. Le présent document a pour principal objet de préciser un ensemble de règles de communication, exprimées sous la forme de modes opératoires que doivent réaliser des entités de liaison de données homologues (DLE) au moment de la communication. Ces règles de communication ont pour vocation de fournir une base de développement stable visant à atteindre différents objectifs:

- a) guider les implémenteurs et les concepteurs;
- b) réaliser les essais et acquérir l'équipement;
- c) dans un accord d'intégration des systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- d) dans le cadre d'une meilleure compréhension des communications à contrainte de temps au sein de l'OSI.

Le présent document porte en particulier sur la communication et l'interfonctionnement des capteurs, des effecteurs et d'autres appareils d'automatisation. Grâce à ce document associé 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.

La commission électrotechnique internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec le présent document peut impliquer l'utilisation de brevets présentés dans plusieurs paragraphes (voir tableau ci-dessous). Ces brevets sont détenus par leurs inventeurs respectifs sous licence ODVA, Inc:

US 5,400,331	[ODVA]	Communication network interface with screeners for incoming messages	Paragraphe 3.4, Articles 4 à 9
US 5,471,461	[ODVA]	Digital communication network with a moderator station election process	
US 5,491,531	[ODVA]	Media access controller with a shared class message delivery capability	
US 5,493,571	[ODVA]	Apparatus and method for digital communications with improved delimiter detection	
US 5,537,549	[ODVA]	Communication network with time coordinated station activity by time slot and periodic interval number	
US 5,553,095	[ODVA]	Method and apparatus for exchanging different classes of data during different time intervals	
US 8,244,838	[ODVA]	Industrial controller employing the network ring topology	Article 10

L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

L'ODVA et les détenteurs de ces droits de propriété ont donné l'assurance à l'IEC que l'ODVA consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, soit sans frais soit à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, la déclaration de l'ODVA et des détenteurs de ces droits de propriété est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être demandées à:

[ODVA] ODVA, Inc.  
2370 East Stadium Boulevard #1000  
Ann Arbor, Michigan 48104  
USA  
Attention: Office of the Executive Director  
courrier électronique: [odva@odva.org](mailto:odva@odva.org)

L'ISO ([www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)) et l'IEC (<http://patents.iec.ch>) maintiennent des bases de données, consultables en ligne, des droits de propriété pertinents à leurs normes. Les utilisateurs sont encouragés à consulter ces bases de données pour obtenir l'information la plus récente concernant les droits de propriété.

Withdrawal



## 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

#### 1 Domaine d'application

##### 1.1 Généralités

La couche de liaison de données assure les communications de messagerie à contrainte de temps de base entre les appareils d'un environnement d'automatisation.

Ce protocole offre des opportunités de communication séquentielle et synchrone cyclique à toutes les entités de liaison de données participantes. Un accès planifié de premier plan est proposé à toutes les activités à contrainte de temps, un accès non planifié l'étant aux activités moins critiques.

Des transferts déterministes et synchronisés peuvent être assurés à des intervalles cycliques allant jusqu'à 1 ms et des appareils distants de 25 km. Cette performance peut être adaptée de manière dynamique et en ligne en reconfigurant les paramètres de la liaison locale sans interrompre le fonctionnement normal. De la même manière, des connexions DL et de nouveaux appareils peuvent être ajoutés ou retirés pendant le fonctionnement normal.

Ce protocole offre la possibilité de maintenir la synchronisation d'horloge d'une liaison étendue supérieure à 10  $\mu$ s.

Ce protocole permet d'optimiser chaque opportunité d'accès en concaténant plusieurs DLSDU et DLPCI associés en une seule DLPDU, améliorant le transfert de données des entités de liaison de données qui émettent activement plusieurs flux de données.

La taille maximale du système est un nombre illimité de liaisons de 99 nœuds, comportant chacune 255 adresses DLSAP. Chaque liaison comporte un maximum de  $2^{24}$  homologues connexes et DLCEP d'éditeur.

##### 1.2 Spécifications

Le présent document spécifie

- a) les procédures de transfert opportun des données et des informations de commande entre une entité utilisateur de liaison de données et une entité utilisateur homologue, et parmi les entités de liaison de données formant le fournisseur de service de liaison de données distribué;
- b) la structure des DLPDU de bus de terrain utilisée par le protocole du présent document pour le transfert des données et des informations de commande, et leur représentation sous forme d'unités de données d'interface physique.

##### 1.3 Procédures

Les procédures sont définies en termes

- a) d'interactions entre les entités DL (DLE) homologues par l'échange de DLPDU de bus de terrain;

- b) d'interactions entre un fournisseur de service DL (DLS) et un utilisateur DLS au sein du même système par l'échange de primitives DLS;
- c) d'interactions entre un fournisseur DLS et un fournisseur de service Ph au sein du même système par l'échange de primitives de service Ph.

#### 1.4 Applicabilité

Ces modes opératoires s'appliquent aux instances de communication entre des systèmes qui prennent en charge des services de communications à contrainte de temps dans la couche de liaison de données des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, et qui peuvent être connectés dans un environnement d'interconnexion de systèmes ouverts.

Les profils sont un moyen simple à plusieurs attributs de récapituler les capacités d'une mise en œuvre et donc son applicabilité en fonction des différents besoins de communications à contrainte de temps.

#### 1.5 Conformité

Le présent document spécifie également les exigences relatives aux systèmes mettant en œuvre ces procédures. Le présent document ne comporte aucun essai visant à démontrer la conformité à ces exigences.

## 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 61131-3, *Automates programmables – Partie 3: Langages de programmation*

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

IEC 61158-6-2:2019, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-2: Spécification du protocole 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 – Part 3-2: Bus de terrain de sécurité fonctionnelle – Spécifications supplémentaires pour CPF 2*

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

IEC 62439-3:2012<sup>1</sup>, *Réseaux industriels de communication - Réseaux d'automatisation à haute disponibilité - Partie 3: Protocole de redondance parallèle (PRP) et redondance transparente de haute disponibilité (HSR)*

ISO/IEC 3309<sup>2</sup>, *Technologies de l'information - Télécommunications et échange d'informations entre systèmes - Procédures de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC) - Structure de trame*

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

ISO/IEC 7498-3, *Technologies de l'information - Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) - Modèle de référence de base: Dénomination et adressage*

ISO/IEC/IEEE 8802-3, *Technologies de l'information - Télécommunications et échange d'information entre systèmes - Réseaux locaux et métropolitains - exigences spécifiques - Partie 3: Définitions pour l'Ethernet*

ISO 11898:1993<sup>3</sup>, *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> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IEEE Std 802.1Q-2005<sup>4</sup>, *IEEE standard for local and metropolitan area networks - Virtual bridged local area networks*, disponible à l'adresse <http://www.ieee.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IEEE Std 802.3-2015, *IEEE Standard for Ethernet*, disponible à l'adresse <http://www.ieee.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IETF RFC 951, *Bootstrap Protocol (BOOTP)*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IETF RFC 1213, *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IETF RFC 1542, *Clarifications and Extensions for the Bootstrap Protocol*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IETF RFC 1643, *Definitions of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IETF RFC 2131, *Dynamic Host Configuration Protocol*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

---

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

<sup>2</sup> Cette norme a été supprimée.

<sup>3</sup> Une édition plus récente de cette norme a été publiée, mais seule l'édition citée s'applique.

<sup>4</sup> Une édition plus récente de cette norme a été publiée, mais seule l'édition citée s'applique.

IETF RFC 2132, *DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IETF RFC 2863, *The Interfaces Group MIB*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IETF RFC 3635, *Definitions of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IETF RFC 4541, *Considerations for Internet Group Management Protocol (IGMP) and Multicast Listener Discovery (MLD) Snooping Switches*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

IETF RFC 5227:2008, *IPv4 Address Conflict Detection*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org> (disponible en anglais seulement) [vue 03/09/2018]

Withdrawn