



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –  
Part 2: Physical layer specification and service definition**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –  
Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XH**  
CODE PRIX

ICS 25.040; 35.100; 35.240.50

ISBN 978-2-8322-1747-4

**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.....	30
0 Introduction .....	32
0.1 General.....	32
0.2 Physical layer overview .....	32
0.3 Document overview .....	32
0.4 Major physical layer variations specified in this standard.....	33
0.4.1 Type 1 media.....	33
0.4.2 Type 2: Coaxial wire and optical media.....	33
0.4.3 Type 3: Twisted-pair wire and optical media .....	33
0.4.4 Type 4: Wire medium.....	34
0.4.5 Type 8: Twisted-pair wire and optical media .....	34
0.4.6 Type 12: Wire medium.....	34
0.4.7 Type 16: optical media .....	34
0.4.8 Type 18: Media.....	34
0.4.9 Type 20: Media.....	35
0.4.10 Type 24: Media.....	35
0.5 Patent declaration .....	35
1 Scope.....	36
2 Normative references .....	36
3 Terms and definitions .....	38
3.1 Common terms and definitions .....	38
3.2 Type 1: Terms and definitions .....	43
3.3 Type 2: Terms and definitions .....	46
3.4 Type 3: Terms and definitions .....	49
3.5 Type 4: Terms and definitions .....	52
3.6 <i>Void</i> .....	53
3.7 Type 8: Terms and definitions .....	53
3.8 Type 12: Terms and definitions .....	56
3.9 Type 16: Terms and definitions .....	57
3.10 Type 18: Terms and definitions .....	60
3.11 Type 24: Terms and definitions .....	61
3.12 Type 20 terms and definitions.....	63
4 Symbols and abbreviations.....	66
4.1 Symbols .....	66
4.1.1 Type 1: Symbols.....	66
4.1.2 Type 2: Symbols.....	67
4.1.3 Type 3: Symbols.....	68
4.1.5 <i>Void</i> .....	68
4.1.6 Type 8: Symbols.....	68
4.1.7 Type 12: Symbols .....	69
4.1.8 Type 16: Symbols.....	69
4.1.9 Type 18: Symbols.....	69
4.1.10 Type 24: Symbols.....	70
4.1.11 Type 20: symbols .....	70
4.2 Abbreviations .....	70
4.2.1 Type 1: Abbreviations.....	70

4.2.2	Type 2: Abbreviations .....	71
4.2.3	Type 3: Abbreviations .....	72
4.2.4	Type 4: Abbreviations .....	74
4.2.5	<i>Void</i> .....	74
4.2.6	Type 8: Abbreviations .....	74
4.2.7	Type 12: Abbreviations .....	75
4.2.8	Type 16: Abbreviations .....	76
4.2.9	Type 18: Abbreviations .....	76
4.2.10	Type 24: Abbreviations .....	77
4.2.11	Type 20: Abbreviations .....	77
5	DLL – PhL interface .....	77
5.1	General .....	77
5.2	Type 1: Required services .....	78
5.2.1	Primitives of the PhS .....	78
5.2.2	Notification of PhS characteristics .....	79
5.2.3	Transmission of Ph-user-data .....	80
5.2.4	Reception of Ph-user-data .....	80
5.3	Type 2: Required services .....	80
5.3.1	General .....	80
5.3.2	M_symbols .....	80
5.3.3	PH-LOCK indication .....	81
5.3.4	PH-FRAME indication .....	81
5.3.5	PH-CARRIER indication .....	81
5.3.6	PH-DATA indication .....	81
5.3.7	PH-STATUS indication .....	81
5.3.8	PH-DATA request .....	82
5.3.9	PH-FRAME request .....	82
5.3.10	PH-JABBER indication .....	82
5.3.11	Ph-JABBER-CLEAR request .....	82
5.3.12	Ph-JABBER-TYPE request .....	82
5.4	Type 3: Required services .....	83
5.4.1	Synchronous transmission .....	83
5.4.2	Asynchronous transmission .....	83
5.5	Type 4: Required services .....	84
5.5.1	General .....	84
5.5.2	Primitives of the PhS .....	84
5.5.3	Transmission of Ph-user data .....	85
5.6	<i>Void</i> .....	86
5.7	Type 8: Required services .....	86
5.7.1	General .....	86
5.7.2	Primitives of the PhS .....	86
5.7.3	Overview of the Interactions .....	87
5.8	Type 12: Required services .....	94
5.8.1	Primitives of the PhS .....	94
5.8.2	Notification of PhS characteristics .....	95
5.8.3	Transmission of Ph-user-data .....	95
5.8.4	Reception of Ph-user-data .....	95
5.9	Type 16: Required services .....	95
5.9.1	Primitives of the PhS .....	95

5.9.2	Transmission of Ph-user-data .....	96
5.9.3	Reception of Ph-user-data .....	96
5.10	Type 18: Required services .....	97
5.10.1	General .....	97
5.10.2	Primitives of the PhS .....	97
5.10.3	Transmission of Ph-user-data .....	98
5.10.4	Reception of Ph-user-data .....	98
5.11	Type 24: Required services .....	98
5.11.1	General .....	98
5.11.2	DL_Symbols .....	98
5.11.3	PLS_CARRIER indication .....	99
5.11.4	PLS_SIGNAL indication .....	99
5.11.5	PLS_DATA_VALID indication .....	99
5.11.6	PLS_DATA indication .....	99
5.11.7	PLS_DATA request .....	99
5.12	Type 20: Required services .....	99
5.12.1	Facilities of the physical layer services .....	99
5.12.2	Sequence of primitives .....	99
5.12.3	PH-START service .....	100
5.12.4	PH-DATA service .....	101
5.12.5	PH-END service .....	101
6	Systems management – PhL interface .....	101
6.1	General .....	101
6.2	Type 1: Systems management – PhL interface .....	102
6.2.1	Required services .....	102
6.2.2	Service primitive requirements .....	102
6.3	Type 3: Systems management – PhL interface .....	103
6.3.1	Synchronous transmission .....	103
6.3.2	Asynchronous transmission .....	103
6.4	Type 4: Systems management – PhL interface .....	109
6.4.1	Required Services .....	109
6.4.2	Service primitive requirements .....	109
6.5	<i>Void</i> .....	110
6.6	Type 8: Systems management – PhL interface .....	110
6.6.1	Functionality of the PhL Management .....	110
6.6.2	PhL-PNM1 Interface .....	110
6.7	Type 12: Systems management – PhL interface .....	115
6.7.1	Required service .....	115
6.7.2	Service primitive PH-RESET request .....	115
6.8	Type 18: Systems management – PhL interface .....	115
6.8.1	General .....	115
6.8.2	Required services .....	115
6.8.3	Service primitive requirements .....	115
6.9	Type 24: Systems management – PhL interface .....	116
7	DCE independent sublayer (DIS) .....	116
7.1	General .....	116
7.2	Type 1: DIS .....	116
7.3	Type 3: DIS .....	117
7.3.1	Synchronous transmission .....	117

7.3.2	Asynchronous transmission .....	117
7.4	<i>Void</i> .....	117
7.5	Type 8: DIS .....	117
7.5.1	General .....	117
7.5.2	Function .....	117
7.5.3	Serial transmission .....	117
7.5.4	MDS coupling .....	117
7.6	Type 12: DIS .....	118
8	DTE – DCE interface and MIS-specific functions .....	119
8.1	General .....	119
8.2	Type 1: DTE – DCE interface .....	119
8.2.1	Services .....	119
8.2.2	Signaling interfaces .....	120
8.3	Type 3: DTE – DCE interface .....	130
8.3.1	Synchronous transmission .....	130
8.3.2	Asynchronous transmission .....	130
8.4	Type 8: MIS – MDS interface .....	130
8.4.1	General .....	130
8.4.2	Services .....	131
8.4.3	Interface signals .....	132
8.4.4	Converting the services to the interface signals .....	132
8.5	Type 12: DTE – DCE interface .....	140
9	Medium dependent sublayer (MDS) .....	140
9.1	General .....	140
9.2	Type 1: MDS: Wire and optical media .....	140
9.2.1	PhPDU .....	140
9.2.2	Encoding and decoding .....	141
9.2.3	Polarity detection .....	142
9.2.4	Start of frame delimiter .....	142
9.2.5	End of frame delimiter .....	142
9.2.6	Preamble .....	143
9.2.7	Synchronization .....	143
9.2.8	Post-transmission gap .....	143
9.2.9	Inter-channel signal skew .....	144
9.3	<i>Void</i> .....	144
9.4	Type 2: MDS: Wire and optical media .....	144
9.4.1	Clock accuracy .....	144
9.4.2	Data recovery .....	144
9.4.3	Data encoding rules .....	144
9.5	Type 3: MDS: Wire and optical media .....	145
9.5.1	Synchronous transmission .....	145
9.5.2	Asynchronous transmission .....	145
9.6	Type 4: MDS: Wire medium .....	145
9.6.1	Half-duplex .....	145
9.6.2	Full-duplex .....	147
9.6.3	Full-duplex UDP .....	149
9.7	<i>Void</i> .....	150
9.8	Type 8: MDS: Wire and optical media .....	150
9.8.1	Function .....	150

9.8.2	PhPDU formats.....	151
9.8.3	Idle states .....	155
9.8.4	Reset PhPDU .....	155
9.8.5	MAU coupling .....	156
9.9	Type 12: MDS: Wire media.....	157
9.9.1	PhPDU .....	157
9.9.2	Encoding and decoding .....	158
9.9.3	Polarity detection.....	159
9.9.4	SOF.....	159
9.9.5	EOF.....	159
9.9.6	Idle .....	159
9.9.7	Synchronization .....	159
9.9.8	Inter frame gap .....	160
9.10	Type 16: MDS: Optical media.....	160
9.10.1	Data encoding rules.....	160
9.10.2	Telegrams and fill characters.....	160
9.11	Type 18: MDS: Wire media.....	161
9.11.1	Overview .....	161
9.11.2	Transmission .....	161
9.11.3	Reception .....	161
9.12	Type 24: MDS: Twisted-pair wire .....	161
9.12.1	General .....	161
9.12.2	Clock accuracy .....	161
9.12.3	Data recovery.....	162
9.12.4	Data encoding rules.....	162
10	MDS – MAU interface .....	163
10.1	General.....	163
10.2	Type 1: MDS – MAU interface: Wire and optical media .....	163
10.2.1	Services .....	163
10.2.2	Service specifications.....	163
10.2.3	Signal characteristics .....	164
10.2.4	Communication mode.....	164
10.2.5	Timing characteristics.....	164
10.3	Void .....	164
10.4	Type 2: MDS – MAU interface: Wire and optical media.....	165
10.4.1	MDS-MAU interface: general .....	165
10.4.2	MDS-MAU interface: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire .....	165
10.4.3	MDS – MAU interface 5 Mbit/s, optical medium .....	166
10.4.4	MDS – MAU interface Network Access Port (NAP) .....	167
10.5	Type 3: MDS – MAU interface: Wire and optical media.....	167
10.5.1	Synchronous transmission.....	167
10.5.2	Asynchronous transmission .....	167
10.6	Type 8: MDS – MAU interface: Wire and optical media.....	167
10.6.1	Overview of the services.....	167
10.6.2	Description of the services .....	167
10.6.3	Time response.....	168
10.6.4	Transmission mode .....	169
10.7	Type 18: MDS – MAU interface: Wire media.....	169
10.7.1	General .....	169

10.7.2	Services .....	169
10.7.3	Service specifications .....	169
10.7.4	Signal characteristics .....	170
10.7.5	Communication mode .....	170
10.7.6	Timing characteristics .....	170
10.8	Type 24: MDS – MAU interface: Twisted-pair wire medium .....	170
10.8.1	Overview of service .....	170
10.8.2	Description of the services .....	171
11	Types 1 and 7: Medium attachment unit: voltage mode, linear-bus-topology 150 Ω twisted-pair wire medium .....	171
11.1	General .....	171
11.2	Bit-rate-dependent quantities .....	172
11.3	Network specifications .....	172
11.3.1	Components .....	172
11.3.2	Topologies .....	172
11.3.3	Network configuration rules .....	173
11.3.4	Power distribution rules for network configuration .....	174
11.4	MAU transmit circuit specification .....	174
11.4.1	Summary .....	174
11.4.2	MAU test configuration .....	175
11.4.3	MAU output level requirements .....	176
11.4.4	MAU output timing requirements .....	177
11.4.5	Signal polarity .....	178
11.5	MAU receive circuit specification .....	179
11.5.1	Summary .....	179
11.5.2	Input impedance .....	179
11.5.3	Receiver sensitivity and noise rejection .....	180
11.5.4	Received bit cell jitter .....	180
11.5.5	Interference susceptibility and error rates .....	180
11.6	Jabber inhibit .....	181
11.7	Power distribution .....	181
11.7.1	Overview .....	181
11.7.2	Supply voltage .....	182
11.7.3	Powered via signal conductors .....	182
11.7.4	Powered separately from signal conductors .....	183
11.7.5	Electrical isolation .....	183
11.8	Medium specifications .....	184
11.8.1	Connector .....	184
11.8.2	Standard test cable .....	184
11.8.3	Coupler .....	185
11.8.4	Splices .....	185
11.8.5	Terminator .....	185
11.8.6	Shielding rules .....	185
11.8.7	Grounding (earthing) rules .....	186
11.8.8	Color coding of cables .....	186
12	Types 1 and 3: Medium attachment unit: 31,25 kbit/s, voltage-mode with low-power option, bus- and tree-topology, 100 Ω wire medium .....	186
12.1	General .....	186
12.2	Transmitted bit rate .....	187

12.3	Network specifications.....	187
12.3.1	Components .....	187
12.3.2	Topologies.....	187
12.3.3	Network configuration rules .....	188
12.3.4	Power distribution rules for network configuration.....	189
12.4	MAU transmit circuit specification.....	190
12.4.1	Summary.....	190
12.4.2	MAU test configuration .....	190
12.4.3	MAU output level requirements.....	190
12.4.4	Output timing requirements.....	191
12.4.5	Signal polarity .....	192
12.4.6	Transition from receive to transmit.....	192
12.5	MAU receive circuit specification.....	192
12.5.1	Summary.....	192
12.5.2	Input impedance .....	193
12.5.3	Receiver sensitivity and noise rejection .....	193
12.5.4	Received bit cell jitter .....	193
12.5.5	Interference susceptibility and error rates .....	193
12.6	Jabber inhibit .....	194
12.7	Power distribution.....	194
12.7.1	General .....	194
12.7.2	Supply voltage.....	195
12.7.3	Powered via signal conductors .....	195
12.7.4	Power supply impedance.....	197
12.7.5	Powered separately from signal conductors.....	200
12.7.6	Electrical isolation .....	200
12.8	Medium specifications .....	200
12.8.1	Connector.....	200
12.8.2	Standard test cable .....	201
12.8.3	Coupler .....	201
12.8.4	Splices .....	202
12.8.5	Terminator.....	202
12.8.6	Shielding rules.....	203
12.8.7	Grounding (earthing) rules.....	203
12.8.8	Color coding of cables .....	203
12.9	Intrinsic safety.....	204
12.9.1	General .....	204
12.9.2	Intrinsic safety barrier.....	204
12.9.3	Barrier and terminator placement.....	204
12.10	Galvanic isolators.....	204
13	Type 1: Medium attachment unit: current mode, twisted-pair wire medium.....	204
13.1	General.....	204
13.2	Transmitted bit rate .....	205
13.3	Network specifications.....	205
13.3.1	Components .....	205
13.3.2	Topologies.....	205
13.3.3	Network configuration rules .....	205
13.3.4	Power distribution rules for network configuration.....	207
13.4	MAU transmit circuit specification.....	207



13.4.1	Test configuration .....	208
13.4.2	Output level requirements .....	208
13.4.3	Output timing requirements .....	209
13.5	MAU receive circuit specification .....	209
13.5.1	General .....	209
13.5.2	Input impedance .....	210
13.5.3	Receiver sensitivity and noise rejection .....	210
13.5.4	Received bit cell jitter .....	210
13.5.5	Interference susceptibility and error rates .....	210
13.6	Jabber inhibit .....	211
13.7	Power distribution .....	212
13.7.1	General .....	212
13.7.2	Powered via signal conductors .....	212
13.7.3	Powered separately from signal .....	213
13.7.4	Electrical isolation .....	213
13.8	Medium specifications .....	213
13.8.1	Connector .....	213
13.8.2	Standard test cable .....	213
13.8.3	Coupler .....	214
13.8.4	Splices .....	214
13.8.5	Terminator .....	214
13.8.6	Shielding rules .....	215
13.8.7	Grounding rules .....	215
13.8.8	Color coding of cables .....	215
14	Type 1: Medium attachment unit: current mode (1 A), twisted-pair wire medium .....	215
14.1	General .....	215
14.2	Transmitted bit rate .....	216
14.3	Network specifications .....	216
14.3.1	Components .....	216
14.3.2	Topologies .....	216
14.3.3	Network configuration rules .....	216
14.3.4	Power distribution rules for network configuration .....	218
14.4	MAU transmit circuit specification .....	218
14.4.1	Configuration .....	218
14.4.2	Output level requirements .....	219
14.4.3	Output timing requirements .....	219
14.5	MAU receive circuit specification .....	220
14.5.1	General .....	220
14.5.2	Input impedance .....	220
14.5.3	Receiver sensitivity and noise rejection .....	220
14.5.4	Received bit cell jitter .....	220
14.5.5	Interference susceptibility and error rates .....	221
14.6	Jabber inhibit .....	221
14.7	Power distribution .....	221
14.7.1	General .....	221
14.7.2	Powered via signal conductors .....	222
14.7.3	Powered separately from signal .....	223
14.7.4	Electrical isolation .....	223
14.8	Medium specifications .....	223

14.8.1	Connector.....	223
14.8.2	Standard test cable .....	223
14.8.3	Coupler .....	223
14.8.4	Splices .....	223
14.8.5	Terminator.....	223
14.8.6	Shielding rules.....	224
14.8.7	Grounding rules.....	224
14.8.8	Color coding of cables .....	224
15	Types 1 and 7: Medium attachment unit: dual-fiber optical media .....	224
15.1	General.....	224
15.2	Bit-rate-dependent quantities .....	224
15.3	Network specifications.....	225
15.3.1	Components .....	225
15.3.2	Topologies.....	225
15.3.3	Network configuration rules .....	225
15.4	MAU transmit circuit specifications .....	226
15.4.1	Test configuration.....	226
15.4.2	Output level specification.....	226
15.4.3	Output timing specification .....	226
15.5	MAU receive circuit specifications .....	227
15.5.1	General .....	227
15.5.2	Receiver operating range .....	227
15.5.3	Maximum received bit cell jitter.....	227
15.5.4	Interference susceptibility and error rates .....	228
15.6	Jabber inhibit .....	229
15.7	Medium specifications .....	229
15.7.1	Connector.....	229
15.7.2	Standard test fiber .....	229
15.7.3	Optical passive star .....	229
15.7.4	Optical active star.....	229
16	Type 1: Medium attachment unit: 31,25 kbit/s, single-fiber optical medium .....	231
16.1	General.....	231
16.2	Transmitted bit rate .....	231
16.3	Network specifications.....	231
16.3.1	Components .....	231
16.3.2	Topologies.....	231
16.3.3	Network configuration rules .....	231
16.4	MAU transmit circuit specifications .....	231
16.4.1	Test configuration.....	232
16.4.2	Output level specification.....	232
16.4.3	Output timing specification .....	232
16.5	MAU receive circuit specifications .....	232
16.5.1	General .....	232
16.5.2	Receiver operating range .....	232
16.5.3	Maximum received bit cell jitter.....	232
16.5.4	Interference susceptibility and error rates .....	232
16.6	Jabber inhibit .....	232
16.7	Medium specifications .....	233
16.7.1	Connector.....	233

16.7.2	Standard test fiber .....	233
16.7.3	Optical passive star .....	233
16.7.4	Optical active star .....	233
17	<i>Void</i> .....	234
18	Type 2: Medium attachment unit: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire medium .....	234
18.1	General .....	234
18.2	Transceiver: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire .....	235
18.3	Transformer 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire .....	240
18.4	Connector 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire medium .....	241
18.5	Topology 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire medium .....	241
18.6	Taps 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire medium .....	243
18.6.1	Description .....	243
18.6.2	Requirements .....	243
18.6.3	Spur .....	245
18.7	Trunk 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire medium .....	245
18.7.1	Trunk Cable .....	245
18.7.2	Connectors .....	246
19	Type 2: Medium attachment unit: 5 Mbit/s, optical medium .....	246
19.1	General .....	246
19.2	Transceiver 5 Mbit/s, optical medium .....	246
19.3	Topology 5 Mbit/s, optical medium .....	247
19.4	Trunk fiber 5 Mbit/s, optical medium .....	247
19.5	Trunk connectors 5 Mbit/s, optical medium .....	248
19.6	Fiber specifications 5 Mbit/s, optical medium .....	248
20	Type 2: Medium attachment unit: network access port (NAP) .....	251
20.1	General .....	251
20.2	Signaling .....	252
20.3	Transceiver .....	253
20.4	Connector .....	253
20.5	Cable .....	253
21	Type 3: Medium attachment unit: synchronous transmission, 31,25 kbit/s, voltage mode, wire medium .....	254
21.1	General .....	254
21.2	Transmitted bit rate .....	255
21.3	Network specifications .....	255
21.3.1	Components .....	255
21.3.2	Topologies .....	256
21.3.3	Network configuration rules .....	256
21.3.4	Power distribution rules for network configuration .....	258
21.4	Transmit circuit specification for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU .....	258
21.4.1	Summary .....	258
21.4.2	Test configuration .....	258
21.4.3	Impedance .....	258
21.4.4	Symmetry .....	259
21.4.5	Output level requirements .....	261
21.4.6	Output timing requirements .....	261
21.4.7	Signal polarity .....	261
21.5	Receive circuit specification for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU .....	261

21.6	Jabber inhibit .....	261
21.7	Power distribution.....	261
21.7.1	General .....	261
21.7.2	Supply voltage.....	262
21.7.3	Powered via signal conductors .....	262
21.7.4	Electrical isolation .....	263
21.8	Medium specifications .....	264
21.8.1	Connector.....	264
21.8.2	Standard test cable .....	264
21.8.3	Coupler .....	264
21.8.4	Splices .....	264
21.8.5	Terminator.....	264
21.8.6	Shielding rules.....	265
21.8.7	Grounding rules.....	265
21.8.8	Cable colours .....	265
21.9	Intrinsic safety.....	265
21.9.1	General .....	265
21.9.2	Intrinsic safety barrier.....	265
21.9.3	Barrier and terminator placement.....	266
21.10	Galvanic Isolators.....	266
21.11	Coupling elements.....	266
21.11.1	General .....	266
21.11.2	MBP-IS repeater.....	266
21.11.3	MBP-IS – RS 485 signal coupler.....	267
21.12	Power supply.....	268
21.12.1	General .....	268
21.12.2	Non-intrinsically safe power supply.....	269
21.12.3	Intrinsically safe power supply .....	269
21.12.4	Power supply of the category "ib" .....	270
21.12.5	Power supply in category "ia" .....	270
21.12.6	Reverse powering.....	271
22	Type 3: Medium attachment unit: asynchronous transmission, wire medium .....	272
22.1	Medium attachment unit for non intrinsic safety .....	272
22.1.1	Characteristics .....	272
22.1.2	Medium specifications .....	274
22.1.3	Transmission method .....	277
22.2	Medium attachment unit for intrinsic safety.....	277
22.2.1	Characteristics .....	277
22.2.2	Medium specifications .....	279
22.2.3	Transmission method .....	281
22.2.4	Intrinsic safety.....	285
23	Type 3: Medium attachment unit: asynchronous transmission, optical medium .....	288
23.1	Characteristic features of optical data transmission .....	288
23.2	Basic characteristics of an optical data transmission medium.....	289
23.3	Optical network .....	290
23.4	Standard optical link.....	290
23.5	Network structures built from a combination of standard optical links .....	291
23.6	Bit coding .....	291
23.7	Optical signal level .....	291

23.7.1	General .....	291
23.7.2	Characteristics of optical transmitters .....	291
23.7.3	Characteristics of optical receivers .....	293
23.8	Temporal signal distortion .....	294
23.8.1	General .....	294
23.8.2	Signal shape at the electrical input of the optical transmitter.....	295
23.8.3	Signal distortion due to the optical transmitter .....	295
23.8.4	Signal distortion due to the optical receiver .....	296
23.8.5	Signal influence due to coupling components .....	297
23.8.6	Chaining standard optical links .....	297
23.9	Bit error rate .....	298
23.10	Connectors for fiber optic cable .....	298
23.11	Redundancy in optical transmission networks.....	298
24	Type 4: Medium attachment unit: RS-485 .....	298
24.1	General .....	298
24.2	Overview of the services .....	298
24.3	Description of the services .....	299
24.3.1	Transmit signal (TxS) .....	299
24.3.2	Transmit enable (TxE) .....	299
24.3.3	Receive signal (RxS) .....	299
24.4	Network.....	299
24.4.1	General .....	299
24.4.2	Topology .....	299
24.5	Electrical specification.....	299
24.6	Time response .....	299
24.7	Interface to the transmission medium .....	299
24.8	Specification of the transmission medium .....	300
24.8.1	Cable connectors.....	300
24.8.2	Cable.....	300
25	<i>Void</i> .....	300
26	<i>Void</i> .....	300
27	Type 8: Medium attachment unit: twisted-pair wire medium .....	300
27.1	MAU signals .....	300
27.2	Transmission bit rate dependent quantities.....	301
27.3	Network.....	301
27.3.1	General .....	301
27.3.2	Topology .....	302
27.4	Electrical specification.....	302
27.5	Time response .....	302
27.6	Interface to the transmission medium .....	302
27.6.1	General .....	302
27.6.2	Incoming interface .....	302
27.6.3	Outgoing interface .....	303
27.7	Specification of the transmission medium .....	303
27.7.1	Cable connectors.....	303
27.7.2	Cable.....	303
27.7.3	Terminal resistor .....	305
28	Type 8: Medium attachment unit: optical media .....	305

28.1	General .....	305
28.2	Transmission bit rate dependent quantities .....	306
28.3	Network topology .....	306
28.4	Transmit circuit specifications .....	307
	28.4.1 Data encoding rules .....	307
	28.4.2 Test configuration .....	307
	28.4.3 Output level specification .....	307
	28.4.4 Output timing specification .....	308
28.5	Receive circuit specifications .....	308
	28.5.1 Decoding rules .....	308
	28.5.2 Fiber optic receiver operating range .....	308
	28.5.3 Maximum received bit cell jitter .....	308
28.6	Specification of the transmission medium .....	309
	28.6.1 Connector .....	309
	28.6.2 Fiber optic cable specification: polymer optical fiber cable .....	309
	28.6.3 Fiber optic cable specification: plastic clad silica fiber cable .....	311
	28.6.4 Standard test fiber .....	312
29	Type 12: Medium attachment unit: electrical medium .....	312
	29.1 Electrical characteristics .....	312
	29.2 Medium specifications .....	313
	29.2.1 Connector .....	313
	29.2.2 Wire .....	313
	29.3 Transmission method .....	313
	29.3.1 Bit coding .....	313
	29.3.2 Representation as ANSI TIA/EIA-644-A signals .....	313
30	Type 16: Medium attachment unit: optical fiber medium at 2, 4, 8 and 16 Mbit/s .....	314
	30.1 Structure of the transmission lines .....	314
	30.2 Time performance of bit transmission .....	314
	30.2.1 Introduction .....	314
	30.2.2 Master and slave in test mode .....	315
	30.2.3 Data rate .....	317
	30.2.4 Input-output performance of the slave .....	318
	30.2.5 Idealized waveform .....	321
	30.3 Connection to the optical fiber .....	321
	30.3.1 Introduction .....	321
	30.3.2 Master connection .....	322
	30.3.3 Slave connection .....	325
	30.3.4 Interactions of the connections .....	326
31	Type 18: Medium attachment unit: basic medium .....	327
	31.1 General .....	327
	31.2 Data signal encoding .....	328
	31.3 Signal loading .....	328
	31.4 Signal conveyance requirements .....	328
	31.5 Media .....	328
	31.5.1 General .....	328
	31.5.2 Topology .....	329
	31.5.3 Signal cable specifications .....	330
	31.5.4 Media termination .....	330
	31.6 Endpoint and branch trunk cable connectors .....	331

31.7	Recommended type 18-PhL-B MAU circuitry .....	331
32	Type 18: Medium attachment unit: powered medium.....	332
32.1	General .....	332
32.2	Data signal encoding .....	332
32.3	Signal loading .....	332
32.4	Signal conveyance requirements .....	332
32.5	Media .....	333
32.5.1	General .....	333
32.5.2	Topology .....	333
32.5.3	Topology requirements .....	334
32.5.4	Signal cable specifications .....	335
32.5.5	Media termination .....	335
32.6	Endpoint and branch trunk cable connectors .....	336
32.6.1	Device connector .....	336
32.6.2	Flat-cable connector .....	336
32.6.3	Round cable connector .....	336
32.6.4	Round cable alternate connector .....	336
32.6.5	T-branch coupler .....	336
32.7	Embedded power distribution .....	336
32.7.1	General .....	336
32.7.2	Power source .....	337
32.7.3	Power loading.....	337
32.8	Recommended type 18-PhL-P MAU circuitry .....	339
32.8.1	General .....	339
32.8.2	Communications element galvanic isolation .....	339
32.8.3	Power .....	339
33	Type 24: Medium attachment unit: twisted-pair wire medium .....	340
33.1	General .....	340
33.2	Network.....	340
33.2.1	Component.....	340
33.2.2	Topology .....	340
33.3	Electrical specification.....	341
33.4	Medium specifications .....	341
33.4.1	Connector.....	341
33.4.2	Cable.....	342
33.4.3	Grounding and shielding rules .....	343
33.4.4	Bus terminator .....	343
33.5	Transmission Method .....	344
33.5.1	Bit coding .....	344
33.5.2	Transceiver control .....	344
33.5.3	Transformer.....	344
33.5.4	Output level requirement .....	345
33.5.5	Interface to the transmission medium .....	345
34	Type 20: Medium attachment unit: FSK medium .....	346
34.1	Overview .....	346
34.2	PhPDU .....	347
34.2.1	PhPDU structure.....	347
34.2.2	PhPDU transmission.....	347
34.2.3	PhPDU reception.....	348

34.2.4	Preamble length .....	348
34.3	Device types .....	348
34.3.1	General .....	348
34.3.2	Impedance type .....	348
34.3.3	Connection type .....	349
34.3.4	Device parameters .....	351
34.4	Network configuration rules .....	351
34.5	Digital transmitter specification.....	352
34.5.1	Test configuration.....	352
34.5.2	Bit rate and modulation.....	353
34.5.3	Amplitude .....	353
34.5.4	Timing .....	354
34.5.5	Digital signal spectrum .....	355
34.6	Digital receiver specification.....	356
34.7	Analog signaling.....	357
34.7.1	Analog signal spectrum .....	357
34.7.2	Interference to digital signal .....	358
34.8	Device impedance.....	358
34.8.1	High impedance device.....	358
34.8.2	Low impedance device .....	359
34.8.3	Secondary device .....	359
34.9	Interference to analog and digital signals .....	359
34.9.1	Connection or disconnection of secondary device.....	359
34.9.2	Cyclic connection .....	360
34.9.3	Output during silence.....	360
34.10	Non-communicating devices .....	360
34.10.1	Network power supply .....	360
34.10.2	Barrier .....	361
34.10.3	Miscellaneous hardware .....	363
Annex A	(normative) Type 1: Connector specification .....	365
Annex B	(informative) Types 1 and 3: Cable specifications and trunk and spur lengths for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU .....	373
Annex C	(informative) Types 1 and 7: Optical passive stars.....	375
Annex D	(informative) Types 1 and 7: Star topology .....	376
Annex E	(informative) Type 1: Alternate fibers .....	380
Annex F	(normative) Type 2: Connector specification .....	381
Annex G	(normative) Type 2: Repeater machine sublayers (RM, RRM) and redundant PhLs.....	384
Annex H	(informative) Type 2: Reference design examples.....	395
Annex I	(normative) Type 3: Connector specification.....	401
Annex J	(normative) Type 3: Redundancy of PhL and medium.....	408
Annex K	(normative) Type 3: Optical network topology .....	409
Annex L	(informative) Type 3: Reference design examples for asynchronous transmission, wire medium, intrinsically safe.....	418
Annex M	(normative) Type 8: Connector specification.....	421
Annex N	(normative) Type 16: Connector specification .....	426
Annex O	(normative) Type 16: Optical network topology .....	427
Annex P	(informative) Type 16: Reference design example.....	432



Annex Q (normative) Type 18: Connector specification .....	436
Annex R (normative) Type 18: Media cable specifications.....	441
Annex S (normative) Type 24: Connector specification .....	445
Annex T (informative) Type 20: Network topology, cable characteristics and lengths, power distribution through barriers, and shielding and grounding .....	448
Bibliography.....	470
Figure 1 – General model of physical layer .....	32
Figure 2 – Mapping between data units across the DLL – PhL interface.....	78
Figure 3 – Data service for asynchronous transmission.....	83
Figure 4 – Interactions for a data sequence of a master: identification cycle .....	88
Figure 5 – Interactions for a data sequence of a master: data cycle .....	89
Figure 6 – Interactions for a data sequence of a slave: identification cycle.....	90
Figure 7 – Interactions for a data sequence of a slave: data cycle .....	91
Figure 8 – Interactions for a check sequence of a master .....	92
Figure 9 – Interactions for a check sequence of a slave .....	93
Figure 10 – Physical layer data service sequences .....	100
Figure 11 – Reset, Set-value, Get-value .....	105
Figure 12 – Event service .....	105
Figure 13 – Interface between PhL and PNM1 in the layer model.....	110
Figure 14 – Reset, Set-value, Get-value PhL services .....	111
Figure 15 – Event PhL service .....	112
Figure 16 – Allocation of the interface number .....	113
Figure 17 – Configuration of a master .....	118
Figure 18 – Configuration of a slave with an alternative type of transmission .....	118
Figure 19 – Configuration of a bus coupler with an alternative type of transmission .....	118
Figure 20 – DTE/DCE sequencing machines.....	124
Figure 21 – State transitions with the ID cycle request service.....	133
Figure 22 – MIS-MDS interface: identification cycle request service.....	134
Figure 23 – MIS-MDS interface: identification cycle request service.....	135
Figure 24 – State transitions with the data cycle request service .....	135
Figure 25 – MIS-MDS interface: data cycle request service .....	136
Figure 26 – State transitions with the data sequence classification service .....	136
Figure 27 – Protocol machine for the message transmission service.....	137
Figure 28 – Protocol machine for the data sequence identification service .....	138
Figure 29 – Protocol machine for the message receipt service .....	139
Figure 30 – Protocol data unit (PhPDU) .....	141
Figure 31 – PhSDU encoding and decoding.....	141
Figure 32 – Manchester encoding rules .....	141
Figure 33 – Preamble and delimiters.....	143
Figure 34 – Manchester coded symbols .....	145
Figure 35 – PhPDU format, half duplex .....	146
Figure 36 – PhPDU format, full duplex .....	148

Figure 37 – Data sequence PhPDU.....	151
Figure 38 – Structure of the header in a data sequence PhPDU.....	151
Figure 39 – Check sequence PhPDU.....	152
Figure 40 – Structure of a headers in a check sequence PhPDU.....	152
Figure 41 – Structure of the status PhPDU.....	153
Figure 42 – Structure of the header in a status PhPDU.....	153
Figure 43 – Structure of the medium activity status PhPDU.....	154
Figure 44 – Structure of the header in a medium activity status PhPDU.....	154
Figure 45 – Reset PhPDU.....	155
Figure 46 – Configuration of a master.....	156
Figure 47 – Configuration of a slave.....	157
Figure 48 – Configuration of a bus coupler.....	157
Figure 49 – Protocol data unit.....	157
Figure 50 – PhSDU encoding and decoding.....	158
Figure 51 – Manchester encoding rules.....	158
Figure 52 – Example of an NRZI-coded signal.....	160
Figure 53 – Fill signal.....	161
Figure 54 – Manchester coded symbols.....	162
Figure 55 – Jitter tolerance.....	169
Figure 56 – Transmit circuit test configuration.....	176
Figure 57 – Output waveform.....	176
Figure 58 – Transmitted and received bit cell jitter (zero crossing point deviation).....	177
Figure 59 – Signal polarity.....	179
Figure 60 – Receiver sensitivity and noise rejection.....	180
Figure 61 – Power supply ripple and noise.....	183
Figure 62 – Fieldbus coupler.....	185
Figure 63 – Transition from receiving to transmitting.....	192
Figure 64 – Power supply ripple and noise.....	196
Figure 65 – Test circuit for single-output power supplies.....	197
Figure 66 – Test circuit for power distribution through an IS barrier.....	198
Figure 67 – Test circuit for multiple output supplies with signal coupling.....	199
Figure 68 – Fieldbus coupler.....	201
Figure 69 – Protection resistors.....	202
Figure 70 – Test configuration for current-mode MAU.....	208
Figure 71 – Transmitted and received bit cell jitter (zero crossing point deviation).....	209
Figure 72 – Noise test circuit for current-mode MAU.....	211
Figure 73 – Transmitted and received bit cell jitter (zero crossing point deviation).....	219
Figure 74 – Power supply harmonic distortion and noise.....	222
Figure 75 – Optical wave shape template.....	227
Figure 76 – Components of 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire PhL variant.....	235
Figure 77 – Coaxial wire MAU block diagram.....	235
Figure 78 – Coaxial wire MAU transmitter.....	236
Figure 79 – Coaxial wire MAU receiver operation.....	237

Figure 80 – Coaxial wire MAU transmit mask .....	238
Figure 81 – Coaxial wire MAU receive mask .....	239
Figure 82 – Transformer symbol .....	240
Figure 83 – 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire topology example .....	242
Figure 84 – Coaxial wire medium topology limits .....	243
Figure 85 – Coaxial wire medium tap electrical characteristics .....	244
Figure 86 – MAU block diagram 5 Mbit/s, optical fiber medium .....	247
Figure 87 – NAP reference model .....	251
Figure 88 – Example of transient and permanent nodes .....	252
Figure 89 – NAP transceiver .....	253
Figure 90 – NAP cable .....	254
Figure 91 – Circuit diagram of the principle of measuring impedance .....	259
Figure 92 – Definition of CMRR .....	260
Figure 93 – Block circuit diagram of the principle of measuring CMRR .....	260
Figure 94 – Power supply ripple and noise .....	263
Figure 95 – Output characteristic curve of a power supply of the category EEx ib .....	270
Figure 96 – Output characteristic curve of a power supply of the category EEx ia .....	270
Figure 97 – Repeater in linear bus topology .....	273
Figure 98 – Repeater in tree topology .....	274
Figure 99 – Example for a connector with integrated inductance .....	275
Figure 100 – Interconnecting wiring .....	276
Figure 101 – Bus terminator .....	277
Figure 102 – Linear structure of an intrinsically safe segment .....	278
Figure 103 – Topology example extended by repeaters .....	279
Figure 104 – Bus terminator .....	281
Figure 105 – Waveform of the differential voltage .....	282
Figure 106 – Test set-up for the measurement of the idle level for devices with an integrated termination resistor .....	284
Figure 107 – Test set-up for the measurement of the idle level for devices with a connectable termination resistor .....	284
Figure 108 – Test set-up for measurement of the transmission levels .....	285
Figure 109 – Test set-up for the measurement of the receiving levels .....	285
Figure 110 – Fieldbus model for intrinsic safety .....	286
Figure 111 – Communication device model for intrinsic safety .....	287
Figure 112 – Connection to the optical network .....	289
Figure 113 – Principle structure of optical networking .....	290
Figure 114 – Definition of the standard optical link .....	291
Figure 115 – Signal template for the optical transmitter .....	296
Figure 116 – Recommended interface circuit .....	300
Figure 117 – MAU of an outgoing interface .....	301
Figure 118 – MAU of an incoming interface .....	301
Figure 119 – Remote bus link .....	302
Figure 120 – Interface to the transmission medium .....	302
Figure 121 – Wiring .....	305

Figure 122 – Terminal resistor network .....	305
Figure 123 – Fiber optic remote bus cable .....	306
Figure 124 – Optical fiber remote bus link .....	306
Figure 125 – Optical wave shape template optical MAU .....	308
Figure 126 – Optical transmission line .....	314
Figure 127 – Optical signal envelope .....	316
Figure 128 – Display of jitter ( $J_{noise}$ ).....	317
Figure 129 – Input-output performance of a slave .....	319
Figure 130 – Functions of a master connection .....	322
Figure 131 – Valid transmitting signals during the transition from fill signal to telegram delimiters .....	324
Figure 132 – Valid transmitting signals during the transition from telegram delimiter to fill signal .....	325
Figure 133 – Functions of a slave connection .....	326
Figure 134 – Network with two slaves .....	327
Figure 135 – Minimum interconnecting wiring.....	328
Figure 136 – Dedicated cable topology .....	329
Figure 137 – T-branch topology .....	329
Figure 138 – Communication element isolation .....	331
Figure 139 – Communication element and I/O isolation.....	331
Figure 140 – Minimum interconnecting wiring.....	333
Figure 141 – Flat cable topology.....	333
Figure 142 – Dedicated cable topology .....	334
Figure 143 – T-branch topology .....	334
Figure 144 – Type 18-PhL-P power distribution.....	337
Figure 145 – Type 18-PhL-P power distribution.....	337
Figure 146 – Type 18-PhL-P power supply filtering and protection .....	338
Figure 147 – Communication element isolation .....	339
Figure 148 – Communication element and i/o isolation .....	339
Figure 149 – PhL-P power supply circuit.....	340
Figure 150 – Expanded type-24 network using repeater.....	341
Figure 151 – Connector with inductor.....	341
Figure 152 – Cable structure.....	342
Figure 153 – Interconnecting wiring .....	343
Figure 154 – Bus terminator.....	343
Figure 155 – Eye pattern .....	344
Figure 156 – Transformer symbol .....	345
Figure 157 – Recommended MAU circuit .....	346
Figure 158 – Phase-continuous Frequency-Shift-Keying .....	346
Figure 159 – PhPDU Structure.....	347
Figure 160 – Character format .....	347
Figure 161 – Transmit test configuration .....	352
Figure 162 – Transmit waveform.....	353
Figure 163 – Carrier start time .....	355

Figure 164 – Carrier stop time .....	355
Figure 165 – Carrier decay time.....	355
Figure 166 – Digital signal spectrum .....	356
Figure 167 – Digital receiver interference.....	357
Figure 168 – Analog signal spectrum .....	358
Figure 169 – Output during silence .....	360
Figure 170 – Network power supply ripple.....	361
Figure 171 – Barrier test circuit A .....	362
Figure 172 – Barrier test circuit B .....	362
Figure 173 – Barrier test circuit C .....	363
Figure A.1 – Internal fieldbus connector.....	365
Figure A.2 – Contact designations for the external connector for harsh industrial environments.....	367
Figure A.3 – External fieldbus connector keyways, keys, and bayonet pins and grooves.....	367
Figure A.4 – External fieldbus connector intermateability dimensions.....	368
Figure A.5 – External fieldbus connector contact arrangement.....	369
Figure A.6 – Contact designations for the external connector for typical industrial environments.....	370
Figure A.7 – External fixed (device) side connector for typical industrial environments: dimensions .....	370
Figure A.8 – External free (cable) side connector for typical industrial environments: dimensions .....	371
Figure A.9 – Optical connector for typical industrial environments (FC connector) .....	371
Figure A.10 – Optical connector for typical industrial environments (ST connector).....	372
Figure C.1 – Example of an optical passive reflective star .....	375
Figure C.2 – Example of an optical passive transmissive star.....	375
Figure D.1 – Example of star topology with 31,25 kbit/s, single fiber mode, optical MAU.....	376
Figure D.2 – Multi-star topology with an optical MAU .....	376
Figure D.3 – Example of mixture between wire and optical media for 31,25 kbit/s .....	378
Figure D.4 – Example of mixture between wire and optical media .....	379
Figure F.1 – Pin connector for short range optical medium.....	382
Figure F.2 – Crimp ring for short range optical medium.....	382
Figure G.1 – PhL repeater device reference model .....	384
Figure G.2 – Reference model for redundancy.....	387
Figure G.3 – Block diagram showing redundant coaxial medium and NAP .....	388
Figure G.4 – Block diagram showing ring repeaters .....	389
Figure G.5 – Segmentation query .....	390
Figure G.6 – Segmentation response.....	390
Figure G.7 – Main switch state machine.....	392
Figure G.8 – Port 1 sees network activity first .....	393
Figure G.9 – Port 2 sees network activity first .....	394
Figure H.1 – Coaxial wire MAU RXDATA detector .....	396
Figure H.2 – Coaxial wire MAU RXCARRIER detection.....	397
Figure H.3 – Redundant coaxial wire MAU transceiver.....	397

Figure H.4 – Single channel coaxial wire MAU transceiver .....	398
Figure H.5 – Coaxial wire medium tap .....	399
Figure H.6 – Non-isolated NAP transceiver .....	400
Figure H.7 – Isolated NAP transceiver .....	400
Figure I.1 – Schematic of the station coupler .....	401
Figure I.2 – Pin assignment of the male and female connectors IEC 60947-5-2 (A coding) .....	402
Figure I.3 – Connector pinout, front view of male and back view of female respectively .....	403
Figure I.4 – Connector pinout, front view of female M12 connector .....	405
Figure I.5 – Connector pinout, front view of male M12 connector .....	405
Figure I.6 – M12 Tee .....	406
Figure I.7 – M12 Bus termination .....	407
Figure J.1 – Redundancy of PhL MAU and Medium .....	408
Figure K.1 – Optical MAU in a network with echo .....	409
Figure K.2 – Optical MAU in a network without echo .....	410
Figure K.3 – Optical MAU with echo via internal electrical feedback of the receive signal.....	410
Figure K.4 – Optical MAU without echo function.....	411
Figure K.5 – Optical network with star topology .....	411
Figure K.6 – Optical network with ring topology .....	412
Figure K.7 – Optical network with bus topology .....	412
Figure K.8 – Tree structure built from a combination of star structures.....	413
Figure K.9 – Application example for an ANSI TIA/EIA-485-A / fiber optic converter .....	413
Figure L.1 – Bus termination integrated in the communication device .....	418
Figure L.2 – Bus termination in the connector .....	419
Figure L.3 – External bus termination.....	419
Figure M.1 – Outgoing interface 9-position female subminiature D connector at the device.....	421
Figure M.2 – Incoming interface 9-position male subminiature D connector at the device.....	421
Figure M.3 – Terminal connector at the device.....	421
Figure M.4 – Ferrule of an optical F-SMA connector for polymer optical fiber (980/1 000 μm) .....	422
Figure M.5 – Type 8 fiber optic hybrid connector housing .....	423
Figure M.6 – Type 8 fiber optic hybrid connector assignment .....	424
Figure O.1 – Topology .....	427
Figure O.2 – Structure of a single-core cable (example).....	430
Figure O.3 – Optical power levels .....	431
Figure P.1 – Example of an implemented DPLL .....	433
Figure P.2 – DPLL status diagram .....	434
Figure P.3 – DPLL timing .....	434
Figure Q.1 – PhL-P device connector r-a .....	436
Figure Q.2 – PhL-P device connector straight.....	437
Figure Q.3 – PhL-P flat cable connector and terminal cover – body and connector .....	437
Figure Q.4 – PhL-P flat cable connector and terminal cover – terminal cover.....	438

Figure Q.5 – Type 18-PhL-P round cable connector body .....	438
Figure Q.6 – Type 18-PhL-P round cable connector terminal cover .....	439
Figure Q.7 – Type 18-PhL-P round cable alternate connector and body .....	439
Figure Q.8 – Type 18-PhL-P round cable alternate connector terminal cover .....	440
Figure R.1 – PhL-B cable cross section twisted drain.....	441
Figure R.2 – PhL-B cable cross section non-twisted drain.....	442
Figure R.3 – PhL-P flat cable cross section – with key .....	443
Figure R.4 – PhL-P flat cable cross section – without key .....	443
Figure R.5 – PhL-P flat cable polarity marking .....	443
Figure R.6 – Round cable – preferred; cross section.....	444
Figure R.7 – Round cable – alternate; cross-section .....	444
Figure S.1 – Type 24-1 device connector dimensions (1 row) .....	445
Figure S.2 – Type 24-1 device connector dimensions (2 rows).....	446
Figure S.3 – Type 24-1 cable connector dimensions .....	446
Figure S.4 – Type 24-2 device connector dimensions .....	447
Figure S.5 – Type 24-2 cable connector dimensions .....	447
Figure T.1 – Point-to-point current input network .....	448
Figure T.2 – Point-to-point current output network .....	449
Figure T.3 – Multi-drop network .....	450
Figure T.4 – Multi-drop network with analog signaling.....	451
Figure T.5 – Series connected network 1 .....	452
Figure T.6 – Series connected network 2 .....	453
Figure T.7 – Cable length for single slave device network.....	455
Figure T.8 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=1\ 000$ .....	456
Figure T.9 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=2\ 000$ .....	456
Figure T.10 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=5\ 000$ .....	457
Figure T.11 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=10\ 000$ .....	457
Figure T.12 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=1\ 000$ , 100 $\Omega$ series resistance .....	458
Figure T.13 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=1\ 000$ , 200 $\Omega$ series resistance .....	458
Figure T.14 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=1\ 000$ , 300 $\Omega$ series resistance .....	459
Figure T.15 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=1\ 000$ , 400 $\Omega$ series resistance .....	459
Figure T.16 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=2\ 000$ , 100 $\Omega$ series resistance .....	460
Figure T.17 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=2\ 000$ , 200 $\Omega$ series resistance .....	460
Figure T.18 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=2\ 000$ , 300 $\Omega$ series resistance .....	461
Figure T.19 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=2\ 000$ , 400 $\Omega$ series resistance .....	461
Figure T.20 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=5\ 000$ , 100 $\Omega$ series resistance .....	462
Figure T.21 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=5\ 000$ , 200 $\Omega$ series resistance .....	462
Figure T.22 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=5\ 000$ , 300 $\Omega$ series resistance .....	463
Figure T.23 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=5\ 000$ , 400 $\Omega$ series resistance .....	463
Figure T.24 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=10\ 000$ , 100 $\Omega$ series resistance .....	464
Figure T.25 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=10\ 000$ , 200 $\Omega$ series resistance .....	464
Figure T.26 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=10\ 000$ , 300 $\Omega$ series resistance .....	465
Figure T.27 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=10\ 000$ , 400 $\Omega$ series resistance .....	465

Figure T.28 – Network power supply connections .....	468
Figure T.29 – Grounding and shielding .....	469
Table 1 – Data encoding rules .....	81
Table 2 – Ph-STATUS indication truth table .....	82
Table 3 – Jabber indications .....	82
Table 4 – Primitives and parameters in DLL-PhL interface .....	98
Table 5 – PH-START primitives and parameters .....	100
Table 6 – PH-DATA primitives and parameters.....	101
Table 7 – Parameter names and values for Ph-SET-VALUE request .....	102
Table 8 – Parameter names for Ph-EVENT indication.....	103
Table 9 – Summary of Ph-management services and primitives .....	105
Table 10 – Reset primitives and parameters .....	106
Table 11 – Values of PhM-Status for the Reset service.....	106
Table 12 – Set value primitives and parameters.....	106
Table 13 – Mandatory PhE-variables .....	107
Table 14 – Permissible values of PhE-variables.....	107
Table 15 – Values of PhM-Status for the set-value service.....	107
Table 16 – Get value primitives and parameters .....	108
Table 17 – Current values of PhE-variables .....	108
Table 18 – Values of PhM-Status for the get value service.....	108
Table 19 – Event primitive and parameters .....	109
Table 20 – New values of PhE-variables .....	109
Table 21 – Parameter names and values for management.....	110
Table 22 – PH-RESET .....	112
Table 23 – Ph-SET-VALUE .....	112
Table 24 – PhL variables .....	113
Table 25 – Ph-GET-VALUE .....	114
Table 26 – Ph-EVENT .....	114
Table 27 – PhL events .....	115
Table 28 – Parameter names and values for Ph-SET-VALUE request.....	116
Table 29 – Signals at DTE – DCE interface.....	121
Table 30 – Signal levels for an exposed DTE – DCE interface .....	121
Table 31 – MDS bus reset .....	132
Table 32 – Signals at the MIS-MDS interface.....	132
Table 33 – Manchester encoding rules.....	142
Table 34 – MDS timing characteristics .....	144
Table 35 – MDS data encoding rules .....	145
Table 36 – SL bit and TxSL signal assignment.....	152
Table 37 – SL bit and RxSL signal assignment .....	152
Table 38 – SL bit and TxSL signal assignment.....	153
Table 39 – SL bit and RxSL signal assignment .....	153
Table 40 – SL bit and TxSL signal assignment.....	154



Table 41 – SL bit and RxSL signal assignment .....	154
Table 42 – Coding and decoding rules .....	155
Table 43 – Decoding rules for the idle states .....	155
Table 44 – Coding rules for the reset PhPDU.....	156
Table 45 – Decoding rules of the reset PhPDU .....	156
Table 46 – Manchester encoding rules.....	158
Table 47 – MDS timing characteristics .....	162
Table 48 – MDS data encoding rules .....	162
Table 49 – Minimum services at MDS – MAU interface .....	163
Table 50 – Signal levels for an exposed MDS – MAU interface .....	164
Table 51 – MDS-MAU interface definitions: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire .....	165
Table 52 – MDS – MAU interface 5 Mbit/s, optical fiber medium .....	166
Table 53 – Services of the MDS-MAU interface.....	167
Table 54 – Minimum services at MAU interface.....	169
Table 55 – Signal levels for an exposed MAU interface.....	170
Table 56 – Minimum services of the MDS-MAU interface .....	170
Table 57 – Signal levels for an exposed MDS – MAU interface ( $V_{DD}=5V$ ) .....	171
Table 58 – Bit-rate-dependent quantities of voltage-mode networks.....	172
Table 59 – MAU transmit level specification summary.....	175
Table 60 – MAU transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s operation .....	175
Table 61 – MAU transmit timing specification summary for $\geq 1$ Mbit/s operation.....	175
Table 62 – MAU receive circuit specification summary.....	179
Table 63 – Network powered device characteristics .....	182
Table 64 – Network power supply requirements .....	182
Table 65 – Test cable attenuation limits.....	184
Table 66 – Recommended color coding of cables in North America .....	186
Table 67 – MAU transmit level specification summary.....	190
Table 68 – MAU transmit timing specification summary.....	190
Table 69 – MAU receive circuit specification summary.....	193
Table 70 – Network powered device characteristics .....	195
Table 71 – Network power supply requirements .....	195
Table 72 – Type 3 cable color specification.....	204
Table 73 – MAU transmit level specification summary.....	207
Table 74 – MAU transmit timing specification summary.....	208
Table 75 – Receive circuit specification summary .....	210
Table 76 – Network power supply requirements .....	212
Table 77 – Transmit level specification summary for current-mode MAU.....	218
Table 78 – Transmit timing specification summary for current-mode MAU.....	218
Table 79 – Receive circuit specification summary for current-mode MAU.....	220
Table 80 – Network power supply requirements .....	221
Table 81 – Bit-rate-dependent quantities of high-speed ( $\geq 1$ Mbit/s) dual-fiber networks .....	224
Table 82 – Transmit level and spectral specification summary .....	226
Table 83 – Transmit timing specification summary .....	226

Table 84 – Receive circuit specification summary .....	227
Table 85 – Transmit and receive level and spectral specifications for an optical active star .....	230
Table 86 – Timing characteristics of an optical active star.....	231
Table 87 – Transmit level and spectral specification summary .....	232
Table 88 – Transmit and receive level and spectral specifications for an optical active star .....	234
Table 89 – Transmit control line definitions 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire .....	236
Table 90 – Receiver data output definitions: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire.....	237
Table 91 – Receiver carrier output definitions: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire.....	237
Table 92 – Coaxial wire medium interface – transmit specifications .....	238
Table 93 – Coaxial wire medium interface – receive.....	239
Table 94 – Coaxial wire medium interface – general .....	240
Table 95 – 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire transformer electrical specifications .....	241
Table 96 – Coaxial spur cable specifications.....	245
Table 97 – Coaxial trunk cable specifications.....	245
Table 98 – Transmit control line definitions 5 Mbit/s, optical fiber medium .....	247
Table 99 – Fiber medium interface 5,0 Mbit/s, optical .....	247
Table 100 – Fiber signal specification 5 Mbit/s, optical medium, short range.....	248
Table 101 – Fiber signal specification 5 Mbit/s, optical medium, medium range .....	249
Table 102 – Fiber signal specification 5 Mbit/s, optical medium, long range .....	250
Table 103 – NAP requirements .....	252
Table 104 – Mixing devices from different categories .....	255
Table 105 – Input Impedances of bus interfaces and power supplies .....	258
Table 106 – Required CMRR .....	261
Table 107 – Network powered device characteristics for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU .....	261
Table 108 – Network power supply requirements for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU .....	262
Table 109 – Electrical characteristics of fieldbus interfaces .....	267
Table 110 – Electrical characteristics of power supplies.....	268
Table 111 – Characteristics for non intrinsic safety .....	272
Table 112 – Characteristics using repeaters .....	273
Table 113 – Cable specifications .....	275
Table 114 – Maximum cable length for the different transmission speeds .....	275
Table 115 – Characteristics for intrinsic safety.....	278
Table 116 – Cable specification (function- and safety-related) .....	280
Table 117 – Maximum cable length for the different transmission speeds .....	280
Table 118 – Electrical characteristics of the intrinsically safe interface .....	283
Table 119 – Maximum safety values .....	288
Table 120 – Characteristic features .....	289
Table 121 – Characteristics of optical transmitters for multi-mode glass fiber.....	292
Table 122 – Characteristics of optical transmitters for single-mode glass fiber.....	292
Table 123 – Characteristics of optical transmitters for plastic fiber.....	293

Table 124 – Characteristics of optical transmitters for 200/230 μm glass fiber .....	293
Table 125 – Characteristics of optical receivers for multi-mode glass fiber .....	294
Table 126 – Characteristics of optical receivers for single-mode glass fiber .....	294
Table 127 – Characteristics of optical receivers for plastic fiber .....	294
Table 128 – Characteristics of optical receivers for 200/230 μm glass fiber.....	294
Table 129 – Permissible signal distortion at the electrical input of the optical transmitter .....	295
Table 130 – Permissible signal distortion due to the optical transmitter.....	296
Table 131 – Permissible signal distortion due to the optical receiver.....	297
Table 132 – Permissible signal influence due to internal electronic circuits of a coupling component.....	297
Table 133 – Maximum chaining of standard optical links without retiming .....	298
Table 134 – Services of the MDS-MAU interface, RS-485, Type 4 .....	299
Table 135 – Bit rate dependent quantities twisted pair wire medium MAU .....	301
Table 136 – Incoming interface signals .....	303
Table 137 – Outgoing interface signals .....	303
Table 138 – Remote bus cable characteristics .....	304
Table 139 – Bit rate dependent quantities optical MAU .....	306
Table 140 – Remote bus fiber optic cable length.....	307
Table 141 – Encoding rules .....	307
Table 142 – Transmit level and spectral specification summary for an optical MAU.....	307
Table 143 – Optical MAU receive circuit specification summary .....	309
Table 144 – Specification of the fiber optic waveguide .....	309
Table 145 – Specification of the single fiber.....	310
Table 146 – Specification of the cable sheath and mechanical properties of the cable .....	310
Table 147 – Recommended further material properties of the cable .....	310
Table 148 – Specification of the fiber optic waveguide .....	311
Table 149 – Specification of the single fiber.....	311
Table 150 – Specification of the cable sheath and mechanical properties of the cable .....	312
Table 151 – Specification of the standard test fiber for an optical MAU .....	312
Table 152 – Transmission rate support .....	317
Table 153 – Transmission data parameters.....	318
Table 154 – Possible slave input signals.....	320
Table 155 – Possible slave output signals.....	320
Table 156 – Valid slave output signals .....	321
Table 157 – Specifications of the clock adjustment times.....	321
Table 158 – Optical signal delay in a slave .....	321
Table 159 – Basic functions of the connection .....	322
Table 160 – Pass-through topology limits.....	330
Table 161 – T-branch topology limits .....	330
Table 162 – Terminating resistor requirements .....	330
Table 163 – Pass-through topology limits.....	334
Table 164 – T-branch topology limits .....	335
Table 165 – Terminating resistor requirements – flat cable .....	336

Table 166 – Terminating resistor requirements – round cable .....	336
Table 167 – 24 V Power supply specifications .....	337
Table 168 – 24V Power consumption specifications .....	338
Table 169 – MAU summary .....	340
Table 170 – Cable specification .....	342
Table 171 – Transmitter specification .....	344
Table 172 – Receiver specification .....	344
Table 173 – Specification of transformer .....	345
Table 174 – Device parameters .....	351
Table 175 – Transmit amplitude limits .....	354
Table 176 – Digital receiver specifications .....	356
Table 177 – High impedance device characteristics .....	358
Table 178 – Low impedance device characteristics .....	359
Table 179 – Secondary device characteristics .....	359
Table 180 – Network power supply characteristics .....	361
Table 181 – Barrier characteristics .....	362
Table 182 – Miscellaneous hardware required characteristics .....	363
Table 183 – Miscellaneous hardware recommended characteristics .....	364
Table A.1 – Internal connector dimensions .....	365
Table A.2 – Contact assignments for the external connector for harsh industrial environments .....	366
Table A.3 – Contact assignments for the external connector for typical industrial environments .....	370
Table A.4 – Fixed (device) side connector dimensions .....	370
Table A.5 – Free (cable) side connector dimensions .....	371
Table A.6 – Connector dimensions .....	372
Table B.1 – Typical cable specifications .....	373
Table B.2 – Recommended maximum spur lengths versus number of communication elements .....	374
Table C.1 – Optical passive star specification summary: example .....	375
Table D.1 – Passive star topology .....	377
Table D.2 – Active star topology .....	378
Table E.1 – Alternate fibers for dual-fiber mode .....	380
Table E.2 – Alternate fibers for single-fiber mode .....	380
Table F.1 – Connector requirements .....	381
Table F.2 – NAP connector pin definition .....	383
Table H.1 – 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire receiver output definitions .....	396
Table H.2 – Coaxial wire medium toroid specification .....	399
Table I.1 – Contact assignments for the external connector for harsh industrial environments .....	401
Table I.2 – Contact designations .....	403
Table I.3 – Contact designations .....	404
Table I.4 – Contact designations .....	404
Table K.1 – Example of a link budget calculation for 62,5/125 μm multi-mode glass fiber .....	415

Table K.2 – Example of a link budget calculation for 9/125 $\mu\text{m}$ single mode glass fiber.....	416
Table K.3 – Example of a link budget calculation for 980/1 000 $\mu\text{m}$ multi-mode plastic fiber.....	416
Table K.4 – Example of a level budget calculation for 200/230 $\mu\text{m}$ multi-mode glass fiber.....	417
Table M.1 – Pin assignment of the 9-position subminiature D connector .....	421
Table M.2 – Pin assignment of the terminal connector .....	422
Table M.3 – Type 8 fiber optic hybrid connector dimensions .....	425
Table O.1 – Transmitter specifications .....	429
Table O.2 – Receiver specifications .....	429
Table O.3 – Cable specifications (example) .....	430
Table O.4 – System data of the optical transmission line at 650 nm .....	431
Table R.1 – PhL-B cable specifications .....	441
Table R.2 – PhL-P flat cable specifications .....	442
Table R.3 – PhL-P round cable specifications – preferred .....	443
Table R.4 – PhL-P round cable specifications – alternate .....	444
Table T.1 – Device and cable parameters .....	454

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

#### Part 2: Physical layer specification and service definition

#### 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 some of the associated protocol types is restricted by their 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 their respective intellectual property right holders.

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

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

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision.

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

- new Type 20 specification in 3.12, 4.1.11, 4.2.11, 5.12, Clause 34 and Annex T;
- new Type 24 specification in 3.11, 4.2.10, 5.11, 6.9, 9.12, Clause 33 and Annex S;
- Clause 17 Type 1: Medium attachment unit: radio signaling deleted due to lack of support;
- RS232 media specification for Type 4 removed, because it is not in use any more.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
65C/758A/FDIS	65C/775/RVD

Full information on the voting for the approval of this 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.

NOTE Slight variances from the directives have been allowed by the IEC Central Office to provide continuity of subclause numbering with prior editions.

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

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.**

## 0 Introduction

### 0.1 General

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.

### 0.2 Physical layer overview

The primary aim of this standard is to provide a set of rules for communication expressed in terms of the procedures to be carried out by peer Ph-entities at the time of communication.

The physical layer receives data units from the data-link Layer, encodes them, if necessary by adding communications framing information, and transmits the resulting physical signals to the transmission medium at one node. Signals are then received at one or more other node(s), decoded, if necessary by removing the communications framing information, before the data units are passed to the data-link Layer of the receiving device.

### 0.3 Document overview

This standard comprises physical layer specifications corresponding to many of the different DL-Layer protocol Types specified in IEC 61158 series.

NOTE 1 The protocol Type numbers used are consistent throughout the IEC 61158 series.

NOTE 2 Specifications for Types 1, 2, 3, 4, 8, 16, 18, 20 and 24 are included. Type 7 uses Type 1 specifications. The other Types do not use any of the specifications given in this standard.

NOTE 3 For ease of reference, Type numbers are given in clause names. This means that the specification given therein applies to this Type, but does not exclude its use for other Types.

NOTE 4 It is up to the user of this standard to select interoperating sets of provisions. Refer to IEC 61784-1 or IEC 61784-2 for standardized communication profiles based on the IEC 61158 series.

A general model of the physical layer is shown in Figure 1.

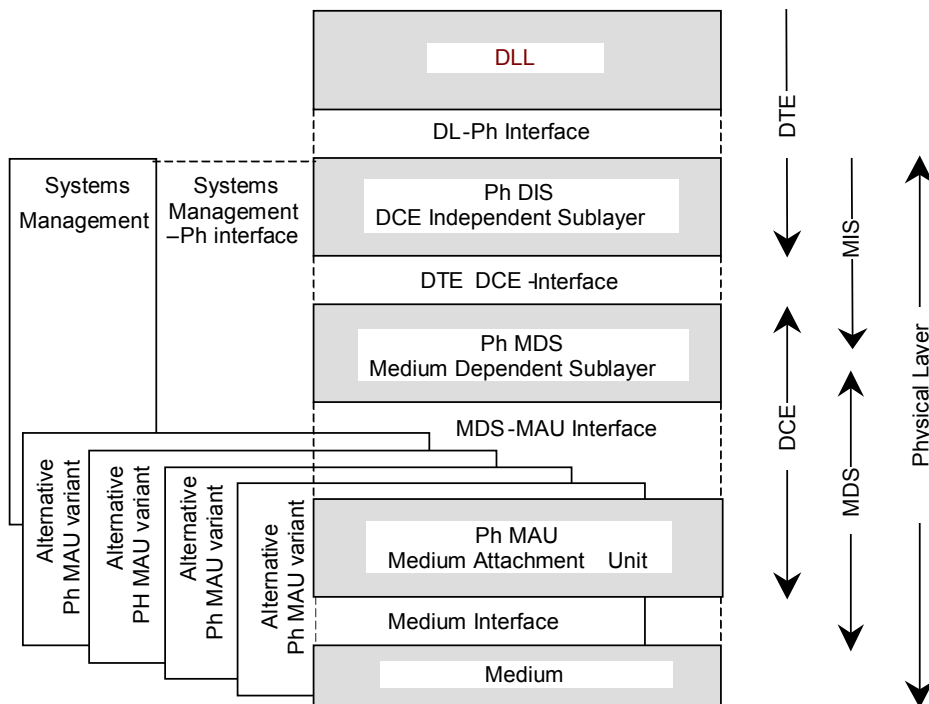


Figure 1 – General model of physical layer



NOTE 5 The protocol types use a subset of the structure elements.

NOTE 6 Since Type 8 uses a more complex DIS than the other types, it uses the term MIS to differentiate.

The common characteristics for all variants and types are as follows:

- digital data transmission;
- no separate clock transmission;
- either half-duplex communication (bi-directional but in only one direction at a time) or full-duplex communication.

## **0.4 Major physical layer variations specified in this standard**

### **0.4.1 Type 1 media**

#### **0.4.1.1 Type 1: Wire media**

For twisted-pair wire media, Type 1 specifies two modes of coupling and different signaling speeds as follows:

- a) voltage mode (parallel coupling), 150  $\Omega$ , data rates from 31,25 kbit/s to 25 Mbit/s;
- b) voltage mode (parallel coupling), 100  $\Omega$ , 31,25 kbit/s;
- c) current mode (serial coupling), 1,0 Mbit/s including two current options.

The voltage mode variations may be implemented with inductive coupling using transformers. This is not mandatory if the isolation requirements of this standard are met by other means.

The Type 1 twisted-pair (or untwisted-pair) wire medium physical layer provides the options:

- no power via the bus conductors; not intrinsically safe;
- power via the bus conductors; not intrinsically safe;
- no power via the bus conductors; intrinsically safe;
- power via the bus conductors; intrinsically safe.

#### **0.4.1.2 Type 1: Optical media**

The major variations of the Type 1 optic fiber media are as follows:

- dual fiber mode, data rates from 31,25 kbit/s to 25 Mbit/s;
- single fiber mode, 31,25 kbit/s.

### **0.4.2 Type 2: Coaxial wire and optical media**

Type 2 specifies the following variants:

- coaxial copper wire medium, 5 Mbit/s;
- optical fiber medium, 5 Mbit/s;
- network access port (NAP), a point-to-point temporary attachment mechanism that can be used for programming, configuration, diagnostics or other purposes;
- repeater machine sublayers (RM, RRM) and redundant physical layers.

### **0.4.3 Type 3: Twisted-pair wire and optical media**

Type 3 specifies the following synchronous transmission:

- a) twisted-pair wire medium, 31,25 kbit/s, voltage mode (parallel coupling) with the options:
  - power via the bus conductors: not intrinsically safe;
  - power via the bus conductors: intrinsically safe;

and the following asynchronous transmission variants:

- b) twisted-pair wire medium, up to 12 Mbit/s, ANSI TIA/EIA-485-A;
- c) optical fiber medium, up to 12 Mbit/s, with type A4a of IEC 60793-2-40 and type A3c of IEC 60793-2-30.

#### **0.4.4 Type 4: Wire medium**

Type 4 specifies wire media with the following characteristics:

- RS-485 wire medium up to 76,8 kbit/s;

#### **0.4.5 Type 8: Twisted-pair wire and optical media**

The physical layer also allows transmitting data units that have been received through a medium access by the transmission medium directly through another medium access and its transmission protocol to another device.

Type 8 specifies the following variants:

- twisted-pair wire medium, up to 16 Mbit/s;
- optical fiber medium, up to 16 Mbit/s.

The general characteristics of these transmission media are as follows:

- full-duplex transmission;
- non-return-to-zero (NRZ) coding.

The wire media type provides the following options:

- no power supply via the bus cable, not intrinsically safe;
- power supply via the bus cable and on additional conductors, not intrinsically safe.

#### **0.4.6 Type 12: Wire medium**

Type 12 specifies wire media with the following characteristics:

- LVDS wire medium up 100 Mbit/s.

#### **0.4.7 Type 16: optical media**

Type 16 specifies a synchronous transmission using optical fiber medium, at 2 Mbit/s, 4 Mbit/s, 8 Mbit/s and 16 Mbit/s.

#### **0.4.8 Type 18: Media**

##### **0.4.8.1 Type 18: Basic media**

The Type 18-PhL-B specifies a balanced transmission signal over a shielded 3-core twisted cable. Communication data rates as high as 10 Mbit/s and transmission distances as great as 1,2 km are specified.

##### **0.4.8.2 Type 18: Powered media**

The Type 18-PhL-P specifies a balanced transmission signal over a 4-core unshielded cable in both flat and round configurations with conductors specified for communications signal and network-embedded power distribution. Communication data rates as high as 2,5 Mbit/s and transmission distances as great as 500 m are specified.

#### **0.4.9 Type 20: Media**

Type 20 uses binary phase continuous Frequency Shift Keying (FSK). A relatively high frequency current is superimposed on a low-frequency analog current, which is usually in 4 mA to 20 mA range. The digital signal and analog signal share the same medium, but differ in frequency contents. The communicating devices signal with either current or voltage, and all signaling appear as voltage when sensed across low impedance. Thus digital signaling is an extension of conventional analog signaling.

The physical layer commonly uses twisted pair copper cable as its medium and provides solely digital or simultaneous digital and analog communication to distances of at least 1 500 m (ca. 5 000 feet). Maximum communication distances vary depending on network construction and environmental conditions.

#### **0.4.10 Type 24: Media**

Type 24 specifies twisted-pair wire medium at 10 Mbit/s. The general characteristics of this transmission medium are as follows;

- ANSI TIA/EIA-485-A bus interface with galvanic isolation using transformer;
- half-duplex transmission;
- Manchester coding.

#### **0.5 Patent declaration**

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of a patent concerning Type 2 given in Subclauses 5.3, 9.4, 10.4, Clauses 18 through 20, Annex F through Annex H, as follows:

US 5,396,197 Network Node TAP

This patent is held by its inventor under license to ODVA, Inc.

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of this patent right.

ODVA and the holder of this patent right 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 holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from:

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)

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

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

## INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

### Part 2: Physical layer specification and service definition

#### 1 Scope

This part of IEC 61158 specifies the requirements for fieldbus component parts. It also specifies the media and network configuration requirements necessary to ensure agreed levels of

- a) data integrity before data-link layer error checking;
- b) interoperability between devices at the physical layer.

The fieldbus physical layer conforms to layer 1 of the OSI 7-layer model as defined by ISO 7498 with the exception that, for some types, frame delimiters are in the physical layer while for other types they are in the data-link layer.

#### 2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. 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 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <<http://www.electropedia.org>>)

IEC 60079-11, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety “i”*

IEC 60079-14:2007, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

IEC 60079-25, *Explosive atmospheres – Part 25: Intrinsically safe electrical systems*

IEC 60169-17, *Radio-frequency connectors – Part 17: R.F. coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,256 in) with screw coupling – Characteristic impedance 50 ohms (Type TNC)*

IEC 60189-1:2007, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath – Part 1: General test and measuring methods*

IEC 60255-22-1:1988<sup>1</sup>, *Electrical relays – Part 22-1: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Section 1: 1 MHz burst disturbance tests*

IEC 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

---

<sup>1</sup> This publication was withdrawn.

IEC 60364-5-54, *Low voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60603-7-4, *Connectors for electronic equipment – Part 7-4: Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 250 MHz*

IEC 60754-2, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity*

IEC 60793 (all parts), *Optical fibres*

IEC 60793-2-30:2012, *Optical fibres – Part 2-30: Product specifications – Sectional specification for category A3 multimode fibres*

IEC 60793-2-40:2009, *Optical fibres – Part 2-40: Product specifications – Sectional specification for category A4 multimode fibres*

IEC 60794-1-2:2003<sup>2</sup>, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures*

IEC 60807-3, *Rectangular connectors for frequencies below 3 MHz – Part 3: Detail specification for a range of connectors with trapezoidal shaped metal shells and round contacts – Removable crimp contact types with closed crimp barrels, rear insertion/rear extraction*

IEC 60811-403, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 403: Miscellaneous tests – Ozone resistance test on cross-linked compounds*

IEC 60811-404:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 404: Miscellaneous tests – Mineral oil immersion tests for sheaths*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test (Basic EMC Publication)*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques — Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test (Basic EMC Publication)*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques — Electrical fast transient/burst immunity test (Basic EMC Publication)*

IEC 61131-2:2007, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61156-1:2007, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1: Generic specification*

IEC 61158-3-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-20: Data-link layer service definition – Type 20 elements*

IEC 61158-4-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-2: Data-link protocol specification – Type 2 elements*

---

<sup>2</sup> There exists a new edition of IEC 60794-1-2 (2013). This will be considered in the next edition of IEC 61158-2.

IEC 61158-4-3:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-3: Data-link protocol specification – Type 3 elements*

IEC 61169-8:2007, *Radio-frequency connectors – Part 8: Sectional specification – RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,256 in) with bayonet lock – Characteristic impedance 50  $\Omega$  (type BNC)*

IEC 61210:2010, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

IEC 61754-2, *Fibre optic connector interfaces – Part 2: Type BFOC/2,5 connector family*

IEC 61754-13, *Fibre optic connector interfaces – Part 13: Type FC-PC connector*

IEC 61754-22, *Fibre optic connector interfaces – Part 22: Type F-SMA connector family*

ISO/IEC 7498 (all parts), *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model*

ISO/IEC 7498-1:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model*

ISO/IEC 8482, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Twisted pair multipoint interconnections*

ISO/IEC 8802-3, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*

ISO 9314-1, *Information processing systems – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) Part 1: Token Ring Physical Layer Protocol (PHY)*

ISO/IEC 10731:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Conventions for the definition of OSI services*

ISO 4892-1, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance*

ANSI TIA/EIA-422-B, *Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital Interface Circuits*

ANSI TIA/EIA-485-A, *Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems*

ANSI TIA/EIA-644-A, *Electrical Characteristics of Low Voltage Differential Signaling (LVDS) Interface Circuits*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	501
0 Introduction .....	503
0.1 Généralités .....	503
0.2 Aperçu de la couche physique .....	503
0.3 Aperçu des documents .....	503
0.4 Principales variantes de couche physique spécifiées dans la présente norme .....	505
0.4.1 Support de Type 1 .....	505
0.4.2 Type 2: Supports à câble coaxial et optique .....	505
0.4.3 Type 3: Supports câblés et optiques à paire torsadée .....	505
0.4.4 Type 4: Support câblé .....	506
0.4.5 Type 8: Supports câblés et optiques à paire torsadée .....	506
0.4.6 Type 12: Supports câblés .....	506
0.4.7 Type 16: Supports optiques .....	506
0.4.8 Type 18: Supports .....	506
0.4.9 Type 20: Supports .....	506
0.4.10 Type 24: Supports .....	507
0.5 Déclaration de droits de propriété .....	507
1 Domaine d'application .....	508
2 Références normatives .....	508
3 Termes et définitions .....	511
3.1 Termes et définitions communs .....	511
3.2 Type 1: Termes et définitions .....	516
3.3 Type 2: Termes et définitions .....	519
3.4 Type 3: Termes et définitions .....	522
3.5 Type 4: Termes et définitions .....	525
3.6 <i>Vide</i> .....	526
3.7 Type 8: Termes et définitions .....	526
3.8 Type 12: Termes et définitions .....	529
3.9 Type 16: Termes et définitions .....	530
3.10 Type 18: Termes et définitions .....	533
3.11 Type 24: Termes et définitions .....	534
3.12 Type 20: termes et définitions .....	536
4 Symboles et abréviations .....	539
4.1 Symboles .....	539
4.1.1 Type 1: Symboles .....	539
4.1.2 Type 2: Symboles .....	540
4.1.3 Type 3: Symboles .....	541
4.1.4 Type 4: Symboles .....	541
4.1.5 <i>Vide</i> .....	541
4.1.6 Type 8: Symboles .....	541
4.1.7 Type 12: Symboles .....	542
4.1.8 Type 16: Symboles .....	542
4.1.9 Type 18: Symboles .....	543
4.1.10 Type 24: Symboles .....	543
4.1.11 Type 20: Symboles .....	543
4.2 Abréviations .....	543
4.2.1 Type 1: Abréviations .....	543

4.2.2	Type 2: Abréviations .....	545
4.2.3	Type 3: Abréviations .....	546
4.2.4	Type 4: Abréviations .....	547
4.2.5	<i>Vide</i> .....	548
4.2.6	Type 8: Abréviations .....	548
4.2.7	Type 12: Abréviations .....	549
4.2.8	Type 16: Abréviations .....	550
4.2.9	Type 18: Abréviations .....	550
4.2.10	Type 24: Abréviations .....	550
4.2.11	Type 20: Abréviations .....	551
5	Interface DLL – PhL .....	551
5.1	Généralités .....	551
5.2	Type 1: Services exigés .....	553
5.2.1	Primitives du PhS .....	553
5.2.2	Notification de caractéristiques PhS .....	554
5.2.3	Emission des Ph-user-data .....	554
5.2.4	Réception des Ph-user-data .....	554
5.3	Type 2: Services exigés .....	555
5.3.1	Généralités .....	555
5.3.2	M_symbols .....	555
5.3.3	Indication de PH-LOCK .....	555
5.3.4	Indication de PH-FRAME .....	555
5.3.5	Indication de PH-CARRIER .....	555
5.3.6	Indication de PH-DATA .....	556
5.3.7	Indication de PH-STATUS .....	556
5.3.8	Demande de PH-DATA .....	556
5.3.9	Demande de PH-FRAME .....	556
5.3.10	Indication de PH-JABBER .....	556
5.3.11	Demande de Ph-JABBER-CLEAR .....	556
5.3.12	Demande de Ph-JABBER-TYPE .....	557
5.4	Type 3: Services exigés .....	557
5.4.1	Transmission synchrone .....	557
5.4.2	Transmission asynchrone .....	557
5.5	Type 4: Services exigés .....	559
5.5.1	Généralités .....	559
5.5.2	Primitives du PhS .....	559
5.5.3	Transmission des Ph-user-data .....	560
5.6	<i>Vide</i> .....	560
5.7	Type 8: Services requis .....	561
5.7.1	Généralités .....	561
5.7.2	Primitives du PhS .....	561
5.7.3	Aperçu des interactions .....	562
5.8	Type 12: Services exigés .....	569
5.8.1	Primitives du PhS .....	569
5.8.2	Notification de Ph-CARACTERISTICS .....	570
5.8.3	Transmission des Ph-user-data .....	570
5.8.4	Réception des Ph-user-data .....	570
5.9	Type 16: Services exigés .....	571
5.9.1	Primitives du PhS .....	571



5.9.2	Transmission des Ph-user-data .....	571
5.9.3	Réception des Ph-user-data .....	572
5.10	Type 18: Services exigés .....	572
5.10.1	Généralités.....	572
5.10.2	Primitives du PhS .....	572
5.10.3	Transmission des Ph-user-data .....	573
5.10.4	Réception des Ph-user-data .....	573
5.11	Type 24: Services exigés .....	573
5.11.1	Généralités.....	573
5.11.2	DL_Symbols .....	574
5.11.3	Indication PLS_CARRIER.....	574
5.11.4	Indication PLS_SIGNAL.....	574
5.11.5	Indication PLS_DATA_VALID .....	574
5.11.6	Indication PLS_DATA .....	574
5.11.7	Demande PLS_DATA .....	575
5.12	Type 20: Services exigés .....	575
5.12.1	Fonctionnalités des services de la couche physique .....	575
5.12.2	Séquence des primitives.....	575
5.12.3	Service de PH-START .....	576
5.12.4	Service de PH-DATA .....	577
5.12.5	Service de PH-END .....	577
6	Interface Gestion systèmes – PhL .....	578
6.1	Généralités.....	578
6.2	Type 1: Gestion des systèmes– Interface PhL .....	578
6.2.1	Services exigés .....	578
6.2.2	Exigences relatives aux primitives de service .....	578
6.3	Type 3: Gestion des systèmes– Interface PhL .....	580
6.3.1	Transmission synchrone .....	580
6.3.2	Transmission asynchrone .....	580
6.4	Type 4: Gestion des systèmes– Interface PhL .....	586
6.4.1	Services exigés .....	586
6.4.2	Exigences relatives aux primitives de service .....	586
6.5	<i>Vide</i> .....	587
6.6	Type 8: Gestion des systèmes– Interface PhL .....	587
6.6.1	Fonctionnalité du PhL Management.....	587
6.6.2	Interface PhL-PNM1 .....	587
6.7	Type 12: Gestion des systèmes– Interface PhL .....	592
6.7.1	Service requis .....	592
6.7.2	Primitive de service demande de PH-RESET .....	592
6.8	Type 18: Gestion des systèmes – Interface PhL .....	592
6.8.1	Généralités.....	592
6.8.2	Services exigés .....	592
6.8.3	Exigences relatives aux primitives de service .....	592
6.9	Type 24: Gestion des systèmes– Interface PhL .....	593
7	Sous-couche indépendante du DCE (Equipement de transmission de données) (DIS) .....	593
7.1	Généralités.....	593
7.2	Type 1: DIS .....	593
7.3	Type 3: DIS .....	594

7.3.1	Transmission synchrone .....	594
7.3.2	Transmission asynchrone .....	594
7.4	<i>Vide</i> .....	594
7.5	Type 8: DIS .....	594
7.5.1	Généralités .....	594
7.5.2	Fonction .....	594
7.5.3	Transmission série .....	594
7.5.4	Couplage MDS .....	595
7.6	Type 12: DIS .....	596
8	Interface ETDD – DCE et fonctions MIS-specific .....	597
8.1	Généralités .....	597
8.2	Type 1: Interface ETDD – DCE .....	597
8.2.1	Services .....	597
8.2.2	Interfaces de signalisation .....	598
8.3	Type 3: Interface ETDD – DCE .....	609
8.3.1	Transmission synchrone .....	609
8.3.2	Transmission asynchrone .....	609
8.4	Type 8: Interface MIS – MDS .....	609
8.4.1	Généralités .....	609
8.4.2	Services .....	609
8.4.3	Signaux d'interface .....	610
8.4.4	Conversion des services en signaux d'interface .....	611
8.5	Type 12: Interface ETDD-DCE .....	619
9	Sous-couche dépendante du support (MDS) .....	620
9.1	Généralités .....	620
9.2	Type 1: MDS: Supports câblés et optiques .....	620
9.2.1	PhPDU .....	620
9.2.2	Codage et décodage .....	620
9.2.3	Détection de polarité .....	622
9.2.4	Délimiteur de début de trame .....	622
9.2.5	Délimiteur de fin de trame .....	622
9.2.6	Préambule .....	622
9.2.7	Synchronisation .....	623
9.2.8	Gap (marque d'intervalle) post-émission .....	623
9.2.9	Dérive du signal entre canaux .....	624
9.3	<i>Vide</i> .....	624
9.4	Type 2: MDS: Supports câblés et optiques .....	624
9.4.1	Précision d'horloge .....	624
9.4.2	Régénération de données .....	624
9.4.3	Règles de codage des données .....	624
9.5	Type 3: MDS: Supports câblés et optiques .....	625
9.5.1	Transmission synchrone .....	625
9.5.2	Transmission asynchrone .....	625
9.6	Type 4: MDS: Support câblé .....	625
9.6.1	Semi-duplex .....	625
9.6.2	Bidirectionnelle simultanée .....	628
9.6.3	UDP bidirectionnel simultané .....	630
9.7	<i>Vide</i> .....	631
9.8	Type 8: MDS: Supports câblés et optiques .....	631

9.8.1	Fonction .....	631
9.8.2	Formats de PhPDU .....	631
9.8.3	Etats de repos .....	637
9.8.4	PhPDU de réinitialisation .....	637
9.8.5	Couplage des MAU .....	638
9.9	Type 12: MDS: Supports câblés .....	639
9.9.1	PhPDU .....	639
9.9.2	Codage et décodage .....	640
9.9.3	Détection de polarité .....	641
9.9.4	SOF .....	641
9.9.5	EOF .....	642
9.9.6	Repos .....	642
9.9.7	Synchronisation .....	642
9.9.8	Intervalle (Gap) entre trames .....	642
9.10	Type 16: MDS: Supports optiques .....	643
9.10.1	Règles de codage des données .....	643
9.10.2	Télégrammes et caractères de remplissage .....	643
9.11	Type 18: MDS: Supports câblés .....	644
9.11.1	Vue d'ensemble .....	644
9.11.2	Emission .....	644
9.11.3	Réception .....	645
9.12	Type 24: MDS: Câble à paire torsadée .....	645
9.12.1	Généralités .....	645
9.12.2	Précision d'horloge .....	645
9.12.3	Régénération de données .....	645
9.12.4	Règles de codage des données .....	645
10	Interface MDS – MAU .....	646
10.1	Généralités .....	646
10.2	Type 1: Interface MDS – MAU: Supports câblés et optiques .....	646
10.2.1	Services .....	646
10.2.2	Spécifications de services .....	647
10.2.3	Caractéristiques des signaux .....	647
10.2.4	Mode de communication .....	648
10.2.5	Caractéristiques temporelles .....	648
10.3	<i>Vide</i> .....	648
10.4	Type 2: Interface MDS – MAU: Supports câblés et optiques .....	648
10.4.1	Interface MDS-MAU: Généralités .....	648
10.4.2	Interface MDS-MAU: support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	649
10.4.3	Support optique 5 Mbit/s d'interface MDS – MAU .....	650
10.4.4	Port d'accès au réseau (NAP) de l'interface MDS – MAU .....	650
10.5	Type 3: Interface MDS – MAU: Supports câblés et optiques .....	651
10.5.1	Transmission synchrone .....	651
10.5.2	Transmission asynchrone .....	651
10.6	Type 8: Interface MDS – MAU: Supports câblés et optiques .....	651
10.6.1	Aperçu des services .....	651
10.6.2	Description des services .....	651
10.6.3	Réponse temporelle .....	652
10.6.4	Mode de transmission .....	653

10.7	Type 18: Interface MDS – MAU: Supports câblés .....	653
10.7.1	Généralités.....	653
10.7.2	Services .....	653
10.7.3	Spécifications de services .....	653
10.7.4	Caractéristiques des signaux.....	654
10.7.5	Mode de communication.....	654
10.7.6	Caractéristiques temporelles .....	654
10.8	Type 24: Interface MDS – MAU: Support câblé à paire torsadée .....	654
10.8.1	Aperçu du service.....	654
10.8.2	Description des services.....	655
11	Types 1 et 7: Unité de liaison au support: mode tension, topologie de bus linéaire, support câblé à paire torsadée 150 Ω.....	656
11.1	Généralités.....	656
11.2	Grandeurs dépendantes du débit binaire .....	656
11.3	Spécifications du réseau .....	657
11.3.1	Composants .....	657
11.3.2	Topologies.....	657
11.3.3	Règles de configuration du réseau .....	657
11.3.4	Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau.....	659
11.4	Spécification du circuit de transmission de la MAU .....	659
11.4.1	Récapitulatif .....	659
11.4.2	Configuration d'essai de la MAU .....	660
11.4.3	Exigences de niveau de sortie de la MAU .....	661
11.4.4	Exigences de synchronisation des sorties de la MAU .....	662
11.4.5	Polarité du signal.....	664
11.5	Spécification du circuit de réception de la MAU .....	665
11.5.1	Récapitulatif .....	665
11.5.2	Impédance d'entrée .....	666
11.5.3	Sensibilité du récepteur et suppression du bruit.....	666
11.5.4	Instabilité de bit élémentaire reçu .....	666
11.5.5	Susceptibilité au brouillage et taux d'erreurs.....	667
11.6	Inhibition du bavardage .....	668
11.7	Distribution de l'alimentation.....	668
11.7.1	Vue d'ensemble.....	668
11.7.2	Tension d'alimentation.....	669
11.7.3	Alimentation par l'intermédiaire de conducteurs de signaux.....	669
11.7.4	Alimentation séparée à partir des conducteurs de signaux.....	670
11.7.5	Isolation électrique .....	670
11.8	Spécifications du support .....	671
11.8.1	Connecteur.....	671
11.8.2	Câble d'essai normalisé.....	671
11.8.3	Coupleur .....	672
11.8.4	Epissures .....	673
11.8.5	Terminateur.....	673
11.8.6	Règles de blindage.....	673
11.8.7	Règles de mise à la masse (mise à la terre) .....	673
11.8.8	Code de couleur des câbles .....	674

12	Types 1 et 3: Unité de liaison au support: 31,25 kbit/s, mode tension avec option basse puissance, topologie bus et arborescente, support câblé 100 $\Omega$ .....	674
12.1	Généralités.....	674
12.2	Débit binaire de transmission .....	675
12.3	Spécifications du réseau .....	675
12.3.1	Composants .....	675
12.3.2	Topologies.....	675
12.3.3	Règles de configuration du réseau .....	676
12.3.4	Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau .....	677
12.4	Spécification du circuit de transmission de la MAU .....	678
12.4.1	Récapitulatif .....	678
12.4.2	Configuration d'essai de la MAU .....	678
12.4.3	Exigences de niveau de sortie de la MAU .....	679
12.4.4	Exigences de synchronisation des sorties.....	679
12.4.5	Polarité du signal.....	680
12.4.6	Transition de la réception à l'émission .....	680
12.5	Spécification du circuit de réception de la MAU .....	681
12.5.1	Récapitulatif .....	681
12.5.2	Impédance d'entrée .....	681
12.5.3	Sensibilité du récepteur et suppression du bruit.....	681
12.5.4	Instabilité de bit élémentaire reçu .....	681
12.5.5	Susceptibilité au brouillage et taux d'erreurs.....	682
12.6	Inhibition du bavardage .....	682
12.7	Distribution de l'alimentation.....	683
12.7.1	Généralités.....	683
12.7.2	Tension d'alimentation.....	684
12.7.3	Alimentation par l'intermédiaire de conducteurs de signaux .....	684
12.7.4	Impédance d'alimentation .....	686
12.7.5	Alimentation séparée à partir des conducteurs de signaux.....	690
12.7.6	Isolation électrique .....	690
12.8	Spécifications du support .....	691
12.8.1	Connecteur.....	691
12.8.2	Câble d'essai normalisé.....	691
12.8.3	Coupleur .....	691
12.8.4	Epissures .....	693
12.8.5	Termineur.....	693
12.8.6	Règles de blindage.....	693
12.8.7	Règles de mise à la masse (mise à la terre) .....	694
12.8.8	Code de couleur des câbles .....	694
12.9	Sécurité intrinsèque .....	695
12.9.1	Généralités.....	695
12.9.2	Barrière de sécurité intrinsèque .....	695
12.9.3	Mise en place de barrières et de terminateurs .....	695
12.10	Sectionneurs galvaniques.....	695
13	Type 1: Unité de liaison au support: mode courant, support câblé à paire torsadée .....	695
13.1	Généralités.....	695
13.2	Débit binaire de transmission .....	696
13.3	Spécifications du réseau .....	696

13.3.1	Composants .....	696
13.3.2	Topologies.....	696
13.3.3	Règles de configuration du réseau .....	696
13.3.4	Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau .....	698
13.4	Spécification du circuit de transmission de la MAU .....	698
13.4.1	Configuration d'essai .....	699
13.4.2	Exigences de niveau de sortie .....	699
13.4.3	Exigences de synchronisation des sorties.....	700
13.5	Spécification du circuit de réception de la MAU .....	701
13.5.1	Généralités.....	701
13.5.2	Impédance d'entrée .....	702
13.5.3	Sensibilité du récepteur et suppression du bruit.....	702
13.5.4	Instabilité de bit élémentaire reçu .....	702
13.5.5	Susceptibilité au brouillage et taux d'erreurs.....	702
13.6	Inhibition du bavardage .....	704
13.7	Distribution de l'alimentation.....	704
13.7.1	Généralités.....	704
13.7.2	Alimentation par l'intermédiaire de conducteurs de signaux .....	705
13.7.3	Alimentation séparée des signaux .....	705
13.7.4	Isolation électrique .....	705
13.8	Spécifications du support .....	706
13.8.1	Connecteur.....	706
13.8.2	Câble d'essai normalisé.....	706
13.8.3	Coupleur .....	707
13.8.4	Epissures .....	707
13.8.5	Termineur.....	707
13.8.6	Règles de blindage.....	707
13.8.7	Règles de mise à la masse.....	708
13.8.8	Code de couleur des câbles .....	708
14	Type 1: Unité de liaison au support: mode courant (1 A), support câblé à paire torsadée .....	708
14.1	Généralités.....	708
14.2	Débit binaire de transmission .....	708
14.3	Spécifications du réseau .....	709
14.3.1	Composants .....	709
14.3.2	Topologies.....	709
14.3.3	Règles de configuration du réseau .....	709
14.3.4	Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau .....	711
14.4	Spécification du circuit de transmission de la MAU .....	711
14.4.1	Configuration.....	712
14.4.2	Exigences de niveau de sortie .....	712
14.4.3	Exigences de synchronisation des sorties.....	712
14.5	Spécification du circuit de réception de la MAU .....	713
14.5.1	Généralités.....	713
14.5.2	Impédance d'entrée .....	714
14.5.3	Sensibilité du récepteur et suppression du bruit.....	714
14.5.4	Instabilité de bit élémentaire reçu .....	714

14.5.5	Susceptibilité au brouillage et taux d'erreurs.....	715
14.6	Inhibition du bavardage .....	715
14.7	Distribution de l'alimentation.....	715
14.7.1	Généralités.....	715
14.7.2	Alimentation par l'intermédiaire de conducteurs de signaux .....	716
14.7.3	Alimentation séparée des signaux .....	717
14.7.4	Isolation électrique .....	717
14.8	Spécifications du support .....	717
14.8.1	Connecteur.....	717
14.8.2	Câble d'essai normalisé.....	717
14.8.3	Coupleur .....	717
14.8.4	Epissures .....	718
14.8.5	Terminateur.....	718
14.8.6	Règles de blindage.....	718
14.8.7	Règles de mise à la masse.....	718
14.8.8	Code de couleur des câbles .....	718
15	Types 1 et 7: Unité de liaison au support: supports à fibre optique double.....	718
15.1	Généralités.....	718
15.2	Grandeurs dépendantes du débit binaire .....	719
15.3	Spécifications du réseau .....	719
15.3.1	Composants .....	719
15.3.2	Topologies.....	719
15.3.3	Règles de configuration du réseau .....	719
15.4	Spécifications du circuit de transmission de la MAU .....	720
15.4.1	Configuration d'essai .....	720
15.4.2	Spécification du niveau de sortie .....	720
15.4.3	Spécification de synchronisation des sorties.....	721
15.5	Spécifications du circuit de réception de la MAU .....	722
15.5.1	Généralités.....	722
15.5.2	Domaine de fonctionnement du récepteur.....	723
15.5.3	Instabilité maximale de bit élémentaire reçu .....	723
15.5.4	Susceptibilité au brouillage et taux d'erreurs.....	723
15.6	Inhibition du bavardage .....	724
15.7	Spécifications du support .....	724
15.7.1	Connecteur.....	724
15.7.2	Fibre d'essai normalisée.....	724
15.7.3	Etoile passive optique.....	725
15.7.4	Etoile active optique .....	725
16	Type 1: Unité de liaison au support: support optique monofibre 31,25 kbit/s .....	726
16.1	Généralités.....	726
16.2	Débit binaire de transmission .....	727
16.3	Spécifications du réseau .....	727
16.3.1	Composants .....	727
16.3.2	Topologies.....	727
16.3.3	Règles de configuration du réseau .....	727
16.4	Spécifications du circuit de transmission de la MAU .....	727
16.4.1	Configuration d'essai .....	727
16.4.2	Spécification du niveau de sortie .....	727
16.4.3	Spécification de synchronisation des sorties.....	728

16.5	Spécifications du circuit de réception de la MAU .....	728
16.5.1	Généralités.....	728
16.5.2	Domaine de fonctionnement du récepteur.....	728
16.5.3	Instabilité maximale de bit élémentaire reçu .....	728
16.5.4	Susceptibilité au brouillage et taux d'erreurs.....	728
16.6	Inhibition du bavardage .....	728
16.7	Spécifications du support .....	728
16.7.1	Connecteur.....	728
16.7.2	Fibre d'essai normalisée.....	729
16.7.3	Etoile passive optique.....	729
16.7.4	Etoile active optique .....	729
17	<i>Vide</i> .....	730
18	Type 2: Unité de liaison au support: Support à câble coaxial, de 5 Mbit/s, en mode tension .....	730
18.1	Généralités.....	730
18.2	Emetteur-récepteur: support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension.....	731
18.3	Transformateur pour support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	737
18.4	Connecteur de support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	738
18.5	Topologie pour un support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension.....	738
18.6	Prises pour un support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	740
18.6.1	Description .....	740
18.6.2	Exigences.....	740
18.6.3	Ligne secondaire .....	741
18.7	Ligne principale pour un support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension.....	742
18.7.1	Câble de ligne principale .....	742
18.7.2	Connecteurs .....	743
19	Type 2: Unité de liaison au support: support optique 5 Mbit/s .....	743
19.1	Généralités.....	743
19.2	Emetteur-récepteur de support optique de 5 Mbit/s, .....	743
19.3	Topologie support optique de 5 Mbit/s .....	744
19.4	Fibre optique de ligne principale de support de 5 Mbit/s .....	745
19.5	Connecteurs de ligne principale de support à fibre optique de 5 Mbit/s.....	745
19.6	Spécifications de fibre optique de support de 5 Mbit/s .....	745
20	Type 2: Unité de liaison au support: Port d'accès au réseau (NAP) .....	748
20.1	Généralités.....	748
20.2	Signalisation .....	749
20.3	Emetteur-récepteur .....	750
20.4	Connecteur .....	751
20.5	Câble .....	751
21	Type 3: Unité de liaison au support: Transmission synchrone, 31,25 kbit/s, mode tension, support câblé .....	752
21.1	Généralités.....	752
21.2	Débit binaire de transmission .....	753
21.3	Spécifications du réseau .....	753
21.3.1	Composants .....	753
21.3.2	Topologies.....	754
21.3.3	Règles de configuration du réseau .....	755
21.3.4	Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau .....	756



21.4	Spécification du circuit de transmission pour la MAU 31,25 kbit/s en mode tension .....	757
21.4.1	Récapitulatif .....	757
21.4.2	Configuration d'essai .....	757
21.4.3	Impédance.....	757
21.4.4	Symétrie.....	759
21.4.5	Exigences de niveau de sortie .....	760
21.4.6	Exigences de synchronisation des sorties.....	760
21.4.7	Polarité du signal.....	760
21.5	Spécification du circuit de réception pour la MAU 31,25 kbit/s en mode tension .....	761
21.6	Inhibition du bavardage .....	761
21.7	Distribution de l'alimentation.....	761
21.7.1	Généralités.....	761
21.7.2	Tension d'alimentation.....	762
21.7.3	Alimentation par l'intermédiaire de conducteurs de signaux .....	762
21.7.4	Isolation électrique .....	764
21.8	Spécifications du support .....	764
21.8.1	Connecteur.....	764
21.8.2	Câble d'essai normalisé.....	764
21.8.3	Coupleur .....	765
21.8.4	Epissures .....	765
21.8.5	Termineur.....	765
21.8.6	Règles de blindage.....	765
21.8.7	Règles de mise à la masse.....	765
21.8.8	Couleurs du câblage.....	766
21.9	Sécurité intrinsèque .....	766
21.9.1	Généralités.....	766
21.9.2	Barrière de sécurité intrinsèque .....	766
21.9.3	Mise en place de barrières et de terminateurs .....	766
21.10	Sectionneurs galvaniques.....	766
21.11	Eléments de couplage .....	767
21.11.1	Généralités.....	767
21.11.2	Répéteur MBP-IS .....	767
21.11.3	Coupleur de signaux MBP-IS/RS 485 .....	768
21.12	Alimentation électrique .....	768
21.12.1	Généralités.....	768
21.12.2	Alimentation non de sécurité intrinsèque .....	769
21.12.3	Alimentation de sécurité intrinsèque .....	769
21.12.4	Alimentation de catégorie "ib".....	770
21.12.5	Alimentation de catégorie "ia".....	771
21.12.6	Retour de puissance.....	772
22	Type 3: Unité de liaison au support: transmission asynchrone, support câblé .....	773
22.1	Unité de liaison au support non IS.....	773
22.1.1	Caractéristiques .....	773
22.1.2	Spécifications du support .....	775
22.1.3	Méthode de transmission.....	779
22.2	Unité de liaison au support de sécurité intrinsèque.....	779
22.2.1	Caractéristiques .....	779

22.2.2	Spécifications du support .....	782
22.2.3	Méthode de transmission .....	784
22.2.4	Sécurité intrinsèque .....	788
23	Type 3: Unité de liaison au support: transmission asynchrone, support optique .....	791
23.1	Caractéristiques techniques de la transmission de données sur fibre optique .....	791
23.2	Caractéristiques de base d'un support de transmission de données sur fibre optique .....	793
23.3	Réseau optique .....	794
23.4	Liaison optique normalisée .....	794
23.5	Structures de réseaux construits à partir d'une combinaison de liaisons optiques normalisées .....	795
23.6	Codage binaire .....	795
23.7	Niveau de signal optique .....	796
23.7.1	Généralités .....	796
23.7.2	Caractéristiques des émetteurs optiques .....	796
23.7.3	Caractéristiques des récepteurs optiques .....	798
23.8	Distorsion temporelle des signaux .....	799
23.8.1	Généralités .....	799
23.8.2	Forme de signal à l'entrée électrique de l'émetteur optique .....	799
23.8.3	Distorsion de signal due à l'émetteur optique .....	799
23.8.4	Distorsion du signal due au récepteur optique .....	801
23.8.5	Influence des éléments de couplage sur le signal .....	801
23.8.6	Chaînage de liaisons optiques normalisées .....	801
23.9	Taux d'erreurs sur les bits .....	802
23.10	Connecteurs pour câble à fibre optique .....	802
23.11	Redondance dans des réseaux de transmission optique .....	802
24	Type 4: Unité de liaison au support: RS-485 .....	802
24.1	Généralités .....	802
24.2	Aperçu des services .....	802
24.3	Description des services .....	803
24.3.1	Signal de transmission (TxS) .....	803
24.3.2	Activation de l'émission (TxE) .....	803
24.3.3	Signal de réception (RxS) .....	803
24.4	Réseau .....	803
24.4.1	Généralités .....	803
24.4.2	Topologie .....	803
24.5	Spécification électrique .....	803
24.6	Réponse temporelle .....	803
24.7	Interface avec le support de transmission .....	803
24.8	Spécification du support de transmission .....	804
24.8.1	Connecteurs de câble .....	804
24.8.2	Câble .....	804
25	<i>Vide</i> .....	804
26	<i>Vide</i> .....	804
27	Type 8: Unité de liaison au support: support câblé à paire torsadée .....	804
27.1	Signaux de MAU .....	804
27.2	Grandeurs dépendantes du débit binaire de transmission .....	805
27.3	Réseau .....	805
27.3.1	Généralités .....	805

27.3.2	Topologie .....	806
27.4	Spécification électrique .....	806
27.5	Réponse temporelle .....	806
27.6	Interface avec le support de transmission.....	806
27.6.1	Généralités.....	806
27.6.2	Interface d'arrivée.....	806
27.6.3	interface de départ .....	807
27.7	Spécification du support de transmission.....	807
27.7.1	Connecteurs de câble.....	807
27.7.2	Câble.....	807
27.7.3	Résistance terminale .....	808
28	Type 8: Unité de liaison au support: Supports optiques .....	809
28.1	Généralités.....	809
28.2	Grandeurs dépendantes du débit binaire de transmission.....	809
28.3	Topologie du réseau.....	810
28.4	Spécifications du circuit de transmission .....	810
28.4.1	Règles de codage des données .....	810
28.4.2	Configuration d'essai .....	811
28.4.3	Spécification du niveau de sortie .....	811
28.4.4	Spécification de synchronisation des sorties.....	811
28.5	Spécifications du circuit de réception .....	812
28.5.1	Règles de décodage.....	812
28.5.2	Domaine de fonctionnement du récepteur à fibre optique .....	812
28.5.3	Instabilité maximale de bit élémentaire reçu .....	812
28.6	Spécification du support de transmission.....	813
28.6.1	Connecteur.....	813
28.6.2	Spécification du câble à fibre optique: câble à fibre optique polymère .....	813
28.6.3	Spécification du câble à fibre optique: câble à fibre de silice gainée de plastique.....	815
28.6.4	Fibre d'essai normalisée.....	816
29	Type 12: Unité de liaison au support: support électrique.....	816
29.1	Caractéristiques électriques .....	816
29.2	Spécifications du support .....	817
29.2.1	Connecteur.....	817
29.2.2	Fil.....	817
29.3	Méthode de transmission.....	817
29.3.1	Codage binaire .....	817
29.3.2	Représentation des signaux dans la norme TIA/EIA-644-A de l'ANSI.....	817
30	Type 16: Unité de liaison au support: support à fibre optique de 2, 4, 8 et 16 Mbit/s.....	818
30.1	Structure des lignes de transmission .....	818
30.2	Caractéristiques de durée de la transmission binaire.....	818
30.2.1	Introduction .....	818
30.2.2	Maître et esclave en mode d'essai.....	819
30.2.3	Débit de données .....	821
30.2.4	Caractéristiques d'entrée-sortie de l'esclave.....	822
30.2.5	Forme d'onde idéale.....	826
30.3	Connexion à la fibre optique.....	826
30.3.1	Introduction .....	826
30.3.2	Connexion du maître .....	826

30.3.3	Connexion de l'esclave .....	830
30.3.4	Interactions des connexions .....	831
31	Type 18: Unité de liaison au support: support de base.....	833
31.1	Généralités.....	833
31.2	Codage du signal de données .....	833
31.3	Chargement du signal .....	833
31.4	Exigences d'acheminement du signal .....	833
31.5	Supports .....	834
31.5.1	Généralités.....	834
31.5.2	Topologie .....	834
31.5.3	Spécifications du câblage de signaux .....	836
31.5.4	Terminaison de supports .....	836
31.6	Connecteurs de câbles de dérivation et de point d'extrémités.....	836
31.7	Circuits recommandés de MAU de PhL-B de Type 18.....	837
32	Type 18: Unité de liaison au support: support alimenté.....	838
32.1	Généralités.....	838
32.2	Codage du signal de données .....	839
32.3	Chargement du signal .....	839
32.4	Exigences d'acheminement du signal .....	839
32.5	Supports .....	839
32.5.1	Généralités.....	839
32.5.2	Topologie .....	839
32.5.3	Exigences de la topologie.....	842
32.5.4	Spécifications du câblage de signaux .....	842
32.5.5	Terminaison de supports .....	843
32.6	Connecteurs de câbles de dérivation et de point d'extrémité .....	843
32.6.1	Connecteur d'appareil .....	843
32.6.2	Connecteur de câble plat.....	843
32.6.3	Connecteur de câble rond.....	843
32.6.4	Variante de connecteur de câble rond .....	843
32.6.5	Coupleur de dérivation en T.....	844
32.7	Distribution de l'alimentation intégrée .....	844
32.7.1	Généralités.....	844
32.7.2	Source d'alimentation .....	844
32.7.3	Charge d'alimentation.....	845
32.8	Circuits recommandés de MAU de PhL-P de Type 18.....	847
32.8.1	Généralités.....	847
32.8.2	Isolation galvanique des éléments de communication.....	847
32.8.3	Puissance.....	849
33	Type 24: Unité de liaison au support: support câblé à paire torsadée .....	849
33.1	Généralités.....	849
33.2	Réseau.....	849
33.2.1	Composant.....	849
33.2.2	Topologie .....	850
33.3	Spécification électrique .....	850
33.4	Spécifications du support .....	851
33.4.1	Connecteur.....	851
33.4.2	Câble.....	851
33.4.3	Règles de mise à la masse et de blindage .....	852

33.4.4	Termineur de bus .....	853
33.5	Méthode de transmission.....	853
33.5.1	Codage binaire .....	853
33.5.2	Commande de l'émetteur-récepteur .....	853
33.5.3	Transformateur .....	854
33.5.4	Exigence de niveau de sortie.....	855
33.5.5	Interface avec le support de transmission .....	855
34	Type 20: Unité de liaison au support: support FSK .....	856
34.1	Vue d'ensemble.....	856
34.2	PhPDU .....	856
34.2.1	Structure de PhPDU .....	856
34.2.2	Emission PhPDU .....	857
34.2.3	Réception de PhPDU.....	857
34.2.4	Longueur de préambule.....	858
34.3	Types d'appareils .....	858
34.3.1	Généralités.....	858
34.3.2	Type d'impédance .....	858
34.3.3	Type de connexion .....	859
34.3.4	Paramètres de l'appareil.....	861
34.4	Règles de configuration du réseau .....	861
34.5	Spécifications de l'émetteur numérique .....	862
34.5.1	Configuration d'essai .....	862
34.5.2	Débit binaire et modulation .....	863
34.5.3	Amplitude .....	863
34.5.4	Synchronisation.....	865
34.5.5	Spectre de signal numérique .....	866
34.6	Spécifications du récepteur numérique .....	867
34.7	Signalisation analogique .....	869
34.7.1	Spectre de signal analogique.....	869
34.7.2	Interférences par rapport au signal numérique.....	869
34.8	Impédance de l'appareil .....	870
34.8.1	Appareil à haute impédance .....	870
34.8.2	Appareil à faible impédance.....	870
34.8.3	Appareil secondaire.....	870
34.9	Interférences par rapport au signal analogique et numérique.....	871
34.9.1	Connexion ou déconnexion des appareils secondaires .....	871
34.9.2	Connexion cyclique .....	871
34.9.3	Sortie pendant le silence .....	871
34.10	Appareils ne communiquant pas.....	872
34.10.1	Alimentation réseau.....	872
34.10.2	Barrière .....	873
34.10.3	Matériel divers.....	875
Annexe A (normative)	Type 1: Spécifications des connecteurs.....	877
Annexe B (informative)	Types 1 et 3: Spécification du câblage et longueurs de lignes principales et de lignes secondaires pour la MAU de 31,25 kbit/s en mode tension.....	888
Annexe C (informative)	Types 1 et 7: Etoiles passives optiques.....	890
Annexe D (informative)	Types 1 et 7: Topologie en étoile .....	892
Annexe E (informative)	Type 1: Autres fibres .....	896

Annexe F (normative) Type 2: Spécifications des connecteurs .....	897
Annexe G (normative) Type 2: Sous-couches de machine répéteur (RM, RRM) et PhL redondantes .....	900
Annexe H (informative) Type 2: Exemples de conceptions de référence .....	915
Annexe I (normative) Type 3: Spécifications des connecteurs .....	921
Annexe J (normative) Type 3: Redondance de PhL et support .....	928
Annexe K (normative) Type 3: Topologie de réseau optique .....	929
Annexe L (informative) Type 3: Exemples de modèles de référence pour une transmission asynchrone, sur support câblé de sécurité intrinsèque .....	938
Annexe M (normative) Type 8: Spécifications des connecteurs .....	940
Annexe N (normative) Type 16: Spécifications des connecteurs .....	946
Annexe O (normative) Type 16: Topologie de réseau optique .....	947
Annexe P (informative) Type 16: Exemple de modèle de référence .....	952
Annexe Q (normative) Type 18: Spécifications des connecteurs .....	957
Annexe R (normative) Type 18: Spécifications du câblage des supports .....	964
Annexe S (normative) Type 24: Spécifications des connecteurs .....	970
Annexe T (informative) Type 20: Topologie du réseau, caractéristiques et longueurs de câbles, distribution de l'alimentation par l'intermédiaire de barrières, et blindage et mise à la terre .....	975
Bibliographie .....	1007
Figure 1 – Modèle général de couche physique .....	504
Figure 2 – Mapping entre unités de données sur l'interface DLL – PhL .....	552
Figure 3 – Service de données pour transmission asynchrone .....	558
Figure 4 – Interactions pour une séquence de données de maître: cycle d'identification .....	563
Figure 5 – Interactions pour une séquence de données de maître: cycle de données .....	564
Figure 6 – Interactions pour une séquence de données d'esclave: cycle d'identification .....	565
Figure 7 – Interactions pour une séquence de données d'esclave: cycle de données .....	566
Figure 8 – Interactions pour une séquence de contrôle de maître .....	567
Figure 9 – Interactions pour une séquence de contrôle d'esclave .....	568
Figure 10 – Séquences de service de données de la couche physique .....	576
Figure 11 – Réinitialiser, Etablir valeur, Obtenir valeur .....	582
Figure 12 – Service d'événements .....	582
Figure 13 – Interface entre PhL et PNM1 dans le modèle en couches .....	587
Figure 14 – Services Réinitialiser, Etablir valeur, Obtenir valeur PhL .....	588
Figure 15 – Service d'événements PhL .....	589
Figure 16 – Attribution du numéro d'interface .....	590
Figure 17 – Configuration d'un maître .....	595
Figure 18 – Configuration d'un esclave avec un type de transmission alternatif .....	596
Figure 19 – Configuration d'un coupleur de bus avec un type de transmission alternatif .....	596
Figure 20 – Machines de séquençage ETTD/DCE .....	602
Figure 21 – Transitions d'état avec le service de demande de cycle d'identification .....	611
Figure 22 – Interface MIS-MDS: service de demande de cycle d'identification .....	612
Figure 23 – Interface MIS-MDS: service de demande de cycle d'identification .....	613

Figure 24 – Transitions d'état du service de demande de cycle de données.....	614
Figure 25 – Interface MIS-MDS: service de demande de cycle de données.....	614
Figure 26 – Transitions d'état du service de classification de séquences de données .....	615
Figure 27 – Machine de protocole du service de transmission de messages .....	616
Figure 28 – Machine de protocole du service d'identification de séquences de données .....	617
Figure 29 – Machine de protocole du service de réception de messages .....	618
Figure 30 – Unité de données de protocole (PhPDU) .....	620
Figure 31 – Codage et décodage PhSDU.....	621
Figure 32 – Règles de codage Manchester .....	621
Figure 33 – Préambule et délimiteurs.....	623
Figure 34 – Symboles codés Manchester.....	625
Figure 35 – Format d'une PhPDU, semi-duplex.....	626
Figure 36 – Format d'une PhPDU, bidirectionnelle simultanée .....	628
Figure 37 – PhPDU de séquence de données.....	632
Figure 38 – Structure de l'en-tête dans une PhPDU de séquence de données .....	632
Figure 39 – PhPDU de séquence de contrôle.....	633
Figure 40 – Structure de l'en-tête dans une PhPDU de séquence de contrôle .....	634
Figure 41 – Structure de la PhPDU d'état.....	634
Figure 42 – Structure de l'en-tête dans une PhPDU d'état.....	635
Figure 43 – Structure de la PhPDU d'état d'activité du support .....	636
Figure 44 – Structure de l'en-tête d'une PhPDU d'état d'activité du support .....	636
Figure 45 – PhPDU de réinitialisation.....	637
Figure 46 – Configuration d'un maître .....	638
Figure 47 – Configuration d'un esclave .....	639
Figure 48 – Configuration d'un coupleur de bus .....	639
Figure 49 – Unité de données de protocole.....	640
Figure 50 – Codage et décodage PhSDU.....	640
Figure 51 – Règles de codage Manchester .....	641
Figure 52 – Exemple de signal codé en NRZI .....	643
Figure 53 – Signal de remplissage.....	644
Figure 54 – Symboles codés Manchester.....	646
Figure 55 – Tolérance à l'instabilité (gigue).....	653
Figure 56 – Configuration d'essai du circuit de transmission .....	661
Figure 57 – Forme d'onde de sortie .....	662
Figure 58 – Instabilité de bit élémentaire émis et reçu (écart du point de passage par zéro).....	663
Figure 59 – Polarité du signal .....	665
Figure 60 – Sensibilité du récepteur et suppression du bruit .....	666
Figure 61 – Ondulation et bruit de l'alimentation .....	670
Figure 62 – Coupleur de bus de terrain.....	672
Figure 63 – Transition de la réception à l'émission.....	680
Figure 64 – Ondulation et bruit de l'alimentation .....	685
Figure 65 – Circuit d'essai pour des alimentations à sortie unique .....	686

Figure 66 – Circuit d'essai pour distribution de l'alimentation par l'intermédiaire d'une barrière IS .....	688
Figure 67 – Circuit d'essai pour des alimentations à sorties multiples avec couplage du signal .....	690
Figure 68 – Coupleur de bus de terrain .....	692
Figure 69 – Résistances de protection .....	692
Figure 70 – Configuration d'essai d'une MAU en mode courant .....	699
Figure 71 – Instabilité de bit élémentaire émis et reçu (écart du point de passage par zéro) .....	701
Figure 72 – Circuit d'essai du bruit d'une MAU en mode courant .....	703
Figure 73 – Instabilité de bit élémentaire émis et reçu (écart du point de passage par zéro) .....	713
Figure 74 – Taux d'harmoniques et bruit de l'alimentation .....	716
Figure 75 – Modèle de forme d'onde optique .....	722
Figure 76 – Composantes de la variante de PhL à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	731
Figure 77 – Synoptique de MAU à câble coaxial .....	732
Figure 78 – Emetteur de MAU à câble coaxial .....	732
Figure 79 – Fonctionnement du récepteur avec MAU à câble coaxial .....	733
Figure 80 – Masque de transmission de MAU à câble coaxial .....	735
Figure 81 – Masque de réception de MAU à câble coaxial .....	736
Figure 82 – Schéma du transformateur .....	737
Figure 83 – Exemple de topologie de câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	739
Figure 84 – Limites de topologie d'un support à câble coaxial .....	740
Figure 85 – Caractéristiques électriques d'une prise de support à câble coaxial .....	741
Figure 86 – Synoptique de MAU 5 Mbit/s, support à fibre optique .....	744
Figure 87 – Modèle de référence NAP .....	748
Figure 88 – Exemples de nœuds transitoires et permanents .....	749
Figure 89 – Emetteur-récepteur NAP .....	751
Figure 90 – Câble de NAP .....	752
Figure 91 – Schéma de principe de la mesure de l'impédance .....	758
Figure 92 – Définition du CMRR .....	759
Figure 93 – Schéma de principe de mesure du CMRR .....	760
Figure 94 – Ondulation et bruit de l'alimentation .....	763
Figure 95 – Courbe de sortie caractéristique d'une alimentation de catégorie EEx ib .....	771
Figure 96 – Courbe de sortie caractéristique d'une alimentation de catégorie EEx ia .....	771
Figure 97 – Répéteur en topologie en bus linéaire .....	774
Figure 98 – Répéteur en topologie arborescente .....	775
Figure 99 – Exemple d'un connecteur avec inductance intégrée .....	777
Figure 100 – Câblage d'interconnexion .....	777
Figure 101 – Terminateur de bus .....	778
Figure 102 – Structure linéaire d'un segment de sécurité intrinsèque .....	781
Figure 103 – Exemple de topologie étendue par des répéteurs .....	782
Figure 104 – Terminateur de bus .....	784
Figure 105 – Forme d'onde de la tension différentielle .....	785



Figure 106 – Montage d'essai pour la mesure du niveau de repos d'appareils à résistance de terminaison intégrée .....	787
Figure 107 – Montage d'essai pour la mesure du niveau de repos d'appareils à résistance de terminaison raccordable .....	787
Figure 108 – Montage d'essai pour la mesure des niveaux de transmission .....	788
Figure 109 – Montage d'essai pour la mesure du niveau de réception.....	788
Figure 110 – Modèle de bus de terrain de sécurité intrinsèque .....	789
Figure 111 – Modèle d'appareil de communication de sécurité intrinsèque .....	790
Figure 112 – Connexion au réseau optique .....	793
Figure 113 – Structure de principe d'un réseau optique .....	794
Figure 114 – Définition d'une liaison optique normalisée.....	795
Figure 115 – Modèle de signal pour l'émetteur optique .....	800
Figure 116 – Circuit d'interface recommandé .....	804
Figure 117 – MAU d'une interface de départ .....	805
Figure 118 – MAU d'une interface d'arrivée.....	805
Figure 119 – Liaison de bus distant .....	806
Figure 120 – Interface avec le support de transmission.....	806
Figure 121 – Câblage .....	808
Figure 122 – Réseau de résistances terminales .....	809
Figure 123 – Câble de bus distant à fibre optique .....	809
Figure 124 – Liaison de bus distant à fibre optique .....	810
Figure 125 – Modèle de forme d'onde optique pour une MAU à fibre optique .....	812
Figure 126 – Ligne de transmission optique .....	818
Figure 127 – Enveloppe de signal optique .....	821
Figure 128 –Affichage de l'instabilité ( $J_{noise}$ ).....	821
Figure 129 – Caractéristiques d'entrée/sortie d'un esclave.....	823
Figure 130 – Fonctions de connexion d'un maître .....	827
Figure 131 – Signaux de transmission valides pendant les transitions de signal de remplissage à délimiteurs de message .....	829
Figure 132 – Signaux de transmission valides pendant les transitions de délimiteurs de télégramme à signal de remplissage .....	830
Figure 133 – Fonctions de connexion d'un esclave .....	831
Figure 134 – Réseau avec deux esclaves .....	833
Figure 135 – Câblage minimal d'interconnexion .....	834
Figure 136 – Topologie de câble dédiée .....	834
Figure 137 – Topologie en T .....	835
Figure 138 – Isolation des éléments de communication .....	837
Figure 139 – Isolation des éléments E/S et de communication .....	838
Figure 140 – Câblage minimal d'interconnexion .....	839
Figure 141 – Topologie de câble plat .....	840
Figure 142 – Topologie de câble dédiée .....	841
Figure 143 – Topologie en T .....	841
Figure 144 – Distribution de l'alimentation de PhL-P de Type 18.....	844
Figure 145 – Distribution de l'alimentation de PhL-P de Type 18.....	845

Figure 146 – Filtrage et protection de l'alimentation de PhL-P de Type 18 .....	847
Figure 147 – Isolation des éléments de communication .....	848
Figure 148 – Isolation des éléments E/S et de communication .....	848
Figure 149 – Circuit d'alimentation de PhL-P .....	849
Figure 150 – Réseau élargi de type 24 qui utilise un répéteur .....	850
Figure 151 – Connecteur avec inducteur .....	851
Figure 152 – Structure de câble .....	851
Figure 153 – Câblage d'interconnexion .....	852
Figure 154 – Terminateur de bus .....	853
Figure 155 – Diagramme en œil .....	854
Figure 156 – Schéma du transformateur .....	854
Figure 157 – Circuit MAU recommandé .....	855
Figure 158 – Modulation par déplacement de fréquence à phase continue .....	856
Figure 159 – Structure de la PhPDU .....	856
Figure 160 – Format de caractère .....	857
Figure 161 – Configuration de l'essai de transmission .....	862
Figure 162 – Forme d'onde de transmission .....	864
Figure 163 – Temps de démarrage de la porteuse .....	865
Figure 164 – Temps d'arrêt de la porteuse .....	866
Figure 165 – Temps de décroissance de la porteuse .....	866
Figure 166 – Spectre de signal numérique .....	866
Figure 167 – Interférences du récepteur numérique .....	868
Figure 168 – Spectre de signal analogique .....	869
Figure 169 – Sortie pendant le silence .....	872
Figure 170 – Ondulation de l'alimentation réseau .....	873
Figure 171 – Circuit d'essai de barrière A .....	874
Figure 172 – Circuit d'essai de barrière B .....	874
Figure 173 – Circuit d'essai de barrière C .....	875
Figure A.1 – Connecteur de bus de terrain interne .....	877
Figure A.2 – Désignation des contacts du connecteur externe pour environnements industriels rigoureux .....	879
Figure A.3 – Rampes, clavettes, ergots et rainures de connecteur externe de bus de terrain .....	880
Figure A.4 – Dimensions d'accouplabilité de connecteur externe de bus de terrain .....	883
Figure A.5 – Disposition des contacts du connecteur externe de bus de terrain .....	884
Figure A.6 – Désignation des contacts du connecteur externe pour environnements industriels typiques .....	885
Figure A.7 – Connecteur externe du côté fixe (appareil) pour environnements industriels typiques: dimensions .....	885
Figure A.8 – Connecteur externe du côté libre (câble) pour environnements industriels typiques: dimensions .....	886
Figure A.9 – Connecteur optique pour environnements industriels typiques (connecteur FC) .....	886
Figure A.10 – Connecteur optique pour environnements industriels typiques (connecteur ST) .....	887

Figure C.1 – Exemple d'étoile passive optique réfléchive.....	890
Figure C.2 – Exemple d'étoile passive optique transmissive.....	890
Figure D.1 – Exemple de topologie en étoile avec une MAU à fibre optique de 31,25 kbit/s en mode monofibre.....	892
Figure D.2 – Topologie multiétoile avec une MAU à fibre optique.....	893
Figure D.3 – Exemple de combinaison de supports câblé et optique pour un débit binaire de 31,25 kbit/s .....	895
Figure D.4 – Exemple de combinaison de supports câblé et optique .....	895
Figure F.1 – Connecteur à broches pour support optique de courte portée .....	898
Figure F.2 – Fût à sertir pour support optique de courte portée.....	898
Figure G.1 – Modèle de référence d'appareil répéteur PhL .....	901
Figure G.2 – Modèle de référence pour la redondance.....	903
Figure G.3 – Synoptique illustrant le support coaxial redondant et le NAP .....	904
Figure G.4 – Synoptique illustrant les répéteurs d'anneau .....	905
Figure G.5 – Requête de segmentation.....	906
Figure G.6 – Réponse de segmentation .....	906
Figure G.7 – Diagramme d'états du commutateur principal .....	910
Figure G.8 – Le port 1 voit l'activité du réseau en premier .....	912
Figure G.9 – Le port 2 voit l'activité du réseau en premier .....	914
Figure H.1 – Détecteur RIXDATA de MAU à câble coaxial .....	916
Figure H.2 – Détection RxCARRIER de MAU à câble coaxial .....	917
Figure H.3 – Émetteur-récepteur redondant de MAU à câble coaxial.....	917
Figure H.4 – Émetteur-récepteur à un seul canal de MAU à câble coaxial.....	918
Figure H.5 – Prise de support à câble coaxial .....	919
Figure H.6 – Émetteur-récepteur NAP non isolé.....	920
Figure H.7 – Émetteur-récepteur NAP isolé .....	920
Figure I.1 – Schéma du coupleur de station .....	921
Figure I.2 – Affectation des broches des connecteurs mâles et femelles CEI 60947-5-2 (codage A).....	922
Figure I.3 – Configuration des contacts de connecteurs, vue de face du connecteur mâle et vue arrière du connecteur femelle, respectivement.....	923
Figure I.4 – Configuration des contacts du connecteur, vue de face du connecteur M12 femelle.....	925
Figure I.5 – Configuration des contacts du connecteur, vue de face du connecteur M12 mâle.....	925
Figure I.6 – Coupleur en T M12 .....	926
Figure I.7 – Terminaison de bus M12 .....	927
Figure J.1 – Redondance de PhL et support .....	928
Figure K.1 – MAU à fibre optique dans un réseau avec écho .....	929
Figure K.2 – MAU à fibre optique dans un réseau sans écho .....	930
Figure K.3 – MAU à fibre optique avec écho renvoyé par retour électrique interne du signal de réception .....	930
Figure K.4 – MAU à fibre optique sans fonction d'écho .....	931
Figure K.5 – Réseau optique à topologie en étoile .....	931
Figure K.6 – Réseau optique à topologie annulaire .....	932

Figure K.7 – Réseau optique à topologie en bus .....	932
Figure K.8 – Structure arborescente construite à partir d'une combinaison de structures en étoile .....	933
Figure K.9 – Exemple d'application d'un convertisseur à fibre optique de la norme TIA/EIA-485-A de l'ANSI .....	933
Figure L.1 – Terminaison de bus intégrée à l'appareil de communication .....	938
Figure L.2 – Terminaison de bus dans le connecteur .....	939
Figure L.3 – Terminaison de bus externe .....	939
Figure M.1 – Connecteur subminiature D femelle à 9 contacts, interface de départ du côté appareil.....	940
Figure M.2 – Connecteur subminiature D mâle à 9 contacts, interface d'arrivée du côté appareil .....	940
Figure M.3 – Connecteur terminal du côté appareil .....	941
Figure M.4 – Férule d'un connecteur optique F-SMA pour fibre optique polymère (980/1 000 µm) .....	942
Figure M.5 – Boîtier de connecteur hybride à fibre optique de type 8 .....	943
Figure M.6 – Affectation des contacts de connecteur hybride à fibre optique de type 8 .....	944
Figure O.1 – Topologie .....	947
Figure O.2 – Structure d'un câble unipolaire (exemple).....	950
Figure O.3 – Niveaux de puissance optique .....	951
Figure P.1 – Exemple d'application d'une DPLL .....	953
Figure P.2 – Diagrammes d'états de boucle DPLL .....	954
Figure P.3 – Synchronisation de boucle DPLL .....	955
Figure Q.1 – Connecteur d'appareil PhL-P monté en angle droit .....	957
Figure Q.2 – Connecteur d'appareil PhL-P monté directement .....	958
Figure Q.3 – Connecteur de câble plat PhL-P et capot de borne – corps et connecteur .....	959
Figure Q.4 – Connecteur de câble plat PhL-P et capot de borne – capot de borne .....	959
Figure Q.5 – Corps de connecteur de câble rond de PhL-P de Type 18 .....	960
Figure Q.6 – Capot de borne de connecteur de câble rond de PhL-P de Type 18.....	961
Figure Q.7 – Variante de corps et connecteur de câble rond PhL-P de Type 18 .....	962
Figure Q.8 – Capot de borne de variante de connecteur de câble rond de PhL-P de Type 18 .....	963
Figure R.1 – Section transversale de câble PhL-B – Ligne d'évacuation torsadée .....	965
Figure R.2 – Section transversale de câble PhL-B – Ligne d'évacuation non-torsadée .....	965
Figure R.3 – Section transversale de câble plat PhL-P – avec clé.....	966
Figure R.4 – Section transversale de câble plat PhL-P – sans clé.....	967
Figure R.5 – Marquage de la polarité de câble plat de PhL-P.....	967
Figure R.6 – Câble rond – préférentiel; section .....	968
Figure R.7 – Câble rond – variante; section .....	969
Figure S.1 – Dimensions du connecteur d'appareil de type 24-1 (1 ligne) .....	970
Figure S.2 – Dimensions du connecteur d'appareil de type 24-1 (2 lignes).....	971
Figure S.3 – Dimensions du connecteur de câble de type 24-1 .....	972
Figure S.4 – Dimensions du connecteur d'appareil de type 24-2 .....	973
Figure S.5 – Dimensions du connecteur de câble de type 24-2 .....	974
Figure T.1 – Réseau d'entrée courant point à point.....	975

Figure T.2 – Réseau de sortie courant point à point .....	976
Figure T.3 – Réseau multipoints .....	977
Figure T.4 – Réseau multipoints avec signalisation analogique .....	978
Figure T.5 – Réseau 1 connecté en série .....	979
Figure T.6 – Réseau 2 connecté en série .....	980
Figure T.7 – Longueur de câble pour un réseau unique d'appareils esclaves .....	983
Figure T.8 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=1\ 000$ .....	984
Figure T.9 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=2\ 000$ .....	985
Figure T.10 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=5\ 000$ .....	986
Figure T.11 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=10\ 000$ .....	987
Figure T.12 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=1\ 000$ , résistance série de 100 $\Omega$ .....	988
Figure T.13 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=1\ 000$ , résistance série de 200 $\Omega$ .....	989
Figure T.14 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=1\ 000$ , résistance série de 300 $\Omega$ .....	990
Figure T.15 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=1\ 000$ , résistance série de 400 $\Omega$ .....	991
Figure T.16 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=2\ 000$ , résistance série de 100 $\Omega$ .....	992
Figure T.17 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=2\ 000$ , résistance série de 200 $\Omega$ .....	993
Figure T.18 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=2\ 000$ , résistance série de 300 $\Omega$ .....	994
Figure T.19 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=2\ 000$ , résistance série de 400 $\Omega$ .....	995
Figure T.20 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=5000$ , résistance série de 100 $\Omega$ .....	996
Figure T.21 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=5\ 000$ , résistance série de 200 $\Omega$ .....	997
Figure T.22 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=5\ 000$ , résistance série de 300 $\Omega$ .....	998
Figure T.23 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=5\ 000$ , résistance série de 400 $\Omega$ .....	999
Figure T.24 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=10\ 000$ , résistance série de 100 $\Omega$ .....	1000
Figure T.25 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=10\ 000$ , résistance série de 200 $\Omega$ .....	1001
Figure T.26 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=10\ 000$ , résistance série de 300 $\Omega$ .....	1002
Figure T.27 – Capacité de câble pour $C_{cbi}/R_{cbi}=10\ 000$ , résistance série de 400 $\Omega$ .....	1003
Figure T.28 – Connexions d'alimentation réseau .....	1005
Figure T.29 – Mise à la terre et blindage .....	1006
Tableau 1 – Règles de codage de données .....	555
Tableau 2 – Tableau de vérité de l'indication de PH-STATUS .....	556
Tableau 3 – Indications de Jabber .....	557
Tableau 4 – Primitives et paramètres dans l'interface DLL-PhL .....	574
Tableau 5 – Primitives et paramètres de PH-START .....	576
Tableau 6 – Primitives et paramètres de DONNEES PH .....	577
Tableau 7 – Noms et valeurs de paramètres pour la demande Ph-SET-VALUE .....	579
Tableau 8 – Noms de paramètres pour l'indication de Ph-EVENT .....	580
Tableau 9 – Résumé des primitives et des services de Ph .....	581
Tableau 10 – Primitives et paramètres Réinitialiser .....	583
Tableau 11 – Valeurs de PhM-Status pour le service Réinitialiser .....	583
Tableau 12 – Primitives et paramètres Etablir valeur .....	583
Tableau 13 – Variables PhE obligatoires .....	584
Tableau 14 – Valeurs admissibles des PhE-variables .....	584

Tableau 15 – Valeurs PhM-Status pour le service Etablir valeur .....	584
Tableau 16 – Primitives et paramètres Obtenir valeur .....	585
Tableau 17 – Valeurs courantes des PhE-variables .....	585
Tableau 18 – Valeurs PhM-Status pour le service Obtenir valeur .....	585
Tableau 19 – Primitive et paramètres Evénement .....	586
Tableau 20 – Nouvelles valeurs des PhE-variables .....	586
Tableau 21 – Noms des paramètres et valeurs de gestion .....	587
Tableau 22 –PH-RESET .....	589
Tableau 23 – Ph-SET-VALUE.....	589
Tableau 24 – Variables PhL .....	590
Tableau 25 – Ph-GET-VALUE .....	591
Tableau 26 – Ph-EVENT.....	592
Tableau 27 – Evénements PhL .....	592
Tableau 28 – Noms et valeurs de paramètres pour la demande de Ph-SET-VALUE .....	593
Tableau 29 – Signaux à l'interface ETDD – DCE .....	599
Tableau 30 – Niveaux de signaux pour une interface ETDD – DCE exposée .....	599
Tableau 31 – Réinitialisation du bus MDS .....	610
Tableau 32 – Signaux à l'interface MIS-MDS .....	611
Tableau 33 – Règles de codage Manchester.....	621
Tableau 34 – Caractéristiques temporelles de la MDS .....	624
Tableau 35 – Règles de codage des données MDS .....	625
Tableau 36 – Attribution du bit SL et du signal TxSL.....	633
Tableau 37 – Attribution du bit SL et du signal RxSL.....	633
Tableau 38 – Attribution du bit SL et du signal TxSL.....	634
Tableau 39 – Attribution du bit SL et du signal RxSL.....	634
Tableau 40 – Attribution du bit SL et du signal TxSL.....	635
Tableau 41 – Attribution du bit SL et du signal RxSL.....	635
Tableau 42 – Règles de codage et de décodage.....	636
Tableau 43 – Règles de décodage pour les états de repos .....	637
Tableau 44 – Règles de codage de la PhPDU de réinitialisation .....	637
Tableau 45 – Règles de décodage de la PhPDU de réinitialisation.....	637
Tableau 46 – Règles de codage Manchester.....	641
Tableau 47 – Caractéristiques temporelles de la MDS .....	645
Tableau 48 – Règles de codage des données MDS .....	646
Tableau 49 – Ensemble minimal de services à l'interface MDS – MAU.....	647
Tableau 50 – Niveaux de signaux pour une interface MDS – MAU exposée .....	648
Tableau 51 – Définitions de l'interface MDS-MAU: support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	649
Tableau 52 – Support à fibre optique 5 Mbit/s d'interface MDS – MAU.....	650
Tableau 53 – Services de l'interface MDS-MAU .....	651
Tableau 54 – Ensemble minimal de services à l'interface MAU .....	653
Tableau 55 – Niveaux de signaux pour une interface MAU exposée.....	654
Tableau 56 – Services minimum de l'interface MDS-MAU .....	655

Tableau 57 – Niveaux de signaux pour une interface MDS-MAU exposée ( $V_{DD}=5V$ ) .....	655
Tableau 58 – Grandeurs dépendantes du débit binaire de réseaux en mode tension .....	656
Tableau 59 – Récapitulatif de la spécification du niveau de transmission de la MAU.....	659
Tableau 60 – Récapitulatif de la spécification de la synchronisation de l'émission de la MAU pour un fonctionnement à 31,25 kbit/s .....	660
Tableau 61 – Récapitulatif de la spécification de la synchronisation de l'émission de la MAU pour un fonctionnement $\geq 1$ Mbit/s.....	660
Tableau 62 – Récapitulatif de la spécification du circuit de réception de la MAU .....	666
Tableau 63 – Caractéristiques des appareils alimentés par le réseau .....	668
Tableau 64 – Exigences d'alimentation réseau .....	669
Tableau 65 – Limites d'affaiblissement du câble d'essai.....	672
Tableau 66 – Code de couleur recommandé pour les câbles en Amérique du Nord.....	674
Tableau 67 – Récapitulatif de la spécification du niveau de transmission de la MAU.....	678
Tableau 68 – Récapitulatif de la spécification de synchronisation de transmission de la MAU.....	678
Tableau 69 – Récapitulatif de la spécification du circuit de réception de la MAU .....	681
Tableau 70 – Caractéristiques des appareils alimentés par le réseau .....	683
Tableau 71 – Exigences d'alimentation réseau .....	684
Tableau 72 – Spécification des couleurs de câbles pour le Type 3.....	694
Tableau 73 – Récapitulatif de la spécification du niveau de transmission de la MAU.....	698
Tableau 74 – Récapitulatif de la spécification de synchronisation de transmission de la MAU.....	699
Tableau 75 – Récapitulatif de la spécification du circuit de réception .....	702
Tableau 76 – Exigences d'alimentation réseau .....	704
Tableau 77 – Récapitulatif de la spécification du niveau de transmission de la MAU en mode courant.....	711
Tableau 78 – Récapitulatif de la spécification de la synchronisation de l'émission de la MAU en mode courant .....	712
Tableau 79 – Récapitulatif de la spécification du circuit de réception de la MAU en mode courant.....	714
Tableau 80 – Exigences d'alimentation réseau .....	715
Tableau 81 – Grandeurs dépendantes du débit binaire de réseaux à fibre optique double à grande vitesse ( $\geq 1$ Mbit/s) .....	719
Tableau 82 – Récapitulatif de la spécification du niveau de transmission et des caractéristiques spectrales .....	721
Tableau 83 – Récapitulatif de la spécification de synchronisation de transmission .....	721
Tableau 84 – Récapitulatif de la spécification du circuit de réception .....	722
Tableau 85 – Spécifications du niveau de transmission et de réception et des caractéristiques spectrales d'une étoile active optique .....	726
Tableau 86 – Caractéristiques de synchronisation d'une étoile active optique.....	726
Tableau 87 – Récapitulatif de la spécification du niveau de transmission et des caractéristiques spectrales .....	728
Tableau 88 – Spécifications du niveau de transmission et de réception et des caractéristiques spectrales d'une étoile active optique .....	730
Tableau 89 – Définition des lignes de commande de transmission – Support de câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	733

Tableau 90 – Définitions des sorties de données du récepteur: support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	734
Tableau 91 – Définitions des sorties de porteuses du récepteur: support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	734
Tableau 92 – Interface du support à câble coaxial – Spécifications de transmission .....	734
Tableau 93 – Interface du support à câble coaxial – Réception .....	736
Tableau 94 – Interface du support à câble coaxial – Aspects généraux.....	737
Tableau 95 – Spécifications électriques transformateur support à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	738
Tableau 96 – Spécifications du câble coaxial de ligne secondaire.....	742
Tableau 97 – Spécifications du câble coaxial de ligne principale.....	742
Tableau 98 – Définitions des lignes de commande de transmission, support à fibre optique de 5 Mbit/s .....	744
Tableau 99 – Interface de support à fibre optique de 5,0 Mbit/s .....	744
Tableau 100 – Spécification des signaux de support à fibre optique de 5 Mbit/s, de courte portée .....	745
Tableau 101 – Spécification des signaux de support à fibre optique de 5 Mbit/s, de moyenne portée.....	746
Tableau 102 – Spécification des signaux de support à fibre optique de 5 Mbit/s, de longue portée.....	747
Tableau 103 – Exigences du NAP .....	750
Tableau 104 – Combinaison d'appareils de différentes catégories .....	754
Tableau 105 – Impédances d'entrée des interfaces de bus et des alimentations .....	757
Tableau 106 – CARR exigé.....	760
Tableau 107 – Caractéristiques des appareils alimentés par le réseau pour la MAU de 31,25 kbit/s en mode tension .....	761
Tableau 108 – Exigences d'alimentation réseau pour la MAU de 31,25 kbit/s en mode tension.....	762
Tableau 109 – Caractéristiques électriques des interfaces de bus de terrain .....	767
Tableau 110 – Caractéristiques électriques des alimentations .....	769
Tableau 111 – Caractéristiques de MAU non de sécurité intrinsèque .....	773
Tableau 112 – Caractéristiques avec utilisation de répéteurs.....	774
Tableau 113 – Spécifications du câblage .....	776
Tableau 114 – Longueur maximale du câble pour les différentes vitesses de transmission .....	776
Tableau 115 – Caractéristiques de sécurité intrinsèque .....	780
Tableau 116 – Spécification du câble (liée à la fonction et à la sécurité).....	783
Tableau 117 – Longueur maximale du câble pour les différentes vitesses de transmission .....	783
Tableau 118 – Caractéristiques électriques de l'interface de sécurité intrinsèque .....	786
Tableau 119 – Valeurs maximales de sécurité .....	791
Tableau 120 – Caractéristiques techniques.....	792
Tableau 121 – Caractéristiques des émetteurs optiques pour fibre silice multimodale.....	796
Tableau 122 – Caractéristiques des émetteurs optiques pour fibre silice unimodale.....	797
Tableau 123 – Caractéristiques des émetteurs optiques pour fibre plastique .....	797
Tableau 124 – Caractéristiques des émetteurs optiques pour fibre silice 200/230 µm .....	797



Tableau 125 – Caractéristiques des récepteurs optiques pour fibre silice multimodale.....	798
Tableau 126 – Caractéristiques des récepteurs optiques pour fibre silice unimodale.....	798
Tableau 127 – Caractéristiques des récepteurs optiques pour fibre plastique .....	798
Tableau 128 – Caractéristiques des émetteurs optiques pour fibre silice 200/230 $\mu\text{mf}$ .....	799
Tableau 129 – Distorsion de signal admissible à l'entrée électrique de l'émetteur optique .....	799
Tableau 130 – Distorsion de signal admissible due à l'émetteur optique .....	800
Tableau 131 – Distorsion de signal admissible due au récepteur optique .....	801
Tableau 132 – Influence admissible des circuits électroniques internes d'un élément de couplage sur le signal .....	801
Tableau 133 – Possibilité de chaînage maximale de liaisons optiques normalisées sans resynchronisation .....	802
Tableau 134 – Services de l'interface MDS-MAU, RS-485, de Type 4 .....	803
Tableau 135 – Grandeurs dépendantes du débit binaire pour une MAU de support câblé à paire torsadée .....	805
Tableau 136 – Signaux d'interface d'arrivée.....	807
Tableau 137 – Signaux d'interface de départ .....	807
Tableau 138 – Caractéristiques du câble de bus distant .....	807
Tableau 139 – Grandeurs dépendantes du débit binaire de MAU à fibre optique.....	810
Tableau 140 – Longueur du câble à fibre optique de bus distant.....	810
Tableau 141 – Règles de codage.....	810
Tableau 142 – Récapitulatif des spécifications de niveau de transmission et de caractéristiques spectrales d'une MAU à fibre optique .....	811
Tableau 143 – Récapitulatif de la spécification du circuit de réception de MAU à fibre optique .....	813
Tableau 144 – Spécification du guide d'onde à fibre optique .....	813
Tableau 145 – Spécification d'une monofibre .....	814
Tableau 146 – Spécification de la gaine de câble et propriétés mécaniques du câble .....	814
Tableau 147 – Autres propriétés supplémentaires recommandées du matériau du câble ....	814
Tableau 148 – Spécification du guide d'onde à fibre optique .....	815
Tableau 149 – Spécification d'une monofibre .....	815
Tableau 150 – Spécification de la gaine de câble et propriétés mécaniques du câble .....	816
Tableau 151 – Spécification de la fibre d'essai normalisée pour une MAU à fibre optique .....	816
Tableau 152 – Prise en charge de la vitesse de transmission .....	822
Tableau 153 – Paramètres des données de transmission.....	822
Tableau 154 – Signaux d'entrée possibles de l'esclave.....	824
Tableau 155 – Signaux de sortie possibles de l'esclave .....	825
Tableau 156 – Signaux de sortie valides de l'esclave.....	825
Tableau 157 – Spécifications des temps de réglage de l'horloge.....	825
Tableau 158 – Retard du signal optique dans un esclave.....	825
Tableau 159 – Fonctions de base de la connexion .....	826
Tableau 160 – Limites de la topologie de transfert .....	835
Tableau 161 – Limites de la topologie en T.....	836
Tableau 162 – Exigences applicables aux résistances de terminaison .....	836

Tableau 163 – Limites de la topologie de transfert .....	842
Tableau 164 – Limites de la topologie en T .....	842
Tableau 165 – Exigences applicables aux résistances de terminaison – câble plat .....	843
Tableau 166 – Exigences applicables aux résistances de terminaison – câble rond .....	843
Tableau 167 – Spécification de l'alimentation en 24 V .....	845
Tableau 168 – Spécifications de consommation d'énergie de l'alimentation en 24 V .....	846
Tableau 169 – Récapitulatif de la MAU .....	849
Tableau 170 – Spécifications du câblage .....	852
Tableau 171 – Spécifications de l'émetteur .....	853
Tableau 172 – Spécifications du récepteur .....	853
Tableau 173 – Spécifications du transformateur .....	854
Tableau 174 – Paramètres de l'appareil .....	861
Tableau 175 – Limites d'amplitude de transmission .....	864
Tableau 176 – Spécifications du récepteur numérique .....	867
Tableau 177 – Caractéristiques des appareils à haute impédance .....	870
Tableau 178 – Caractéristiques des appareils à faible impédance .....	870
Tableau 179 – Caractéristiques des appareils secondaires .....	870
Tableau 180 – Caractéristiques d'alimentation du réseau .....	872
Tableau 181 – Caractéristiques de la barrière .....	874
Tableau 182 – Caractéristiques requises du matériel divers .....	875
Tableau 183 – Caractéristiques recommandées du matériel divers .....	876
Tableau A.1 – Dimensions de connecteur interne .....	877
Tableau A.2 – Affectation des contacts du connecteur externe pour environnements industriels rigoureux .....	878
Tableau A.3 – Affectation des contacts du connecteur externe pour environnements industriels typiques .....	885
Tableau A.4 – Dimensions du connecteur du côté fixe (appareil) .....	885
Tableau A.5 – Dimensions du connecteur du côté libre (câble) .....	886
Tableau A.6 – Dimensions de connecteur .....	887
Tableau B.1 – Spécifications du câblage typique .....	888
Tableau B.2 – Longueurs maximales de ligne secondaire recommandées en fonction du nombre d'éléments de communication .....	889
Tableau C.1 – Récapitulatif de spécifications d'une étoile passive optique: exemple .....	891
Tableau D.1 – Topologie en étoile passive .....	894
Tableau D.2 – Topologie en étoile active .....	894
Tableau E.1 – Variantes de fibres en mode fibre double .....	896
Tableau E.2 – Variantes de fibres en mode monofibre .....	896
Tableau F.1 – Exigences des connecteurs .....	897
Tableau F.2 – Définition des broches du connecteur NAP .....	899
Tableau H.1 – Définition des sorties du récepteur à câble coaxial de 5 Mbit/s en mode tension .....	916
Tableau H.2 – Spécifications de tore bobiné de support à câble coaxial .....	919
Tableau I.1 — Affectation des contacts du connecteur externe pour environnements industriels rigoureux .....	921
Tableau I.2 – Désignations des contacts .....	923

Tableau I.3 – Désignations des contacts .....	924
Tableau I.4 – Désignations des contacts .....	924
Tableau K.1 – Exemple de calcul de bilan de liaison pour une fibre silice multimodale 62,5/125 $\mu\text{m}$ .....	935
Tableau K.2 – Exemple de calcul de bilan de liaison pour une fibre silice unimodale 9/125 $\mu\text{m}$ .....	936
Tableau K.3 – Exemple de calcul de bilan de liaison pour une fibre plastique multimodale 980/1 000 $\mu\text{m}$ .....	937
Tableau K.4 – Exemple de calcul de bilan de niveau pour une fibre silice multimodale 200/230 $\mu\text{m}$ .....	937
Tableau M.1 – Affectation des contacts du connecteur subminiature D à 9 contacts .....	940
Tableau M.2 – Affectation des contacts du connecteur terminal .....	941
Tableau M.3 – Dimensions de connecteur hybride à fibre optique de type 8 .....	945
Tableau O.1 – Spécifications de l'émetteur .....	949
Tableau O.2 – Spécifications du récepteur .....	949
Tableau O.3 – Spécifications des câbles (exemple) .....	950
Tableau O.4 – Données système de la ligne de transmission optique à 650 nm .....	951
Tableau R.1 – Spécifications du câblage de PhL-B .....	964
Tableau R.2 – Spécifications du câble plat de PhL-P .....	966
Tableau R.3 – Spécifications du câble rond de PhL-P – type préférentiel .....	967
Tableau R.4 – Spécifications du câble rond de PhL-P – variante .....	968
Tableau T.1 – Paramètres d'appareils et de câbles .....	981

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

#### Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

NOTE Les combinaisons de types de protocoles sont spécifiées dans la CEI 61784-1 et la CEI 61784-2.

La Norme Internationale CEI 61158-2 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

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

- nouvelle spécification de Type 20 en 3.12, 4.1.11, 4.2.11, 5.12, Article 34 et Annexe T;
- nouvelle spécification de Type 24 en 3.11, 4.2.10, 5.11, 6.9, 9.12, Article 33 et Annexe S;
- Article 17 Type 1: Unité de liaison au support: signalisation radio supprimée en raison d'insuffisances en termes de prise en charge;
- spécification des supports RS232 pour Type 4 retirée pour cause d'obsolescence.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65C/758A/FDIS	65C/775/RVD

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

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

NOTE De légères variations par rapport aux directives ont été autorisées par le Bureau Central de la CEI pour assurer la continuité de la numérotation des paragraphes dans les éditions précédentes.

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

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 la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. À 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.**

## 0 Introduction

### 0.1 Généralités

La présente partie de la CEI 61158 est une d'une série produite pour faciliter l'interconnexion de composants d'un système d'automatisation. Elle est liée à d'autres normes de la série telle que définie par le modèle de référence des bus de terrain "à trois couches" décrit dans le rapport CEI 61158-1.

### 0.2 Aperçu de la couche physique

Le principal objectif de la présente norme est de fournir un ensemble de règles de communication exprimées en termes de procédures à appliquer par les entités Ph homologues au cours de la communication.

La couche physique reçoit des unités de données de la couche liaison de données, les code si nécessaire en ajoutant des informations de trame de communication et transmet les signaux physiques résultants au support de transmission à un nœud donné. Les signaux sont ensuite reçus à un ou plusieurs autres nœuds, décodés si nécessaire en retirant les informations de trame de communication avant que les unités de données ne soient passées à la couche liaison de données de l'appareil de réception.

### 0.3 Aperçu des documents

La présente norme est constituée de spécifications de couche physique correspondant à de nombreux types de protocoles de couche physique spécifiés dans la série CEI 61158.

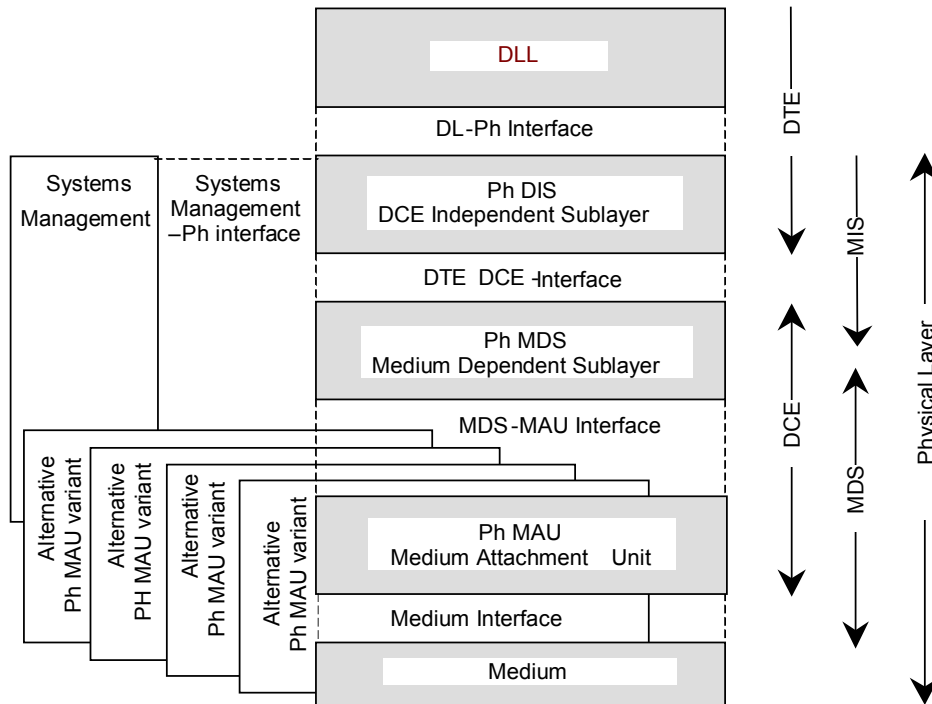
NOTE 1 La numérotation des types de protocoles utilisés est homogène dans l'ensemble de la série de normes CEI 61158.

NOTE 2 Les spécifications des Types 1, 2, 3, 4, 8, 16, 18, 20 et 24 sont incluses. Le Type 7 utilise des spécifications de Type 1. Les autres Types n'utilisent aucune des spécifications objet de la présente norme.

NOTE 3 Pour faciliter le renvoi aux textes correspondants, les numéros de Type sont indiqués dans le titre des articles. En d'autres termes, la spécification donnée dans ledit Article/paragraphe s'applique à ce type, ce qui n'exclut pas son utilisation pour d'autres Types.

NOTE 4 Les ensembles de dispositions d'interfonctionnement sont du ressort de l'utilisateur de la présente norme. Pour plus d'informations sur les profils de communication normalisés fondés sur la série de normes CEI 61158, se reporter à la CEI 61784-1 ou à la CEI 61784-2.

Un modèle général de la couche physique est illustré à la Figure 1.



**Légende**

Anglais	Français
DL-Ph interface	Interface DL – Ph
Systems management	Gestion systèmes
Systems management – Ph interface	Interface Gestion systèmes – Ph
Ph DIS DCE Independent Sublayer	DIS de Ph: Sous-couche indépendante du DCE
DTE-DCE Interface	Interface ETDD – DCE
Ph MDS Medium dependent sublayer	MDS de Ph: Sous-couche dépendante du support
MDS – MAU interface	Interface MDS – MAU
Alternative Ph MAU variant	Variante de MAU de Ph
Ph – MAU Medium Attachment Unit	MAU de Ph: Unité de liaison au support
Medium interface	Interface de support
Medium	Support
DCE DTE	ETDDCE
Physical Layer	Couche physique
Alternative Ph MAU variant	Variante Ph MAU alternative

**Figure 1 – Modèle général de couche physique**

NOTE 5 Les types de protocoles utilisent un sous-ensemble des éléments de structure.

NOTE 6 Etant donné que le Type 8 utilise un DIS plus complexe que celui des autres types, le terme MIS est employé pour le différencier.

Les caractéristiques communes de tous les types et variantes sont les suivantes:

- émission numérique de données;
- pas de transmission d'horloge séparée;
- communication soit en semi-duplex (bidirectionnelle mais dans un sens à la fois) soit en transmission bidirectionnelle simultanée.

## **0.4 Principales variantes de couche physique spécifiées dans la présente norme**

### **0.4.1 Support de Type 1**

#### **0.4.1.1 Type 1: Supports câblés**

Pour les supports câblés à paire torsadée, le Type 1 spécifie deux modes de couplage et différentes vitesses de signalisation comme suit:

- a) mode tension (couplage parallèle), 150  $\Omega$ , débits binaires de 31,25 kbit/s à 25 Mbit/s;
- b) mode tension (couplage parallèle), 100  $\Omega$ , 31,25 kbit/s;
- c) mode courant (couplage série), 1,0 Mbit/s comprenant deux options de courant.

Les variantes en mode tension peuvent être mises en œuvre avec un couplage inductif en utilisant des transformateurs. Ceci n'est pas obligatoire si les exigences d'isolation de la présente norme sont satisfaites par d'autres moyens.

La couche physique à support câblé de Type 1 (paire torsadée ou non) dispose des options suivantes:

- pas d'alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus; pas de sécurité intrinsèque;
- alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus; pas de sécurité intrinsèque;
- pas d'alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus; sécurité intrinsèque;
- alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus; sécurité intrinsèque.

#### **0.4.1.2 Type 1: Supports optiques**

Les principales variantes du support en fibre optique de Type 1 sont les suivantes:

- fibre optique double, débits binaires de 31,25 kbit/s à 25 Mbit/s;
- mode monofibre, 31,25 kbit/s.

### **0.4.2 Type 2: Supports à câble coaxial et optique**

Le Type 2 spécifie les variantes suivantes:

- support à câble cuivre coaxial, 5 Mbit/s;
- support à fibre optique, 5 Mbit/s;
- port d'accès au réseau (NAP), un mécanisme de liaison temporaire point à point qui peut être utilisé pour la programmation, la configuration, le diagnostic ou à d'autres fins;
- sous-couches machine répéteur (RM, RRM) et couches physiques redondantes.

### **0.4.3 Type 3: Supports câblés et optiques à paire torsadée**

Le Type 3 spécifie les émissions synchrones suivantes:

- a) support câblé à paire torsadée, 31,25 kbit/s, mode tension (couplage parallèle) avec les options suivantes:
  - alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus: pas de sécurité intrinsèque;
  - alimentation par l'intermédiaire des conducteurs de bus: sécurité intrinsèque;

ainsi que les variantes de transmission asynchrone suivantes:

- b) support câblé à paire torsadée, jusqu'à 12 Mbit/s, norme TIA/EIA-485-A de l'ANSI;
- c) support à fibre optique, jusqu'à 12 Mbit/s, avec type A4a de la CEI 60793-2-40 et type A3c de la CEI 60793-2-30.



#### **0.4.4 Type 4: Support câblé**

Le Type 4 spécifie des supports câblés ayant les caractéristiques suivantes:

- support câblé RS485, jusqu'à 76,8 kbit/s.

#### **0.4.5 Type 8: Supports câblés et optiques à paire torsadée**

La couche physique permet également l'émission d'unités de données reçues par l'intermédiaire d'un accès au support par le support de transmission directement à travers un autre accès au support et son protocole de transmission vers un autre appareil.

Le Type 8 spécifie les variantes suivantes:

- support câblé à paire torsadée, jusqu'à 16 Mbit/s;
- support à fibre optique, jusqu'à 16 Mbit/s.

Les caractéristiques générales de ces supports de transmission sont les suivantes:

- transmission bidirectionnelle simultanée;
- Codage NRZ (non-return-to-zero – non retour à zéro).

Les types de supports câblés disposent des options suivantes:

- pas d'alimentation par l'intermédiaire du câble de bus, pas de sécurité intrinsèque;
- alimentation par l'intermédiaire du câble de bus et sur des conducteurs supplémentaires, pas de sécurité intrinsèque.

#### **0.4.6 Type 12: Supports câblés**

Le Type 12 spécifie des supports câblés ayant les caractéristiques suivantes:

- Support câblé LVDS jusqu'à 100 Mbit/s.

#### **0.4.7 Type 16: Supports optiques**

Le Type 16 spécifie une transmission synchrone utilisant un support à fibre optique, à 2 Mbit/s, 4 Mbit/s, 8 Mbit/s et 16 Mbit/s.

#### **0.4.8 Type 18: Supports**

##### **0.4.8.1 Type 18: Supports basiques**

Le Type 18-PhL-B spécifie un signal de transmission équilibrée sur un câble torsadé blindé à 3 conducteurs. Il est spécifié des débits binaires pouvant atteindre 10 Mbit/s et des distances de transmission allant jusqu'à 1,2 km.

##### **0.4.8.2 Type 18: Supports alimentés**

Le Type 18-PhL-P spécifie un signal de transmission équilibrée sur un câble non blindé à 4 conducteurs, à profil plat ou rond dont les conducteurs sont conçus pour le signal de communications et la distribution d'une alimentation intégrée au réseau. Il est spécifié des débits binaires allant jusqu'à 2,5 Mbit/s et des distances de transmission allant jusqu'à 500 m.

#### **0.4.9 Type 20: Supports**

Le Type 20 utilise la modulation par déplacement de fréquence (FSK) continue de phase binaire. Un courant à fréquence relativement élevée est superposé à un courant analogique à basse fréquence, qui est habituellement dans la plage 4 mA à 20 mA. Les signaux numérique et analogique partagent le même support mais diffèrent en termes de contenu fréquentiel. Les appareils de communication envoient un signal soit avec le courant, soit avec la tension, et

toutes les signalisations apparaissent en tant que tension lorsqu'elles sont détectées à basse impédance. Par conséquent, la signalisation numérique est une extension de la signalisation analogique conventionnelle.

La couche physique utilise généralement un câble en cuivre à paire torsadée en tant que support et fournit uniquement une communication numérique ou une communication numérique et analogique simultanée à des distances d'au moins 1 500 m (environ 5 000 pieds). Les distances de communication maximales peuvent varier en fonction de la construction du réseau et des conditions environnementales.

#### **0.4.10 Type 24: Supports**

Le Type 24 spécifie un support câblé à paire torsadée à 10 Mbit/s. Les caractéristiques générales de ce support de transmission sont les suivantes;

- L'interface de bus TIA/EIA-485 de l'ANSI avec isolation galvanique utilisant un transformateur;
- transmission semi-duplex;
- Codage de Manchester.

#### **0.5 Déclaration de droits de propriété**

La Commission Électrotechnique Internationale (CEI) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet intéressant le Type 2 traité en 5.3, 9.4, 10.4, des Articles 18 à 20, ainsi que de l'Annexe F à l'Annexe H, comme suit:

US 5,396,197: PRISE de nœud de réseau

Ce droit de propriété est détenu par son inventeur sous une licence accordée à ODVA, Inc.

La CEI ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

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

ODVA, Inc.  
2370 East Stadium Boulevard #1000  
Ann Arbor, Michigan 48104  
Etats Unis  
Attention: Service du Directeur Exécutif  
e-mail: [odva@odva.org](mailto:odva@odva.org)

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

L'ISO ([www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)) et la CEI (<http://www.iec.ch>) maintiennent des bases de données en ligne pour les droits de propriété applicables à leurs normes. Les utilisateurs sont invités à consulter les bases de données pour prendre connaissance des informations les plus actuelles concernant les droits de propriété.

## RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

### Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61158 spécifie les exigences applicables aux composants de bus de terrain. Elle spécifie également les exigences de configuration des supports et des réseaux requises pour garantir un niveau d'intégrité des données

- a) avant vérification d'erreur de la couche liaison de données;
- b) l'interopérabilité entre appareils au niveau de la couche physique.

La couche physique des bus de terrain est conforme à la couche 1 du modèle OSI à 7 couches, telle que définie dans l'ISO/CEI 7498, à l'exception du fait que, pour certains types, les délimiteurs de trame se trouvent dans la couche physique tandis que pour d'autres types, ils se trouvent dans la couche liaison de données.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 CEI 61158, ainsi que la CEI 61784-1 et la CEI 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.

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible sur <http://www.electropedia.org/>)

CEI 60079-11, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque "i"*

CEI 60079-14:2007, *Atmosphères explosives – Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques*

CEI 60079-25, *Atmosphères explosives – Partie 25: Systèmes électriques de sécurité intrinsèque*

CEI 60169-17, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 17: Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques avec diamètre intérieur du conducteur extérieur de 6,5 mm (0,256 in) à verrouillage à vis – Impédance caractéristique 50 ohms (Type TNC)*

IEC 60189-1:2007, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath – Part 1: General test and measuring methods* (disponible en anglais seulement)

CEI 60255-22-1:1988<sup>1</sup>, *Relais électriques – Partie 22-1: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et appareils de protection – Section 1: Essais à l'onde oscillatoire amortie à 1 Mhz*

CEI 60364-4-41, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-5-54 *Installations électriques basse-tension – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Installations de mise à la terre et conducteurs de protection*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60603-7-4, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-4: Spécification particulière pour les fiches et les embases non blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 250 MHz*

CEI 60754-2, *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés sur câbles – Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)*

CEI 60793 (toutes les parties), *Fibres optiques*

CEI 60793-2-30:2012, *Fibres optiques – Partie 2-30: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de catégorie A3*

CEI 60793-2-40:2009, *Fibres optiques – Partie 2-40: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de la catégorie A4*

CEI 60794-1-2:2003<sup>2</sup>, *Câbles à fibre optique – Partie 1-2: Spécification générique – Procédures de base applicables aux essais des câbles optiques*

CEI 60807-3, *Connecteurs rectangulaires utilisés aux fréquences inférieures à 3 MHz – Partie 3: Spécification particulière pour une gamme de connecteurs ayant les boîtiers métalliques de forme trapézoïdale et les contacts ronds – Types de contacts à sertir démontables avec fûts fermés, à insérer et à extraire par l'arrière de l'isolant*

CEI 60811-403, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 403: Essais divers – Essai de résistance à l'ozone sur les mélanges réticulés*

CEI 60811-404:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 404: Essais divers – Essais de résistance à l'huile minérale pour les gaines*

CEI 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques* (Publication fondamentale en CEM)

CEI 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques* (Publication fondamentale en CEM)

---

<sup>1</sup> Cette publication a été supprimée.

<sup>2</sup> Il existe une nouvelle édition de la CEI 60794-1-2 (2013). Celle-ci sera prise en compte dans la prochaine édition de la CEI 61158-2.

CEI 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves* (Publication fondamentale en CEM)

CEI 61131-2:2007, *Automates programmables – Partie 2: Exigences et essais des équipements*

CEI 61156-1:2007, *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quarts pour transmissions numériques – Partie 1: Spécification générique*

CEI 61158-3-20:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-20: Définition des services de la couche liaison de données – Éléments de type 20*

CEI 61158-4-2:2014, *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*

CEI 61158-4-3:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 4-3: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de type 3*

CEI 61169-8:2007, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 8: Spécification intermédiaire – Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques avec diamètre intérieur du conducteur extérieur de 6,5 mm (0,256 in) à verrouillage à baïonnette – Impédance caractéristique 50 Ω (type BNC)*

CEI 61210:2010, *Dispositifs de connexion – Bornes plates à connexion rapide pour conducteurs électriques en cuivre – Exigences de sécurité*

CEI 61754-2, *Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 2: Famille de connecteurs de type BFOC/2,5*

CEI 61754-13, *Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 13: Connecteurs de type FC-PC*

CEI 61754-22, *Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 22: Famille de connecteurs de type F-SMA*

ISO/CEI 7498 (toutes les parties), *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de référence de base*

ISO/CEI 7498-1:1994, *Technologies de l'information – Modèle de référence de base pour l'interconnexion de systèmes ouverts (OSI): Le modèle de base*

ISO/IEC 8482, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Twisted pair multipoint interconnections* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 8802-3, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications* (disponible en anglais seulement)

ISO 9314-1, *Information processing systems – Fibre Distributed Data Interface (FDDI) Part 1: Token Ring Physical Layer Protocol (PHY)* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 10731:1994, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Modèle de Référence de Base – Conventions pour la définition des services OSI*

ISO 4892-1, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 1: Guide général*

ANSI TIA/EIA-422-B, *Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital Interface Circuits*

ANSI TIA/EIA-485-A, *Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems*

ANSI TIA/EIA-644-A, *Electrical Characteristics of Low Voltage Differential Signaling (LVDS) Interface Circuits*