

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XH

ICS 25.040.40; 35.100.20; 35.110

ISBN 978-2-8322-1720-7

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.....	10
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	15
1.1 General.....	15
1.2 Specifications.....	15
1.3 Procedures.....	15
1.4 Applicability.....	16
1.5 Conformance.....	16
2 Normative references	16
3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions	17
3.1 Reference model terms and definitions.....	17
3.2 Service convention terms and definitions.....	19
3.3 Common terms and definitions	20
3.4 Additional Type 2 definitions.....	22
3.5 Type 2 symbols and abbreviations.....	30
3.6 Conventions for station management objects	31
4 Overview of the data-link protocol.....	31
4.1 General.....	31
4.2 Services provided by the DL.....	34
4.3 Structure and definition of DL-addresses	35
4.4 Services assumed from the PhL	37
4.5 Functional classes.....	39
5 General structure and encoding of PhIDUs and DLPDUs and related elements of procedure	40
5.1 Overview.....	40
5.2 Media access procedure.....	40
5.3 DLPDU structure and encoding	44
5.4 Lpacket components	48
5.5 DLPDU procedures	50
5.6 Summary of DLL support services and objects	51
6 Specific DLPDU structure, encoding and procedures.....	53
6.1 Modeling language	53
6.2 DLS user services	55
6.3 Generic tag Lpacket	61
6.4 Moderator Lpacket	62
6.5 Time distribution Lpacket	63
6.6 UCMM Lpacket.....	66
6.7 Keeper UCMM Lpacket.....	66
6.8 TUI Lpacket.....	67
6.9 Link parameters Lpacket and tMinus Lpacket	68
6.10 I'm-alive Lpacket	70
6.11 Ping Lpackets.....	71
6.12 WAMI Lpacket.....	73
6.13 Debug Lpacket	73
6.14 IP Lpacket.....	74
6.15 Ethernet Lpacket	74

7	Objects for station management	74
7.1	General	74
7.2	ControlNet object	76
7.3	Keeper object	86
7.4	Scheduling object	108
7.5	TCP/IP Interface object	119
7.6	Ethernet link object	139
7.7	DeviceNet object	149
7.8	Connection configuration object (CCO)	157
7.9	DLR object	180
7.10	QoS object	195
7.11	Port object	198
8	Other DLE elements of procedure	201
8.1	Network attachment monitor (NAM)	201
8.2	Calculating link parameters	209
9	Detailed specification of DL components	218
9.1	General	218
9.2	Access control machine (ACM)	218
9.3	TxLLC	238
9.4	RxLLC	243
9.5	Transmit machine (TxM)	247
9.6	Receive machine (RxM)	251
9.7	Serializer	257
9.8	Deserializer	260
9.9	DLL management	260
10	Device Level Ring (DLR) protocol	262
10.1	General	262
10.2	Supported topologies	263
10.3	Overview of DLR operation	264
10.4	Classes of DLR implementation	267
10.5	DLR behavior	268
10.6	Implementation requirements	273
10.7	Using non-DLR nodes in the ring network	275
10.8	Redundant gateway devices on DLR network	278
10.9	DLR messages	283
10.10	State diagrams and state-event-action matrices	289
10.11	Performance analysis	316
Annex A	(normative) Indicators and switches	322
A.1	Purpose	322
A.2	Indicators	322
A.2.1	General indicator requirements	322
A.2.2	Common indicator requirements	322
A.2.3	Fieldbus specific indicator requirements (1)	324
A.2.4	Fieldbus specific indicator requirements (2)	328
A.2.5	Fieldbus specific indicator requirements (3)	331
A.3	Switches	335
A.3.1	Common switch requirements	335
A.3.2	Fieldbus specific switch requirements (1)	336

A.3.3	Fieldbus specific switch requirements (2)	336
A.3.4	Fieldbus specific switch requirements (3)	337
	Bibliography	338
Figure 1	– Relationships of DLSAPs, DLSAP-addresses and group DL-addresses	21
Figure 2	– Data-link layer internal architecture	33
Figure 3	– Basic structure of a MAC ID address	35
Figure 4	– Basic structure of a generic tag address	35
Figure 5	– Basic structure of a fixed tag address	36
Figure 6	– M_symbols and Manchester encoding at 5 MHz	38
Figure 7	– NUT structure	41
Figure 8	– Media access during scheduled time	42
Figure 9	– Media access during unscheduled time	43
Figure 10	– DLPDU format	44
Figure 11	– Aborting a DLPDU during transmission	48
Figure 12	– Lpacket format	48
Figure 13	– Generic tag Lpacket format	49
Figure 14	– Fixed tag Lpacket format	50
Figure 15	– Goodness parameter of TimeDist_Lpacket	64
Figure 16	– Example I'm alive processing algorithm	71
Figure 17	– Keeper CRC algorithm	92
Figure 18	– Keeper object power-up state diagram	103
Figure 19	– Keeper object operating state diagram	105
Figure 20	– Synchronized network change processing	108
Figure 21	– State transition diagram for TCP/IP Interface object	132
Figure 22	– State transition diagram for TCP/IP Interface object (continued)	133
Figure 23	– ACD Behavior	135
Figure 24	– State transition diagram for Ethernet Link object	149
Figure 25	– Connection configuration object edit flowchart	180
Figure 26	– NAM state machine	202
Figure 27	– DLR rings connected to switches	264
Figure 28	– Normal operation of a DLR network	265
Figure 29	– Beacon and Announce frames	265
Figure 30	– Link failure	266
Figure 31	– Network reconfiguration after link failure	267
Figure 32	– Neighbor Check process	273
Figure 33	– Unsupported topology – example 1	277
Figure 34	– Unsupported topology – example 2	277
Figure 35	– DLR ring connected to switches through redundant gateways	279
Figure 36	– DLR redundant gateway capable device	280
Figure 37	– Advertise frame	282
Figure 38	– State transition diagram for Beacon frame based non-supervisor ring node	290
Figure 39	– State transition diagram for Announce frame based non-supervisor ring node	295

Figure 40 – State transition diagram for ring supervisor	299
Figure 41 – State transition diagram for redundant gateway	312
Figure A.1 – Non redundant network status indicator labeling	328
Figure A.2 – Redundant network status indicator labeling	328
Figure A.3 – Network status indicator state diagram	331
Table 1 – Format of attribute tables	31
Table 2 – Data-link layer components	32
Table 3 – MAC ID addresses allocation	35
Table 4 – Fixed tag service definitions	36
Table 5 – Data encoding rules	37
Table 6 – M Data symbols	39
Table 7 – Truth table for ph_status_indication	39
Table 8 – FCS length, polynomials and constants	45
Table 9 – DLL support services and objects	52
Table 10 – Elementary data types	55
Table 11 – DLL events	59
Table 12 – Time distribution priority	65
Table 13 – Format of the TUI Lpacket	67
Table 14 – ControlNet object class attributes	76
Table 15 – ControlNet object instance attributes	76
Table 16 – TUI status flag bits	80
Table 17 – Mac_ver bits	81
Table 18 – Channel state bits	82
Table 19 – ControlNet object common services	83
Table 20 – ControlNet object class specific services	84
Table 21 – Keeper object revision history	86
Table 22 – Keeper object class attributes	87
Table 23 – Keeper object instance attributes	87
Table 24 – Keeper operating state definitions	90
Table 25 – Port status flag bit definitions	90
Table 26 – TUI status flag bits	91
Table 27 – Keeper attributes	94
Table 28 – Memory requirements (in octets) for the Keeper attributes	94
Table 29 – Keeper object common services	95
Table 30 – Keeper object class specific services	95
Table 31 – Service error codes	96
Table 32 – Wire order format of the TUI Lpacket	100
Table 33 – Service error codes	101
Table 34 – Keeper object operating states	101
Table 35 – Keeper object state event matrix	105
Table 36 – Scheduling object class attributes	109
Table 37 – Scheduling object instance attributes	109

Table 38 – Scheduling object common services	110
Table 39 – Status error descriptions for Create	111
Table 40 – Status error descriptions for Delete and Kick_Timer	112
Table 41 – Scheduling object class specific services	112
Table 42 – Status error descriptions for Read	114
Table 43 – Status error descriptions for Conditional_Write	115
Table 44 – Status error descriptions for Forced_Write	115
Table 45 – Status error descriptions for Change_Start	116
Table 46 – Status error descriptions for Break_Connections	116
Table 47 – Status error descriptions for Change_Complete	117
Table 48 – Status error descriptions for Restart_Connections	118
Table 49 – Revision history	119
Table 50 – TCP/IP Interface object class attributes	120
Table 51 – TCP/IP Interface object instance attributes	120
Table 52 – Status bits	123
Table 53 – Configuration capability bits	124
Table 54 – Configuration control bits	124
Table 55 – Example path	125
Table 56 – Interface configuration components	126
Table 57 – Alloc control values	128
Table 58 – AcdActivity values	129
Table 59 – ArpPdu - ARP Response PDU in binary format	129
Table 60 – TCP/IP Interface object common services	130
Table 61 – Get_Attribute_All reply format	130
Table 62 – Ethernet link object revision history	139
Table 63 – Ethernet link object class attributes	140
Table 64 – Ethernet link object instance attributes	140
Table 65 – Interface flags bits	143
Table 66 – Control bits	145
Table 67 – Interface type	145
Table 68 – Interface state	146
Table 69 – Admin state	146
Table 70 – Ethernet Link object common services	146
Table 71 – Get_Attribute_All reply format	147
Table 72 – Ethernet Link object class specific services	148
Table 73 – DeviceNet object revision history	150
Table 74 – DeviceNet object class attributes	150
Table 75 – DeviceNet object instance attributes	150
Table 76 – Bit rate attribute values	152
Table 77 – BOI attribute values	153
Table 78 – Diagnostic counters bit description	155
Table 79 – DeviceNet object common services	156
Table 80 – Reset service parameter	156

Table 81 – Reset service parameter values	156
Table 82 – DeviceNet object class specific services.....	157
Table 83 – Connection configuration object revision history	158
Table 84 – Connection configuration object class attributes	158
Table 85 – Format number values	159
Table 86 – Connection configuration object instance attributes	160
Table 87 – Originator connection status values	164
Table 88 – Target connection status values	164
Table 89 – Connection flags	165
Table 90 – I/O mapping formats	167
Table 91 – Services valid during a change operation	169
Table 92 – Connection configuration object common services.....	169
Table 93 – Get_Attribute_All Response – class level	170
Table 94 – Get_Attribute_All response – instance level.....	170
Table 95 – Set_Attribute_All error codes.....	172
Table 96 – Set_Attribute_All request.....	172
Table 97 – Create request parameters	174
Table 98 – Create error codes	174
Table 99 – Delete error codes.....	175
Table 100 – Restore error codes.....	175
Table 101 – Connection configuration object class specific services	175
Table 102 – Change_Start error codes	177
Table 103 – Get_Status service parameter	177
Table 104 – Get_Status service response	177
Table 105 – Get_Status service error codes	178
Table 106 – Change_Complete service parameter	178
Table 107 – Change_Complete service error codes	178
Table 108 – Audit_Changes service parameter	179
Table 109 – Audit_Changes service error codes	179
Table 110 – Revision history	181
Table 111 – DLR object class attributes	181
Table 112 – DLR object instance attributes	181
Table 113 – Network Status values	185
Table 114 – Ring Supervisor Status values	185
Table 115 – Capability flags.....	188
Table 116 – Redundant Gateway Status values	190
Table 117 – DLR object common services	191
Table 118 – Get_Attribute_All Response – Object Revision 1, non supervisor device	191
Table 119 – Get_Attribute_All Response – Object Revision 1, supervisor-capable device.....	192
Table 120 – Get_Attribute_All Response – Object Revision 2, non supervisor device	192
Table 121 – Get_Attribute_All Response – All other cases.....	193
Table 122 – DLR object class specific services	194

Table 123 – QoS object revision history	195
Table 124 – QoS object class attributes	195
Table 125 – QoS object instance attributes	196
Table 126 – Default DCSP values and usages	197
Table 127 – QoS object common services	197
Table 128 – Port object class attributes	198
Table 129 – Port object instance attributes	199
Table 130 – Port object common services	201
Table 131 – NAM states	201
Table 132 – Default link parameters	202
Table 133 – PhL timing characteristics	210
Table 134 – DLR variables	268
Table 135 – Redundant gateway variables	281
Table 136 – MAC addresses for DLR messages	283
Table 137 – IEEE 802.1Q common frame header format	284
Table 138 – DLR message payload fields	284
Table 139 – DLR frame types	284
Table 140 – Format of the Beacon frame	285
Table 141 – Ring State values	285
Table 142 – Format of the Neighbor_Check request	286
Table 143 – Format of the Neighbor_Check response	286
Table 144 – Format of the Link_Status/Neighbor_Status frame	286
Table 145 – Link/Neighbor status values	287
Table 146 – Format of the Locate_Fault frame	287
Table 147 – Format of the Announce frame	287
Table 148 – Format of the Sign_On frame	288
Table 149 – Format of the Advertise frame	288
Table 150 – Gateway state values	288
Table 151 – Format of the Flush_Tables frame	289
Table 152 – Format of the Learning_Update frame	289
Table 153 – Parameter values for Beacon frame based non-supervisor ring node	290
Table 154 – LastBcnRcvPort bit definitions	291
Table 155 – State-event-action matrix for Beacon frame based non-supervisor ring node	291
Table 156 – Parameter values for Announce frame based non-supervisor ring node	295
Table 157 – State-event-action matrix for Announce frame based non-supervisor ring node	296
Table 158 – Parameter values for ring supervisor node	299
Table 159 – LastBcnRcvPort bit definitions	300
Table 160 – State-event-action matrix for ring supervisor node	301
Table 161 – Parameter values for redundant gateway node	313
Table 162 – State-event-action matrix for redundant gateway node	314
Table 163 – Parameters/assumptions for example performance calculations	316
Table 164 – Example ring configuration parameters and performance	319

Table 165 – Variables for performance analysis	320
Table A.1 – Module status indicator	323
Table A.2 – Time Sync status indication	324
Table A.3 – Network status indicators	326
Table A.4 – Network status indicator	330
Table A.5 – Network status indicator	333
Table A.6 – Combined module/network status indicator	334
Table A.7 – I/O status indicator	335
Table A.8 – Bit rate switch encoding	337

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

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

FOREWORD

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

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

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

International Standard IEC 61158-4-2 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial process measurement, control and automation.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the previous edition are listed below.

- Addition of conventions in 3.6
- Updates of ControlNet object in 7.2
- Addition of missing V/NV attribute characteristic in 7.5, 7.6, 7.7
- Extensions and clarifications of TCP/IP interface object in 7.5
- Extensions and clarifications of Ethernet Link object in 7.6
- Extensions and clarifications of CCO object in 7.8
- Extensions and updates of DLR object in 7.9
- Updates of QoS object in 7.10
- Addition of Port object in 7.11
- Updates to DL state machines in 8.1 and 9.2
- Extensions and updates of DLR protocol in Clause 10
- Update of indicator behaviour in A.2.2 and A.2.3
- Miscellaneous editorial corrections

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

FDIS	Report on voting
65C/762/FDIS	65C/772/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.

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

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

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

This standard is concerned, in particular, with the communication and interworking of sensors, effectors and other automation devices. By using this standard together with other standards positioned within the OSI or fieldbus reference models, otherwise incompatible systems may work together in any combination.

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

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

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

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

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

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

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

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

1 Scope

1.1 General

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

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

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

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

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

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

1.2 Specifications

This standard specifies

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

1.3 Procedures

The procedures are defined in terms of

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

1.4 Applicability

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

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

1.5 Conformance

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

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

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

IEC 61158-5-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-2: Application layer service definition – Type 2 elements*

IEC 61158-6-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-2: Application layer protocol specification – Type 2 elements*

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

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

IEC 62026-3:2008, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet*

ISO/IEC 3309¹, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – High-level data link control (HDLC) procedures – Frame structure*

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

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

¹ This standard has been withdrawn.

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 11898:1993², *Road vehicles – Interchange of digital information – Controller area network (CAN) for high-speed communication*

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

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

IEEE 802.3-2008, *IEEE Standard for 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*, available at <<http://www.ieee.org>>

IETF RFC 951, *Bootstrap Protocol (BOOTP)*, available at <<http://www.ietf.org>>

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

IETF RFC 1542, *Clarifications and Extensions for the Bootstrap Protocol*, available at <<http://www.ietf.org>>

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

IETF RFC 2131, *Dynamic Host Configuration Protocol*, available at <<http://www.ietf.org>>

IETF RFC 2132, *DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions*, available at <<http://www.ietf.org>>

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

IETF RFC 5227:2008, *IPv4 Address Conflict Detection*, available at <<http://www.ietf.org>>

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	348
INTRODUCTION.....	351
1 Domaine d'application	353
1.1 Généralités.....	353
1.2 Spécifications.....	353
1.3 Procédures.....	354
1.4 Applicabilité.....	354
1.5 Conformité	354
2 Références normatives.....	354
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	356
3.1 Termes et définitions relatifs au modèle de référence.....	356
3.2 Termes et définitions relatifs à la convention de service	358
3.3 Termes et définitions communs	359
3.4 Définitions de type 2 supplémentaires	361
3.5 Symboles et abréviations de type 2	369
3.6 Conventions relatives aux objets de gestion de la station	370
4 Présentation du protocole de liaison de données	371
4.1 Généralités.....	371
4.2 Services fournis par la DL	373
4.3 Structure et définition des adresses DL	374
4.4 Service supposé provenir de PhL	376
4.5 Classes fonctionnelles.....	379
5 Structure générale et codage des PhIDU et DLPDU et éléments de mode opérateur connexes	379
5.1 Présentation.....	379
5.2 Mode opératoire d'accès au support.....	379
5.3 Structure et codage de DLPDU.....	384
5.4 Composants Lpacket	389
5.5 Modes opératoires DLPDU	392
5.6 Récapitulatif des services de support et objets DLL.....	393
6 Structure DLPDU spécifique, codage et modes opératoires	395
6.1 Langage de modélisation.....	395
6.2 Services utilisateur DLS	397
6.3 Lpacket à balise générique.....	404
6.4 Lpacket modérateur.....	405
6.5 Lpacket de répartition temporelle	406
6.6 Lpacket UCMM.....	409
6.7 Lpacket Keeper UCMM.....	409
6.8 Lpacket TUI.....	410
6.9 Paramètres de liaison Lpacket et tMinus Lpacket	412
6.10 Lpacket I'm-alive	413
6.11 Lpackets ping	416
6.12 Lpacket WAMI	417
6.13 Lpacket Debug	418
6.14 Lpacket IP	418
6.15 Lpacket Ethernet.....	418

7	Objets de gestion de la station	419
7.1	Généralités.....	419
7.2	Objet ControlNet	420
7.3	Objet Keeper	432
7.4	Objet de planification.....	458
7.5	Objet d'interface TCP/IP.....	469
7.6	Objet de liaison Ethernet.....	492
7.7	Objet DeviceNet	505
7.8	Objet de configuration de connexion (CCO).....	514
7.9	Objet DLR	537
7.10	Objet QoS	553
7.11	Objet de port	556
8	Autre éléments de procédure DLE	560
8.1	Moniteur de connexion au réseau (NAM).....	560
8.2	Calcul des paramètres de liaison.....	567
9	Spécification détaillée des composants DL	576
9.1	Généralités.....	576
9.2	Machine de contrôle d'accès (ACM)	576
9.3	TxLLC	596
9.4	RxLLC	601
9.5	Machine de transmission (TxM).....	605
9.6	Machine destinataire (RxM).....	610
9.7	Convertisseur parallèle-série.....	616
9.8	Convertisseur série-parallèle.....	619
9.9	Gestion de DLL	619
10	Protocole DLR (Device Level Ring)	622
10.1	Généralités.....	622
10.2	Topologies prises en charge.....	622
10.3	Présentation de l'opération DLR	624
10.4	Classes de mise en œuvre DLR	627
10.5	Comportement DLR.....	628
10.6	Exigences de mise en œuvre.....	634
10.7	Utilisation des nœuds non DLR dans le réseau en anneau	636
10.8	Appareils passerelle redondants sur un réseau DLR	640
10.9	Messages DLR.....	646
10.10	Diagrammes d'états et matrices SEA (State-Event-Action)	652
10.11	Analyse de performance.....	686
	Annexe A (normative) Voyants et commutateurs	693
A.1	Objectif.....	693
A.2	Voyants	693
A.2.1	Exigences générales relatives aux voyants	693
A.2.2	Exigences communes relatives aux voyants	693
A.2.3	Exigences relatives au voyant spécifique au bus de terrain (1).....	695
A.2.4	Exigences relatives au voyant spécifique au bus de terrain (2).....	700
A.2.5	Exigences relatives au voyant spécifique au bus de terrain (3).....	703
A.3	Commutateurs	708
A.3.1	Exigences communes du commutateur.....	708
A.3.2	Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain (1)	708

A.3.3 Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain (2)	709
A.3.4 Exigences du commutateur spécifique au bus de terrain (3)	709
Bibliographie.....	710
Figure 1 – Relations des DLSAP, des adresses DLSAP et des adresses DL de groupe	360
Figure 2 – Architecture interne de la couche de liaison de données	372
Figure 3 – Structure de base d'une adresse MAC ID	374
Figure 4 – Structure de base d'une adresse de balise générique	375
Figure 5 – Structure de base d'une adresse de balise fixe	375
Figure 6 – M_symbols et codage Manchester à 5 MHz.....	377
Figure 7 – Structure de la NUT	381
Figure 8 – Accès au support pendant la durée planifiée	382
Figure 9 – Accès au support pendant la durée non planifiée	383
Figure 10 – Format de DLPDU.....	385
Figure 11 – Annulation d'une DLPDU pendant la transmission	389
Figure 12 – Format de Lpacket	389
Figure 13 – Format Lpacket à balise générique.....	391
Figure 14 – Format Lpacket à balise fixe	391
Figure 15 – Paramètre goodness de TimeDist_Lpacket.....	407
Figure 16 – Exemple d'algorithme de traitement l'm alive.....	415
Figure 17 – Algorithme CRC de l'objet Keeper	438
Figure 18 – Diagramme d'états d'activation de l'objet Keeper.....	452
Figure 19 – Diagramme d'états de fonctionnement de l'objet Keeper	454
Figure 20 – Traitement de la modification du réseau synchronisée	458
Figure 21 – Diagramme de transition d'états de l'objet d'interface TCP/IP	484
Figure 22 – Diagramme de transition d'états de l'objet d'interface TCP/IP.....	486
Figure 23 – Comportement ACD	488
Figure 24 – Diagramme de transition d'états de l'objet de liaison Ethernet	504
Figure 25 – Diagramme d'édition de l'objet de configuration de connexion	537
Figure 26 – Diagramme d'états du NAM.....	561
Figure 27 – Anneaux DLR connectés aux commutateurs.....	623
Figure 28 – Fonctionnement normal d'un réseau DLR.....	624
Figure 29 – Trames Beacon et Announce	625
Figure 30 – Interruption de liaison.....	626
Figure 31 – Reconfiguration du réseau après une interruption de liaison	627
Figure 32 – Processus Neighbor Check	634
Figure 33 – Topologie non prise en charge – Exemple 1	638
Figure 34 – Topologie non prise en charge – Exemple 2.....	639
Figure 35 – Anneau DLR connecté aux commutateurs via des passerelles redondantes	641
Figure 36 – Appareil passerelle redondant DLR	642
Figure 37 – Trame Advertise.....	644
Figure 38 – Diagramme de transition d'états de la trame Beacon en fonction du nœud d'anneau non superviseur.	653

Figure 39 – Diagramme de transition d'états de la trame Announce en fonction du nœud d'anneau non superviseur	660
Figure 40 – Diagramme de transition d'états du superviseur d'anneau	666
Figure 41 – Diagramme de transition d'états de la passerelle redondante	682
Figure A.1 – Etiquetage du voyant d'état du réseau non redondant	699
Figure A.2 – Etiquetage du voyant d'état du réseau redondant	700
Figure A.3 – Diagramme d'état du voyant d'état du réseau	703
Tableau 1 – Format des tableaux d'attributs	370
Tableau 2 – Composants de la couche de liaison de données	371
Tableau 3 – Allocation d'adresses MAC ID	375
Tableau 4 – Définitions de service de balise fixe	375
Tableau 5 – Règles de codage des données	377
Tableau 6 – Symboles de données M	378
Tableau 7 – Tableau de vérité de ph_status_indication	378
Tableau 8 – Longueur, polynômes et constantes FCS	386
Tableau 9 – Services de support et objets DLL	393
Tableau 10 – Types de données élémentaires	397
Tableau 11 – Événements DLL	402
Tableau 12 – Priorité de répartition temporelle	408
Tableau 13 – Format du Lpacket TUI	411
Tableau 14 – Attributs de classe de l'objet ControlNet	420
Tableau 15 – Attributs d'instance de l'objet ControlNet	421
Tableau 16 – Bits de balise d'état TUI	425
Tableau 17 – Bits de Mac_ver	427
Tableau 18 – Bits d'état du canal	427
Tableau 19 – Services communs de l'objet ControlNet	429
Tableau 20 – Services spécifiques à la classe de l'objet ControlNet	430
Tableau 21 – Historique de révision de l'objet Keeper	432
Tableau 22 – Attributs de classe de l'objet Keeper	432
Tableau 23 – Attributs d'instance de l'objet Keeper	433
Tableau 24 – Définitions de l'état de fonctionnement de l'objet Keeper	436
Tableau 25 – Définitions de bit de balise d'état du port	436
Tableau 26 – Bits de balise d'état TUI	437
Tableau 27 – Attributs Keeper	440
Tableau 28 – Exigences en matière de mémoire (en octets) des attributs Keeper	440
Tableau 29 – Services communs de l'objet Keeper	441
Tableau 30 – Services spécifiques à la classe de l'objet Keeper	442
Tableau 31 – Codes d'erreur du service	443
Tableau 32 – Format de virement du TUI Lpacket	447
Tableau 33 – Codes d'erreur du service	448
Tableau 34 – Etats de fonctionnement de l'objet Keeper	448
Tableau 35 – Matrice d'événement d'état de l'objet Keeper	454

Tableau 36 – Attributs de classe de l'objet de planification	458
Tableau 37 – Attributs d'instance de l'objet de planification	459
Tableau 38 – Services communs de l'objet de planification	459
Tableau 39 – Description de l'erreur d'état de Create.....	461
Tableau 40 – Description d'erreur d'état pour Delete et Kick_Timer	461
Tableau 41 – Services spécifiques à la classe de l'objet de planification.....	462
Tableau 42 – Description de l'erreur d'état de Read.....	464
Tableau 43 – Descriptions de l'erreur d'état de Conditional_Write.....	465
Tableau 44 – Description de l'erreur d'état pour Forced_Write	465
Tableau 45 – Description de l'erreur d'état de Change_Start.....	466
Tableau 46 – Descriptions de l'erreur d'état de Break_Connections	466
Tableau 47 – Descriptions de l'erreur d'état de Change_Complete.....	467
Tableau 48 – Descriptions de l'erreur d'état de Restart_Connections.....	467
Tableau 49 – Historique de révision	469
Tableau 50 – Attributs de classe de l'objet d'interface TCP/IP.....	470
Tableau 51 – Attributs d'instance de l'objet d'interface TCP/IP.....	470
Tableau 52 – Bits Etat	473
Tableau 53 – Bits de capacité de configuration	474
Tableau 54 – Bits de contrôle de configuration	475
Tableau 55 – Exemple de chemin	476
Tableau 56 – Composants de configuration d'interface	477
Tableau 57 – Valeurs d'alloc control	479
Tableau 58 – Valeurs de AcdActivity.....	480
Tableau 59 – ArpPdu – Unité PDU de la réponse ARP au format binaire	480
Tableau 60 – Services communs de l'objet d'interface TCP/IP	481
Tableau 61 – Format de réponse Get_Attribute_All.....	481
Tableau 62 – Historique de révision de l'objet de liaison Ethernet.....	493
Tableau 63 – Attributs de classe de l'objet de liaison Ethernet.....	493
Tableau 64 – Attributs d'instance de l'objet de liaison Ethernet.....	494
Tableau 65 – Bits des balises d'interface	497
Tableau 66 – Bits de contrôle	498
Tableau 67 – Type d'interface.....	499
Tableau 68 – Etat d'interface	499
Tableau 69 – Etat Admin.....	500
Tableau 70 – Services communs de l'objet de liaison Ethernet	500
Tableau 71 – Format de réponse Get_Attribute_All.....	501
Tableau 72 – Services spécifiques à la classe de l'objet de liaison Ethernet	502
Tableau 73 – Historique de révision de l'objet DeviceNet.....	505
Tableau 74 – Attributs de classe de l'objet DeviceNet.....	505
Tableau 75 – Attributs d'instance de l'objet DeviceNet.....	505
Tableau 76 – Valeurs de l'attribut Bit rate	508
Tableau 77 – Valeurs de l'attribut BOI.....	509
Tableau 78 – Description de bit des compteurs de diagnostic	511

Tableau 79 – Services communs de l'objet DeviceNet	512
Tableau 80 – Paramètre du service Reset	512
Tableau 81 – Valeurs de paramètre du service Reset	513
Tableau 82 – Services spécifiques à la classe de l'objet DeviceNet	513
Tableau 83 – Historique de révision de l'objet de configuration de connexion	514
Tableau 84 – Attributs de classe de l'objet de configuration de connexion	514
Tableau 85 – Valeurs de numéro de format.....	516
Tableau 86 – Attributs d'instance de l'objet de configuration de connexion	516
Tableau 87 – Valeurs d'état de connexion de l'auteur	520
Tableau 88 – Valeurs d'état de connexion cible	520
Tableau 89 – Balises de connexion.....	520
Tableau 90 – Formats de mapping d'E/S.....	523
Tableau 91 – Services valides pendant une opération de modification	525
Tableau 92 – Services communs de l'objet de configuration de la connexion	525
Tableau 93 – Réponse Get_Attribute_All – niveau de la classe.....	526
Tableau 94 – Réponse Get_Attribute_All – niveau de l'instance.....	526
Tableau 95 – Codes d'erreur Set_Attribute_All.....	528
Tableau 96 – Demande Set_Attribute_All.....	528
Tableau 97 – Paramètres de demande Create	530
Tableau 98 – Codes d'erreur Create	530
Tableau 99 – Codes d'erreur Delete.....	531
Tableau 100 – Codes d'erreur Restore.....	531
Tableau 101 – Services spécifiques à la classe de l'objet de configuration de connexion	532
Tableau 102 – Codes d'erreur Change_Start	533
Tableau 103 – Paramètre du service Get_Status	533
Tableau 104 – Réponse du service Get_Status.....	533
Tableau 105 – Codes d'erreur du service Get_Status	534
Tableau 106 – Paramètre du service Change_Complete.....	534
Tableau 107 – Codes d'erreur du service Change_Complete	534
Tableau 108 – Paramètre du service Audit_Changes	535
Tableau 109 – Codes d'erreur du service Audit_Changes	535
Tableau 110 – Historique de révision	537
Tableau 111 – Attributs de classe de l'objet DLR	538
Tableau 112 – Attributs d'instance de l'objet DLR	539
Tableau 113 – Valeurs de l'attribut Network Status	542
Tableau 114 – Valeur de l'attribut Ring Supervisor Status.....	543
Tableau 115 – Balises de capacité.....	546
Tableau 116 – Valeur de l'attribut Redundant Gateway Status	548
Tableau 117 – Services communs de l'objet DLR.....	549
Tableau 118 – Réponse Get_Attribute_All – appareil non superviseur de Révision d'objet 1	550
Tableau 119 – Réponse Get_Attribute_All– appareil superviseur de Révision d'objet 1	550

Tableau 120 – Réponse Get_Attribute_All – appareil non superviseur de Révision d'objet 2.....	550
Tableau 121 – Réponse Get_Attribute_All – tous les autres cas	551
Tableau 122 – Services spécifiques à la classe de l'objet DLR	552
Tableau 123 – Historique de révision de l'objet QoS	553
Tableau 124 – Attributs de classe de l'objet QoS	554
Tableau 125 – Attributs d'instance de l'objet QoS	554
Tableau 126 – Valeurs DCSP par défaut et utilisations	555
Tableau 127 – Services communs de l'objet QoS.....	556
Tableau 128 – Attributs de classe de l'objet de port	556
Tableau 129 – Attributs d'instance de l'objet de port	557
Tableau 130 – Services communs de l'objet de port.....	559
Tableau 131 – Etats NAM	560
Tableau 132 – Paramètres de liaison par défaut	561
Tableau 133 – Caractéristiques de temporisation PhL.....	569
Tableau 134 – Variables DLR	628
Tableau 135 – Variables de la passerelle redondante	643
Tableau 136 – Adresses MAC pour les messages DLR.....	646
Tableau 137 – Format d'en-tête de trame commune IEEE 802.1Q	647
Tableau 138 – Champs de charge utile des messages DLR.....	647
Tableau 139 – Types de trames DLR	647
Tableau 140 – Format de la trame Beacon.....	648
Tableau 141 – Valeurs d'état de l'anneau	648
Tableau 142 – Format de la demande Neighbor_Check	648
Tableau 143 – Format de la réponse Neighbor_Check	649
Tableau 144 – Format de la trame Link_Status/Neighbor_Status	649
Tableau 145 – Valeurs de Link_Status/Neighbor_Status	649
Tableau 146 – Format de la trame Locate_Fault	650
Tableau 147 – Format de la trame Announce.....	650
Tableau 148 – Format de la trame Sign_On.....	651
Tableau 149 – Format de la trame Advertise.....	651
Tableau 150 – Valeurs d'état de la passerelle.....	651
Tableau 151 – Format de la trame Flush_Tables	652
Tableau 152 – Format de la trame Learning_Update.....	652
Tableau 153 – Valeurs de paramètre de la trame Beacon en fonction du nœud d'anneau non superviseur	654
Tableau 154 – Définitions de bit LastBcnRcvPort.....	654
Tableau 155 – Matrice SEA de la trame Beacon en fonction du nœud d'anneau non superviseur	654
Tableau 156 – Valeurs de paramètre de la trame Announce en fonction du nœud d'anneau non superviseur	661
Tableau 157 – Matrice SEA de la trame Announce en fonction du nœud d'anneau non superviseur	661
Tableau 158 – Valeurs de paramètre du nœud de superviseur d'anneau	666
Tableau 159 – Définitions de bit LastBcnRcvPort.....	667

Tableau 160 – Matrice SEA du nœud de superviseur d'anneau.....	667
Tableau 161 – Valeurs de paramètre du nœud de passerelle redondante	683
Tableau 162 – Matrice SEA du nœud de passerelle redondante	684
Tableau 163 – Paramètres/hypothèses de l'exemple de calcul des performances	687
Tableau 164 – Exemple de paramètres et de performances d'une configuration en anneau	690
Tableau 165 – Variables pour l'analyse des performances	691
Tableau A.1 – Voyant d'état du module.....	694
Tableau A.2 – Indication d'état Time Sync	695
Tableau A.3 – Voyants d'état du réseau.....	697
Tableau A.4 – Voyant d'état du réseau	701
Tableau A.5 – Voyant d'état du réseau	704
Tableau A.6 – Voyant d'état du module/réseau combiné	706
Tableau A.7 – Voyant d'état E-S	707
Tableau A.8 – Codage du commutateur de vitesse en bits	709

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-2: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de type 2

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (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.

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

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

La Norme internationale CEI 61158-4-2 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 troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont énumérées ci-dessous.

- Addition de conventions en 3.6
- Mises à jour de l'objet ControlNet en 7.2
- Addition de caractéristique d'attribut V/NV manquante en 7.5, 7.6 et 7.7
- Extensions et clarifications de l'objet d'interface TCP/IP en 7.5
- Extensions et clarifications de l'objet Ethernet Link en 7.6
- Extensions et clarifications de l'objet CCO en 7.8
- Extensions et mises à jour de l'objet DLR en 7.9
- Mises à jour de l'objet QoS en 7.10
- Addition de l'objet de port en 7.11
- Mises à jour des diagrammes d'états DL en 8.1 et en 9.2
- Extensions et mises à jour du protocole DLR à l'Article 10
- Mise à jour du comportement des indicateurs en A.2.2 et A.2.3
- Corrections rédactionnelles diverses

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65C/762/FDIS	65C/772/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.

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. A cette date, la publication sera

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

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61158 appartient à la série de normes visant à faciliter l'interconnexion des composants du système d'automatisation. Elle est liée aux autres normes de la série telle que définie par le modèle de référence de bus de terrain « à trois couches » décrit dans la CEI 61158-1.

Le protocole de liaison de données assure un service de liaison de données en s'appuyant sur les services offerts par la couche physique. La présente norme a pour principal objet de préciser un ensemble de règles de communication, exprimées sous la forme de modes opératoires que doivent réaliser des entités de liaison de données homologues (DLE) au moment de la communication. Ces règles de communication ont pour vocation de fournir une base de développement stable visant à atteindre différents objectifs:

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

La présente norme porte en particulier sur la communication et l'interfonctionnement des capteurs, des effecteurs et d'autres appareils d'automatisation. Grâce à cette norme associée à d'autres normes des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, des systèmes par ailleurs incompatibles peuvent fonctionner ensemble, quelle que soit leur combinaison.

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

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

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 les détenteurs 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, soit sans frais soit à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, la déclaration de l'ODVA et des détenteurs de ces droits de propriété est enregistrée à la CEI. Des informations peuvent être demandées à:

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

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

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-2: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Eléments de type 2

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

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

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

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

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

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

La taille maximale du système est un nombre illimité de liaisons de 99 nœuds, comportant chacune 255 adresses DLSAP. Chaque liaison comporte un maximum de 2²⁴ homologues connexes et DLCEP d'éditeur.

1.2 Spécifications

La présente norme spécifie

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

1.3 Procédures

Les procédures sont définies en termes

- a) d'interactions entre les entités DL (DLE) homologues par l'échange de DLPDU de bus de terrain;
- b) d'interactions entre un fournisseur de service DL (DLS) et un utilisateur DLS au sein du même système par l'échange de primitives DLS;
- c) d'interactions entre un fournisseur DLS et un fournisseur de service Ph au sein du même système par l'échange de primitives de service Ph.

1.4 Applicabilité

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

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

1.5 Conformité

La présente norme spécifie également les exigences relatives aux systèmes mettant en œuvre ces modes opératoires. La présente norme ne comporte aucun essai visant à démontrer la conformité à ces exigences.

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

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

CEI 61158-5-2:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-2: Définition des services de la couche application – Eléments de type 2*

CEI 61158-6-2:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain- Partie 6-2: Spécification du protocole de la couche application – Eléments de type 2*

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

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

CEI 62026-3:2008, *Appareillage à basse tension – Interfaces appareil de commande-appareil (CDI) – Partie 3: DeviceNet*

ISO/CEI 3309¹, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes – Procédures de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC) – Structure de trame*

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

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

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 11898:1993², *Véhicules routiers – Echange d'information numérique – Gestionnaire de réseau de communication à vitesse élevée (CAN)*

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

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

IEEE 802.3-2008, *IEEE Standard for 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 à l'adresse <<http://www.ieee.org>>

IETF RFC 951, *Bootstrap Protocol (BOOTP)*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>>

IETF RFC 1213, *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>>

IETF RFC 1542, *Clarifications and Extensions for the Bootstrap Protocol*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>>

IETF RFC 1643, *Definitions of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>>

IETF RFC 2131, *Dynamic Host Configuration Protocol*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>>

IETF RFC 2132, *DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions*, disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>>

¹ Cette norme a été supprimée.

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

IETF RFC 4541, *Considerations for Internet Group Management Protocol (IGMP) and Multicast Listener Discovery (MLD) Snooping Switches*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org>

IETF RFC 5227:2008, *IPv4 Address Conflict Detection*, disponible à l'adresse <http://www.ietf.org>