

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XH

ICS 25.040.40; 35.100.20

ISBN 978-2-8322-1697-2

**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.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope	10
1.1 General.....	10
1.2 Specifications	10
1.3 Procedures.....	10
1.4 Applicability.....	11
1.5 Conformance	11
2 Normative references	11
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....	12
3.1 Reference model terms and definitions.....	12
3.2 Service convention terms and definitions	14
3.3 Common terms and definitions	15
3.4 Additional Type 2 definitions	16
3.5 Type 2 symbols and abbreviations	23
4 Overview of the DL-protocol.....	24
4.1 General.....	24
4.2 Services provided by the DL	26
4.3 Structure and definition of DL-addresses.....	27
4.4 Services assumed from the PhL	29
4.5 Functional classes	31
5 General structure and encoding of PhPDUs and DLPDUs and related elements of procedure.....	32
5.1 Overview.....	32
5.2 Media access procedure	32
5.3 DLPDU structure and encoding.....	35
5.4 Lpacket components.....	39
5.5 DLPDU procedures.....	41
5.6 Summary of DLL support services and objects	42
6 Specific DLPDU structure, encoding and procedures	44
6.1 Modeling language	44
6.2 DLS user services	46
6.3 Generic tag Lpacket.....	52
6.4 Moderator Lpacket.....	53
6.5 Time distribution Lpacket.....	54
6.6 UCMM Lpacket.....	57
6.7 Keeper UCMM Lpacket	57
6.8 TUI Lpacket.....	58
6.9 Link parameters Lpacket and tMinus Lpacket	59
6.10 I'm-alive Lpacket	60
6.11 Ping Lpackets.....	62
6.12 WAMI Lpacket	64
6.13 Debug Lpacket	64
6.14 IP Lpacket.....	65
6.15 Ethernet Lpacket	65
7 Objects for station management.....	65

7.1	General	65
7.2	ControlNet object	66
7.3	Keeper object	76
7.4	Scheduling object	98
7.5	TCP/IP Interface object	109
7.6	Ethernet link object	118
7.7	DeviceNet object	124
7.8	Connection configuration object (CCO)	132
8	Other DLE elements of procedure	152
8.1	Network attachment monitor (NAM)	152
8.2	Calculating link parameters	159
9	Detailed specification of DL components	167
9.1	General	167
9.2	Access control machine (ACM)	167
9.3	TxLLC	184
9.4	RxLLC	188
9.5	Transmit machine (TxM)	191
9.6	Receive machine (RxM)	194
9.7	Serializer	200
9.8	Deserializer	201
9.9	DLL management	202
Annex A	(normative) Indicators and switches	205
A.1	Purpose	205
A.2	Indicators	205
A.3	Switches	216
Bibliography		218
INDEX		219
Figure 1	– Relationships of DLSAPs, DLSAP-addresses and group DL-addresses	15
Figure 2	– Data-link layer internal architecture	25
Figure 3	– Basic structure of a MAC ID address	27
Figure 4	– Basic structure of a generic tag address	27
Figure 5	– Basic structure of a fixed tag address	28
Figure 6	– M_symbols and Manchester encoding at 5 MHz (informative)	29
Figure 7	– NUT structure	33
Figure 8	– Media access during scheduled time	33
Figure 9	– Media access during unscheduled time	34
Figure 10	– DLPDU format	35
Figure 11	– Aborting a DLPDU during transmission	39
Figure 12	– Lpacket format	39
Figure 13	– Generic tag Lpacket format	40
Figure 14	– Fixed tag Lpacket format	41
Figure 15	– Goodness parameter of TimeDist_Lpacket	55
Figure 16	– Example I'm alive processing algorithm	62
Figure 17	– Keeper CRC algorithm	82
Figure 18	– Keeper object power-up state diagram	94

Figure 19 – Keeper object operating state diagram	95
Figure 20 – Synchronized network change processing	98
Figure 21 – State transition diagram for TCP/IP Interface object	118
Figure 22 – Connection configuration object edit flowchart.....	152
Figure 23 – NAM state machine	153
Figure A.1 – Non redundant network status indicator labeling	209
Figure A.2 – Redundant network status indicator labeling	210
Table 1 – Data-link layer components.....	24
Table 2 – MAC ID addresses allocation	27
Table 3 – Fixed tag service definitions.....	28
Table 4 – Data encoding rules.....	29
Table 5 – M Data symbols.....	30
Table 6 – Truth table for ph_status_indication	31
Table 7 – FCS length, polynomials and constants.....	37
Table 8 – DLL support services and objects	43
Table 9 – Elementary data types	46
Table 10 – DLL events	51
Table 11 – Time distribution priority	56
Table 12 – Format of the TUI Lpacket	58
Table 13 – ControlNet object class attributes.....	67
Table 14 – ControlNet object instance attributes.....	67
Table 15 – TUI status flag bits.....	71
Table 16 – Channel state bits.....	72
Table 17 – ControlNet object common services	74
Table 18 – ControlNet object class specific services	75
Table 19 – Keeper object revision history	77
Table 20 – Keeper object class attributes	77
Table 21 – Keeper object instance attributes	77
Table 22 – Keeper operating state definitions	80
Table 23 – Port status flag bit definitions	80
Table 24 – TUI status flag bits.....	81
Table 25 – Keeper attributes	84
Table 26 – Memory requirements (in octets) for the Keeper attributes	84
Table 27 – Keeper object common services.....	85
Table 28 – Keeper object class specific services	86
Table 29 – Service error codes	87
Table 30 – Wire order format of the TUI Lpacket.....	91
Table 31 – Service error codes	92
Table 32 – Keeper object operating states.....	92
Table 33 – Keeper object state event matrix	96
Table 34 – Scheduling object class attributes	99
Table 35 – Scheduling object instance attributes	100

Table 36 – Scheduling object common services	100
Table 37 – Status error descriptions for Create	101
Table 38 – Status error descriptions for Delete and Kick_Timer	102
Table 39 – Scheduling object class specific services	102
Table 40 – Status error descriptions for Read	104
Table 41 – Status error descriptions for Conditional_Write	105
Table 42 – Status error descriptions for Forced_Write	105
Table 43 – Status error descriptions for Change_Start	106
Table 44 – Status error descriptions for Break_Connections	106
Table 45 – Status error descriptions for Change_Complete	107
Table 46 – Status error descriptions for Restart_Connections	108
Table 47 – TCP/IP Interface object class attributes	109
Table 48 – TCP/IP Interface object instance attributes	110
Table 49 – Status bits	112
Table 50 – Configuration capability bits	112
Table 51 – Configuration control bits	113
Table 52 – Example path	113
Table 53 – Interface configuration components	114
Table 54 – Alloc control values	115
Table 55 – TCP/IP Interface object common services	116
Table 56 – Get_Attribute_All reply format	117
Table 57 – Ethernet link object revision history	118
Table 58 – Ethernet link object class attributes	119
Table 59 – Ethernet link object instance attributes	119
Table 60 – Interface flags bits	121
Table 61 – Control bits	123
Table 62 – Ethernet Link object common services	123
Table 63 – Ethernet Link object class specific services	124
Table 64 – DeviceNet object revision history	124
Table 65 – DeviceNet object class attributes	125
Table 66 – DeviceNet object instance attributes	125
Table 67 – Bit rate attribute values	127
Table 68 – BOI attribute values	128
Table 69 – Diagnostic counters bit description	129
Table 70 – DeviceNet object common services	130
Table 71 – Reset service parameter	130
Table 72 – Reset service parameter values	131
Table 73 – DeviceNet object class specific services	131
Table 74 – Connection configuration object revision history	132
Table 75 – Connection configuration object class attributes	132
Table 76 – Format number values	134
Table 77 – Connection configuration object instance attributes	135
Table 78 – Originator connection status values	137

Table 79 – Target connection status values	138
Table 80 – Connection flags	138
Table 81 – I/O mapping formats	140
Table 82 – Connection configuration object common services	141
Table 83 – Get_Attribute_All error codes	141
Table 84 – Get_Attribute_All response	142
Table 85 – Set_Attribute_All error codes	143
Table 86 – Set_Attribute_All request	144
Table 87 – Create request parameters	145
Table 88 – Create error codes	146
Table 89 – Delete error codes	146
Table 90 – Restore error codes	146
Table 91 – Connection configuration object class specific services	147
Table 92 – Kick_Timer error codes	147
Table 93 – Open_Connection error codes	148
Table 94 – Close_Connection error codes	148
Table 95 – Stop_Connection error codes	148
Table 96 – Change_Start error codes	149
Table 97 – Get_Status service parameter	149
Table 98 – Get_Status service response	149
Table 99 – Get_Status service error codes	150
Table 100 – Change_Complete service parameter	150
Table 101 – Change_Complete service error codes	150
Table 102 – Audit_Changes service parameter	151
Table 103 – Audit_Changes service error codes	151
Table 104 – NAM states	153
Table 105 – Default link parameters	154
Table 106 – PhL timing characteristics	160
Table A.1 – Module status indicator	206
Table A.2 – Network status indicators	207
Table A.3 – Network status indicator	211
Table A.4 – Network status indicator	213
Table A.5 – Combined module/network status indicator	214
Table A.6 – I/O status indicator	215
Table A.7 – Bit rate switch encoding	217

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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.

NOTE 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 particular data-link layer protocol type to be used with physical layer and application layer protocols in Type combinations as specified explicitly in the IEC 61784 series. Use of the various protocol types in other combinations may require permission from their respective intellectual-property-right holders.

IEC draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this standard may involve the use of patents as follows, where the [xx] notation indicates the holder of the patent right:

Type 2 and possibly other types:

US 5,400,331	[RA]	Communication network interface with screeners for incoming messages
US 5,471,461	[RA]	Digital communication network with a moderator station election process
US 5,491,531	[RA]	Media access controller with a shared class message delivery capability
US 5,493,571	[RA]	Apparatus and method for digital communications with improved delimiter detection
US 5,537,549	[RA]	Communication network with time coordinated station activity by time slot and periodic interval number
US 5,553,095	[RA]	Method and apparatus for exchanging different classes of data during different time intervals

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

The holders of these patent rights have assured IEC that they are willing to negotiate licences under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holders of these patent rights are registered with IEC. Information may be obtained from

[RA]: Rockwell Automation, Inc.
1201 S. Second Street
Milwaukee, WI 53204
USA
Attention: Intellectual Property Dept.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this standard 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.

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 bilingual version (2014-07) corresponds to the English version, published in 2007-12.

This first edition and its companion parts of the IEC 61158-4 subseries cancel and replace IEC 61158-4:2003. This edition of this part constitutes a minor revision. This part and its companion Type 2 parts also cancel and replace IEC PAS 62413, published in 2005.

This edition of IEC 61158-4 includes the following significant changes from the previous edition:

- a) deletion of the former Type 6 fieldbus, and the placeholder for a Type 5 fieldbus data link layer, for lack of market relevance;
- b) addition of new types of fieldbuses,
- c) division of this part into multiple parts numbered -4-1, -4-2, ..., -4-19.

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

FDIS	Report on voting
65C/474/FDIS	65C/485/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

NOTE The revision of this standard will be synchronized with the other parts of the IEC 61158 series.

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

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/TR 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 implementors 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.

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 µs.

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 referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

IEC 61158-2 (Ed.4.0), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

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

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

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

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

IEC 62026-3¹, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet*

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

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

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

ISO/IEC 8802-3, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3:*

¹ To be published.

Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications

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

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

Withdrawn

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	225
INTRODUCTION.....	228
1 Domaine d'application	229
1.1 Généralités.....	229
1.2 Spécifications	229
1.3 Modes opératoires	229
1.4 Applicabilité.....	230
1.5 Conformité	230
2 Références normatives	230
3 Termes, définitions, symboles et abréviations	231
3.1 Termes et définitions du modèle de référence	231
3.2 Termes et définitions de convention de service	233
3.3 Termes et définitions communs.....	234
3.4 Définitions de type 2 supplémentaires.....	236
3.5 Symboles et abréviations de type 2.....	243
4 Présentation du protocole DL.....	244
4.1 Généralités.....	244
4.2 Services fournis par la DL.....	247
4.3 Structure et définition des adresses DL.....	247
4.4 Service supposé provenir de PhL.....	249
4.5 Classes fonctionnelles.....	252
5 Structure générale et codage des PhL et DLPDU et éléments de procédure connexes	252
5.1 Présentation.....	252
5.2 Mode opératoire d'accès au support.....	253
5.3 Structure et codage de DLPDU.....	257
5.4 Composants Lpacket	262
5.5 Modes opératoires DLPDU.....	265
5.6 Récapitulatif des services de support et objets DLL.....	266
6 Structure DLPDU spécifique, codage et procédures	268
6.1 Langage de modélisation	268
6.2 Services utilisateur DLS.....	270
6.3 Lpacket à balise générique	277
6.4 Lpacket modérateur.....	277
6.5 Lpacket de répartition temporelle	279
6.6 Lpacket UCMM.....	281
6.7 Lpacket Keeper UCMM	282
6.8 Lpacket TUI.....	282
6.9 Paramètres de liaison Lpacket et tMinus Lpacket	284
6.10 Lpacket l'm-alive	285
6.11 Lpackets ping	288
6.12 Lpacket WAMI	289
6.13 Lpacket Debug	290
6.14 Lpacket IP.....	290
6.15 Lpacket Ethernet	290
7 Objets de gestion de la station.....	291

7.1	Généralités.....	291
7.2	Objet ControlNet.....	292
7.3	Objet Keeper	303
7.4	Objet de planification	333
7.5	Objet d'interface TCP/IP	344
7.6	Objet de liaison Ethernet	356
7.7	Objet DeviceNet	362
7.8	Objet de configuration de connexion (CCO).....	370
8	Autre éléments de procédure DLE.....	392
8.1	Moniteur de connexion au réseau (NAM).....	392
8.2	Calcul des paramètres de liaison	400
9	Spécification détaillée des composants DL.....	407
9.1	Généralités.....	407
9.2	Machine de contrôle d'accès (ACM)	407
9.3	TxLLC	425
9.4	RxLLC.....	429
9.5	Machine de transmission (TxM).....	432
9.6	Machine destinataire (RxM)	435
9.7	Convertisseur parallèle-série	441
9.8	Convertisseur série-parallèle	442
9.9	Gestion de DLL	443
Annexe A (normative)	Voyants et commutateurs.....	446
A.1	Objectif	446
A.2	Voyants.....	446
A.3	Commutateurs.....	459
Bibliographie		461
INDEX		462
Figure 1	– Relations des DLSAP, des adresses DLSAP et des adresses DL de groupe	235
Figure 2	– Architecture interne de la couche de liaison de données	246
Figure 3	– Structure de base d'une adresse MAC ID.....	248
Figure 4	– Structure de base d'une adresse de balise générique.....	248
Figure 5	– Structure de base d'une adresse de balise fixe	249
Figure 6	– M_symbols et codage Manchester à 5 MHz (informative)	250
Figure 7	– Structure de la NUT.....	254
Figure 8	– Accès au support pendant la durée planifiée	255
Figure 9	– Accès au support pendant la durée non planifiée	256
Figure 10	– Format de DLPDU	258
Figure 11	– Annulation d'une DLPDU pendant la transmission	262
Figure 12	– Format de Lpacket.....	262
Figure 13	– Format Lpacket à balise générique	264
Figure 14	– Format Lpacket à balise fixe	264
Figure 15	– Paramètre goodness de TimeDist_Lpacket.....	280
Figure 16	– Exemple d'algorithme de traitement l'm alive.....	288
Figure 17	– Algorithme CRC de l'objet Keeper.....	311
Figure 18	– Diagramme d'états d'activation de l'objet Keeper	326

Figure 19 – Diagramme d'états de fonctionnement de l'objet Keeper.....	328
Figure 20 – Traitement de la modification de réseau synchronisée.....	333
Figure 21 – Diagramme de transition d'états de l'objet d'interface TCP/IP	355
Figure 22 – Diagramme d'édition de l'objet de configuration de connexion	392
Figure 23 – Diagramme d'état du NAM	393
Figure A.1 – Étiquetage du voyant d'état du réseau non redondant.....	451
Figure A.2 – Étiquetage du voyant d'état du réseau redondant.....	452
Tableau 1 – Composants de la couche de liaison de données.....	245
Tableau 2 – Allocation d'adresses MAC ID	248
Tableau 3 – Définitions de service de balise fixe	249
Tableau 4 – Règles de codage des données	250
Tableau 5 – Symboles de données M	251
Tableau 6 – Tableau de vérité de ph_status_indication.....	252
Tableau 7 – Longueur, polynômes et constantes FCS.....	259
Tableau 8 – Services de support et objets DLL	266
Tableau 9 – Types de données élémentaires.....	270
Tableau 10 – Événements DLL	275
Tableau 11 – Priorité de répartition temporelle	280
Tableau 12 – Format du Lpacket TUI.....	283
Tableau 13 – Attributs de classe de l'objet ControlNet.....	292
Tableau 14 – Attributs d'instance de l'objet ControlNet.....	293
Tableau 15 – Bits de balise d'état TUI.....	297
Tableau 16 – Bits d'état du canal.....	299
Tableau 17 – Services communs de l'objet ControlNet.....	300
Tableau 18 – Services spécifiques à la classe de l'objet ControlNet.....	301
Tableau 19 – Historique de révision de l'objet Keeper.....	303
Tableau 20 – Attributs de classe de l'objet Keeper.....	304
Tableau 21 – Attributs d'instance de l'objet Keeper.....	305
Tableau 22 – Définitions de l'état de fonctionnement de l'objet Keeper	308
Tableau 23 – Définitions de bit de balise d'état du port.....	309
Tableau 24 – Bits de balise d'état TUI	310
Tableau 25 – Attributs Keeper.....	312
Tableau 26 – Exigences en matière de mémoire (en octets) des attributs Keeper	313
Tableau 27 – Services communs de l'objet Keeper	314
Tableau 28 – Services spécifiques à la classe de l'objet Keeper	315
Tableau 29 – Codes d'erreur du service	316
Tableau 30 – Format de virement du TUI Lpacket.....	321
Tableau 31 – Codes d'erreur du service	322
Tableau 32 – États de fonctionnement de l'objet Keeper.....	322
Tableau 33 – Matrice d'événement d'état de l'objet Keeper.....	329
Tableau 34 – Attributs de classe de l'objet de planification	334
Tableau 35 – Attributs d'instance de l'objet de planification	334

Tableau 36 – Services communs de l'objet de planification	335
Tableau 37 – Descriptions de l'erreur d'état de Create.....	336
Tableau 38 – Description d'erreur d'état pour Delete et Kick_Timer	336
Tableau 39 – Services spécifiques à la classe de l'objet de planification	337
Tableau 40 – Descriptions de l'erreur d'état de Read.....	339
Tableau 41 – Descriptions de l'erreur d'état de Conditional_Write.....	340
Tableau 42 – Descriptions de l'erreur d'état de Forced_Write	340
Tableau 43 – Descriptions de l'erreur d'état de Change_Start.....	341
Tableau 44 – Descriptions de l'erreur d'état de Break_Connections	342
Tableau 45 – Descriptions de l'erreur d'état de Change_Complete.....	342
Tableau 46 – Descriptions de l'erreur d'état de Restart_Connections.....	343
Tableau 47 – Attributs de classe de l'objet d'interface TCP/IP.....	345
Tableau 48 – Attributs d'instance de l'objet d'interface TCP/IP.....	345
Tableau 49 – Bits Etat	348
Tableau 50 – Bits de capacité de configuration.....	348
Tableau 51 – Bits de contrôle de configuration	349
Tableau 52 – Exemple de chemin.....	350
Tableau 53 – Composants de configuration d'interface	351
Tableau 54 – Valeurs d'alloc control.....	352
Tableau 55 – Services communs de l'objet d'interface TCP/IP	353
Tableau 56 – Format de réponse Get_Attribute_All.....	353
Tableau 57 – Historique de révision de l'objet de liaison Ethernet.....	356
Tableau 58 – Attributs de classe de l'objet de liaison Ethernet.....	356
Tableau 59 – Attributs d'instance de l'objet de liaison Ethernet.....	356
Tableau 60 – Bits des balises d'interface.....	359
Tableau 61 – Bits de contrôle.....	360
Tableau 62 – Services communs de l'objet de liaison Ethernet	361
Tableau 63 – Services spécifiques à la classe de l'objet de liaison Ethernet.....	362
Tableau 64 – Historique de révision de l'objet DeviceNet.....	362
Tableau 65 – Attributs de classe de l'objet DeviceNet.....	362
Tableau 66 – Attributs d'instance de l'objet DeviceNet.....	363
Tableau 67 – Valeurs de l'attribut Bit Rate.....	365
Tableau 68 – Valeurs de l'attribut BOI.....	366
Tableau 69 – Description de bit des compteurs de diagnostic	368
Tableau 70 – Services communs de l'objet DeviceNet	369
Tableau 71 – Paramètre du service Reset	369
Tableau 72 – Valeurs de paramètre du service Reset	369
Tableau 73 – Services spécifiques à la classe de l'objet DeviceNet	370
Tableau 74 – Historique de révision de l'objet de configuration de connexion.....	371
Tableau 75 – Attributs de classe de l'objet de configuration de connexion.....	371
Tableau 76 – Valeurs de numéro de format	373
Tableau 77 – Attributs d'instance de l'objet de configuration de connexion.....	373
Tableau 78 – Valeurs d'état de connexion de l'auteur	376

Tableau 79 – Valeurs d'état de connexion cible	376
Tableau 80 – Balises de connexion	377
Tableau 81 – Formats de mappage d'E-S	379
Tableau 82 – Services communs de l'objet de configuration de connexion	380
Tableau 83 – Codes d'erreur Get_Attribute_All	380
Tableau 84 – Réponse Get_Attribute_All	381
Tableau 85 – Codes d'erreur Set_Attribute_All	382
Tableau 86 – Demande Set_Attribute_All	383
Tableau 87 – Paramètres de demande Create	384
Tableau 88 – Codes d'erreur Create	385
Tableau 89 – Codes d'erreur Delete	385
Tableau 90 – Codes d'erreur Restore	385
Tableau 91 – Services spécifiques à la classe de l'objet de configuration de connexion	386
Tableau 92 – Codes d'erreur Kick_Timer	386
Tableau 93 – Codes d'erreur Open_Connection	387
Tableau 94 – Codes d'erreur Close_Connection	387
Tableau 95 – Codes d'erreur Stop_Connection	387
Tableau 96 – Codes d'erreur Change_Start	388
Tableau 97 – Paramètre du service Get_Status	388
Tableau 98 – Réponse du service Get_Status	389
Tableau 99 – Codes d'erreur du service Get_Status	389
Tableau 100 – Paramètre du service Change_Complete	390
Tableau 101 – Codes d'erreur du service Change_Complete	390
Tableau 102 – Paramètre du service Audit_Changes	390
Tableau 103 – Codes d'erreur du service Audit_Changes	390
Tableau 104 – États NAM	393
Tableau 105 – Paramètres de liaison par défaut	394
Tableau 106 – Caractéristiques de temporisation PhL	401
Tableau A.1 – Voyant d'état du module	447
Tableau A.2 – Voyants d'état du réseau	449
Tableau A.3 – Voyant d'état du réseau	453
Tableau A.4 – Voyant d'état du réseau	455
Tableau A.5 – Voyant d'état du module/réseau combiné	457
Tableau A.6 – Voyant d'état E-S	458
Tableau A.7 – Codage du commutateur de vitesse en bits	460

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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.

NOTE L'utilisation de certains des types de protocoles est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle correspondants. Quoi qu'il en soit, l'engagement pris par les détenteurs, quant à une diffusion limitée desdits droits de propriété intellectuelle, permet d'utiliser un type particulier de protocole de la Couche Liaison de données avec des protocoles de Couche Physique et de Couche Application dans les combinaisons de types explicitement spécifiées dans la série CEI 61784. L'utilisation de divers types de protocoles dans d'autres combinaisons peut nécessiter l'autorisation de leurs détenteurs de droits de propriétés intellectuelle respectifs.

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec la présente norme peut impliquer l'utilisation de brevets présentés ci-après, dans lesquels la notation [xx] indique le détenteur du brevet:

Type 2 et autres types éventuels:

US 5,400,331	[RA]	Communication network interface with screeners for incoming messages
US 5,471,461	[RA]	Digital communication network with a moderator station election process
US 5,491,531	[RA]	Media access controller with a shared class message delivery capability
US 5,493,571	[RA]	Apparatus and method for digital communications with improved delimiter detection
US 5,537,549	[RA]	Communication network with time coordinated station activity by time slot and periodic interval number

US 5,553,095 [RA] Method and apparatus for exchanging different classes of data during different time intervals

La CEI ne prend pas position eu égard à la preuve, la validité et la portée de ces droits de propriétés.

Les détenteurs de ces droits de propriété ont donné l'assurance à la CEI qu'ils consentent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, en des termes et à des conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, la déclaration des détenteurs des droits de propriétés est enregistrée à la CEI. Des informations peuvent être obtenues auprès de

[RA]: Rockwell Automation, Inc.
1201 S. Second Street
Milwaukee, WI 53204
USA
Attention: Intellectual Property Dept.

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente norme peuvent faire l'objet de droits de propriété industrielle distincts de ceux mentionnés ci-dessus. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété ou de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61158-4-2 a été établie par le sous-comité 65C : Réseaux de communications industriels, du comité d'études 65 de la CEI : Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette première édition et ses parties d'accompagnement de la sous-série CEI 61158-4 annulent et remplacent la CEI 61158-4:2003. La présente édition de cette partie constitue une révision mineure. Cette partie et ses parties d'accompagnement pour le Type 2 annulent et remplacent également la CEI PAS 62413, publiée en 2005.

Cette édition de la CEI 61158-4 inclut les modifications majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) suppression du précédent bus de terrain de Type 6 et de la référence à une couche de liaison de données de bus de terrain de Type 5, en raison du manque d'adéquation au marché;
- b) ajout de nouveaux types de bus de terrain;
- c) division de cette partie en parties multiples numérotées -4-1, -4-2, ..., -4-19.

La présente version bilingue (2014-07) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2007-12.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 65C/474/FDIS et 65C/485/RVD.

Le rapport de vote 65C/485/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

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.

NOTE La révision de la présente norme sera synchronisée avec les autres parties de la série CEI 61158.

La liste de toutes les parties de la série CEI 61158, publiée sous le titre général *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain*, est disponible sur le site web de la CEI.

Withdrawn

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 » décrits dans la CEI/TR 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 le cadre d'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 dispositifs d'automatisation. Grâce à la présente norme associée à d'autres normes des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, des systèmes par ailleurs incompatibles peuvent fonctionner ensemble, quelle que soit leur combinaison.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

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

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La couche de liaison de données assure les communications de messagerie à contrainte de temps de base entre les dispositifs 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 dispositifs 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 dispositifs peuvent être ajoutés ou retirés pendant le fonctionnement normal.

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

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

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

1.2 Spécifications

La présente norme spécifie

- 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;
- 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 Modes opératoires

Les modes opératoires sont définis en termes:

- d'interactions entre les entités DL (DLE) homologues par l'échange de DLPDU de bus de terrain;
- 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 de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 61131-3, *Programmable controllers – Part 3: Programming languages* (disponible en anglais uniquement)

IEC 61158-2 (Ed.4.0), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition* (disponible en anglais uniquement)

IEC 61158-3-2, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-2: Data-link layer service definition – Type 2 elements* (disponible uniquement en anglais)

IEC 61158-5-2, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-2: Application layer service definition – Type 2 elements* (disponible uniquement en anglais)

IEC 61158-6-2, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-2: Application layer protocol specification – Type 2 elements* (disponible uniquement en anglais)

IEC 61784-3-2, *Industrial communication networks – Profiles – Part 3-2: Functional safety fieldbuses – Additional specifications for CPF 2* (disponible uniquement en anglais)

IEC 62026-3¹, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet* (disponible uniquement en anglais)

ISO/CEI 3309, *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 – Modèle de référence de base pour l'interconnexion de systèmes ouverts (OSI) Modèle de base*

¹ A publier.

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

ISO/CEI 8802-3: *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes - Réseaux locaux et métropolitains - Exigences spécifiques - Partie 3: Accès multiple par surveillance du signal et détection de collision (CSMA/CD) et spécifications pour la couche physique*

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

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

Withdrawn

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