

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 4-24: Data-link layer protocol specification – Type 24 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 4-24: Spécification du protocole de la couche liaison de données –
Éléments de type 24**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40, 35.100.20, 35.110

ISBN 978-2-8322-7774-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	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, abbreviated terms and conventions	12
3.1 Reference model terms and definitions	12
3.2 Service convention terms and definitions	13
3.3 Common terms and definitions.....	13
3.4 Symbols and abbreviations	16
3.5 Additional Type 24 symbols and abbreviations.....	16
3.6 Common conventions.....	16
3.7 Additional Type 24 conventions.....	17
3.7.1 Primitive conventions.....	17
3.7.2 State machine conventions.....	17
4 Overview of DL-protocol	18
4.1 Characteristic feature of the DL-protocol.....	18
4.2 DL layer component.....	19
4.2.1 Cyclic transmission control (CTC).....	20
4.2.2 Send receive control (SRC)	20
4.2.3 DL-management	20
4.3 Timing sequence.....	20
4.3.1 Overview	20
4.3.2 Cyclic transmission mode	20
4.3.3 Acyclic transmission mode.....	34
4.4 Service assumed from the PhL.....	34
4.4.1 General requirement.....	34
4.4.2 DL_Symbols	34
4.4.3 Assumed primitives of the PhS	35
4.5 Local parameters, variables, counters, timers	35
4.5.1 Overview	35
4.5.2 Variables, parameters, counters and timers to support DLE function.....	35
5 DLPDU structure	40
5.1 Overview.....	40
5.1.1 Transfer syntax for bit sequences	40
5.1.2 Data type encodings	41
5.1.3 Frame format.....	41
5.2 Basic format DLPDU structure	41
5.2.1 General	41
5.2.2 Synchronous frame.....	45
5.2.3 Output data or Input data frame	46
5.2.4 Delay measurement start frame	46

5.2.5	Delay measurement frame	47
5.2.6	Message token frame	47
5.2.7	Status frame	48
5.2.8	Cycle Information frame	49
5.2.9	Message frame	50
5.3	Short format DLPDU structure	51
5.3.1	General	51
5.3.2	Synchronous frame	53
5.3.3	Output data or Input data frame	53
5.3.4	Message frame	54
5.4	Short format II DLPDU structure	54
5.4.1	General	54
5.4.2	Asynchronous frame	56
5.4.3	Synchronous frame	57
5.4.4	Output data or Input data frame	57
6	DLE element procedure	58
6.1	Overview	58
6.2	Cyclic transmission control sublayer	58
6.2.1	General	58
6.2.2	DLS-user interface	58
6.2.3	Protocol machines in CTC	59
6.2.4	CTC-DLM interface	112
6.3	Send Receive Control	113
6.3.1	General	113
6.3.2	SRC-CTC interface	114
6.3.3	Detailed specification of SRC	114
6.3.4	SRC-DLM interface	119
7	DL-management layer (DLM)	120
7.1	Overview	120
7.2	Primitive definitions	120
7.2.1	Primitives exchanged between DLMS-user and DLM	120
7.2.2	Parameters used with DLM primitives	121
7.3	DLM protocol machine	121
7.3.1	C1 master	121
7.3.2	Slave and C2 master	126
7.4	Functions	130
7.5	DLM protocol machine for no time slot type	131
7.5.1	C1 master	131
7.5.2	C2 master and Slave	133
7.6	Functions for no time slot type	134
	Bibliography	135
	Figure 1 – Data-link layer component	20
	Figure 2 – Timing chart of fixed-width time slot type cyclic communication	21
	Figure 3 – Timing chart of configurable time slot type cyclic communication	23
	Figure 4 – Schematic diagram of cyclic event occurrence	25
	Figure 5 – Timing relationship between cyclic transmission and data processing	28

Figure 6 – Timing chart of no time slot type cyclic communication (Master send common address)	28
Figure 7 – Timing chart for multiple transmission cycle setting	29
Figure 8 – Timing chart for multiple transmission cycle setting figure title	30
Figure 9 – Schematic diagram for connection.....	31
Figure 10 – Schematic diagram of INPUT data response timing at the same interval	32
Figure 11 – Schematic diagram of INPUT data response timing at the same time	33
Figure 12 – Timing chart example of acyclic communication	34
Figure 13 – Basic format DLPDU structure.....	42
Figure 14 – Short format DLPDU structure.....	51
Figure 15 – Short format II DLPDU structure.....	54
Figure 16 – Acyclic transmission frame address field	55
Figure 17 – Cyclic transmission frame address	55
Figure 18 – Asynchronous frame	56
Figure 19 – Synchronous frame (to be used by C1).....	57
Figure 20 – Synchronous frame (to be used by C2 or slave)	57
Figure 21 – The state diagram of the C1 master for fixed-width time slot	60
Figure 22 – The state diagram of the C2 master for fixed-width time slot	67
Figure 23 – The state diagram of the slave for fixed-width time slot	71
Figure 24 – The state diagram of the C1 master for configurable time slot	73
Figure 25 – The state diagram of the C2 master for configurable time slot	82
Figure 26 – The state diagram of slave for configurable time slot.....	85
Figure 27 – The state diagram of the C1 master for no time slot type.....	89
Figure 28 – The state diagram of the C2 master for no time slot type.....	90
Figure 29 – The state diagram of the Slave for no time slot type	92
Figure 30 – The state diagram of message initiator for basic format.....	93
Figure 31 – The state diagram of message responder for basic format.....	97
Figure 32 – The state diagram of message initiator for short format.....	101
Figure 33 – The state diagram of message responder for short format.....	106
Figure 34 – The state diagram of the acyclic transmission protocol machine	111
Figure 35 – Internal architecture of one-port SRC	115
Figure 36 – Internal architecture of multi-port SRC	115
Figure 37 – Internal architecture of serializer	115
Figure 38 – Internal architecture of deserializer	117
Figure 39 – State diagram of the C1 master DLM.....	122
Figure 40 – State diagram of the Slave and the C2 master DLM	127
Figure 41 – State diagram of the C1 master DLM for no time slot type.....	132
Figure 42 – State diagram of the C2 master and slaves DLM for no time slot type	133
Table 1 – State transition descriptions	18
Table 2 – Description of state machine elements	18
Table 3 – Conventions used in state machines	18
Table 4 – Characteristic features of the fieldbus data-link protocol.....	19

Table 5 – List of the values of the variable Cyc_sel..... 36

Table 6 – List of the values of the variable Tunit 37

Table 7 – List of the values of the variable PDUType 38

Table 8 – List of the values of the variable SlotType 38

Table 9 – Transfer syntax for bit sequences..... 40

Table 10 – Bit order 41

Table 11 – Destination and source address format..... 42

Table 12 – Station address 42

Table 13 – Extended address 43

Table 14 – Message control field format (Information transfer format) 43

Table 15 – Message control field format (Supervisory format) 44

Table 16 – The list of Supervisory function bits 44

Table 17 – Frame type and data length format 44

Table 18 – The list of Frame type..... 45

Table 19 – Data format of the Synchronous frame 45

Table 20 – The field list of the Synchronous frame..... 46

Table 21 – Data format of the Output data or the Input data frame 46

Table 22 – The field list of the Output data or the Input data frame 46

Table 23 – Data format of Delay measurement start frame..... 47

Table 24 – The field list of Delay measurement start frame 47

Table 25 – Data format of Delay measurement frame..... 47

Table 26 – The field list of Delay measurement frame 47

Table 27 – Data format of Status frame..... 48

Table 28 – The field list of Status frame 48

Table 29 – The list of the DLE status 48

Table 30 – The list of Repeater status..... 49

Table 31 – Data format of Delay measurement frame..... 49

Table 32 – The field list of Cycle Information frame..... 50

Table 33 – Data format of Message frame 50

Table 34 – The field list of Message frame 50

Table 35 – Range of Station address field..... 51

Table 36 – Control field format (I/O data exchange format) 52

Table 37 – Control field format (Message format)..... 52

Table 38 – The field list of Message format..... 52

Table 39 – Data format of the Synchronous frame 53

Table 40 – The field list of the Synchronous frame..... 53

Table 41 – Data format of the Output data frame 53

Table 42 – The field list of the Output data frame..... 54

Table 43 – Data format of the Input data frame 54

Table 44 – The field list of the Input data frame 54

Table 45 – Range of Station address field..... 55

Table 46 – Cycle scale counter field format..... 56

Table 47 – The list of frame type..... 56

Table 48 – Data format of the Output data frame	57
Table 49 – The field list of the Output data frame.....	57
Table 50 – Data format of the Input data frame	57
Table 51 – The field list of the Input data frame	58
Table 52 – Primitives and parameters for the DLS-user interface issued by the DLS-user	58
Table 53 – Primitives and parameters for the DLS-user interface issued by the CTC	59
Table 54 – The state table of the C1 master for fixed-width time slot.....	61
Table 55 – The state table of the C2 master for fixed-width time slot.....	67
Table 56 – The state table of the slave for fixed-width time slot	71
Table 57 – The state table of the C1 master for configurable time slot	74
Table 58 – The state table of the C2 master for configurable time slot	82
Table 59 – The state table of slave for configurable time slot	86
Table 60 – The list of functions used by cyclic transmission machine.....	87
Table 61 – The state table of the C1 master for no time slot type	90
Table 62 – The state table of the C2 master for no time slot type	91
Table 63 – The state table of the Slave for no time slot type	92
Table 64 – The state table of message initiator for basic format.....	94
Table 65 – The state table of message responder for basic format.....	98
Table 66 – The state table of message initiator for short format	102
Table 67 – The state table of message responder for short format	106
Table 68 – List of functions used by the message segmentation machine	110
Table 69 – The state table of the acyclic transmission protocol machine	112
Table 70 – The list of functions used acyclic transmission protocol machine	112
Table 71 – Primitives and parameters exchanged between CTC and DLM	113
Table 72 – Error event primitive and parameters	113
Table 73 – primitives and parameters for SRC-CTC interface	114
Table 74 – Send frame primitive and parameters	114
Table 75 – Receive frame primitives and parameters	114
Table 76 – Primitives and parameters exchanged between SRC and DLM	119
Table 77 – Get value primitive and parameters	120
Table 78 – Error event primitive and parameters	120
Table 79 – The list of primitives and parameters (DLMS-user source).....	121
Table 80 – The list of primitives and parameters (DLM source)	121
Table 81 – State table of the C1 Master DLM.....	122
Table 82 – State table of the Slave and the C2 master DLM	127
Table 83 – The list of the functions used by DLM protocol machine	130
Table 84 – State table of the C1 Master DLM for no time slot type	132
Table 85 – State table of the C2 master and slaves DLM for no time slot type	133

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELDBUS SPECIFICATIONS –****Part 4-24: Data-link layer protocol specification –
Type 24 elements**

FOREWORD

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

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

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

IEC 61158-4-24 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2019. This edition constitutes a technical revision.

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

- addition of a new cyclic transmission mode which called "no time slot type" in Subclause 4.3.2.4;
- addition of a new frame format for no time slot type in Subclause 5.4;
- addition of a new DLE element procedure for no time slot type in Subclause 6.2.3.2.4, 6.3.3.2.2.4, 6.3.3.3.2.4;
- addition of a new DLM protocol machine for no time slot type in Subclause 7.5, 7.6; and
- spelling and grammar.

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

Draft	Report on voting
65C/1202/FDIS	65C/1243/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts of the IEC 61158 series, 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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be ...

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

INTRODUCTION

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

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

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

This document is concerned, in particular, with the communication and interworking of sensors, effectors and other automation devices. By using this document together with other standards positioned within the OSI or fieldbus reference models, otherwise incompatible systems could 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 a patent. IEC takes no position concerning the evidence, validity, and scope of this patent right.

The holder of this patent right has assured IEC that s/he is willing to negotiate licences under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from the patent database available at patents.iec.ch.

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

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 4-24: Data-link layer protocol specification – Type 24 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:

- in a synchronously-starting cyclic manner, according to a pre-established schedule, or
- in an acyclic manner, as requested by each of those data-link entities.

Thus, this protocol can be characterized as one which provides cyclic and acyclic access asynchronously but with a synchronous restart of each cycle.

1.2 Specifications

This part of IEC 61158 provides specifies

- 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 datalink service provider;
- procedures for giving communications opportunities to all participating DL-entities (DLEs), sequentially and in a cyclic manner for deterministic and synchronized transfer at cyclic intervals up to 64 ms;
- procedures for giving communication opportunities available for time-critical data transmission together with non-time-critical data transmission without prejudice to the time-critical data transmission;
- procedures for giving cyclic and acyclic communication opportunities for time-critical data transmission with prioritized access;
- procedures for giving communication opportunities based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 medium access control, with provisions for nodes to be added or removed during normal operation;
- the structure of the fieldbus DLPDUs used for the transfer of data and control information by the protocol of this document, and their representation as physical interface data units.

1.3 Procedures

The procedures are defined in terms of

- the interactions between peer DL-entities through the exchange of fieldbus DLPDUs;
- the interactions between a DL-service (DLS) provider and a DLS-user in the same system through the exchange of DLS primitives;
- 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 document also specifies conformance requirements for systems implementing these procedures. This document does not contain tests to demonstrate compliance with such requirements.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

NOTE All parts of the IEC 61158 series, as well as the IEC 61784-1 series and the IEC 61784-2 series are maintained simultaneously. Cross-references to these documents within the text therefore refer to the editions as dated in this list of normative references.

IEC 61158-2:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

IEC 61158-3-24:2023, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-24: Data-link layer service definition – Type 24 elements*

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

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

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, *Information technology – Telecommunications and exchange between information technology systems – Requirements for local and metropolitan area networks – Part 3: Standard for Ethernet*

ISO/IEC 9899, *Information technology – Programming languages – C*

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

ISO/IEC 13239:2002, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – High-level data link control (HDLC) procedures*

ISO/IEC 19501:2005, *Information technology – Open Distributed Processing – Unified Modelling Language (UML) Version 1.4.2*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	142
INTRODUCTION.....	144
1 Domaine d'application	145
1.1 Généralités	145
1.2 Spécifications	145
1.3 Procédures	145
1.4 Applicabilité	146
1.5 Conformité	146
2 Références normatives	146
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	147
3.1 Termes et définitions du modèle de référence.....	147
3.2 Termes, définitions et conventions des services.....	148
3.3 Termes et définitions communs.....	148
3.4 Symboles et abréviations	151
3.5 Symboles et abréviations supplémentaires de type 24	152
3.6 Conventions générales	152
3.7 Conventions de type 24 supplémentaires	153
3.7.1 Conventions pour les primitives	153
3.7.2 Conventions pour les diagrammes d'états.....	153
4 Présentation du protocole DL	154
4.1 Fonctionnalité caractéristique du protocole DL.....	154
4.2 Composant de couche DL	156
4.2.1 Commande de transmission cyclique (CTC).....	156
4.2.2 Commande d'envoi et réception (SRC)	157
4.2.3 DL-management (Gestion DL)	157
4.3 Séquence chronologique.....	157
4.3.1 Présentation	157
4.3.2 Mode de transmission cyclique	157
4.3.3 Mode transmission acyclique	176
4.4 Service présumé provenant de PhL.....	177
4.4.1 Exigences générales	177
4.4.2 Symboles DL	177
4.4.3 Primitives présumées du PhS	178
4.5 Paramètres locaux, variables, compteurs, temporisateurs	178
4.5.1 Présentation	178
4.5.2 Variables, paramètres, compteurs et temporisateurs supportant la fonction DLE.....	178
5 Structure de la DLPDU	184
5.1 Présentation	184
5.1.1 Syntaxe de transfert des séquences de bits.....	184
5.1.2 Codages des types de données	185
5.1.3 Format de trame	185
5.2 Structure de la DLPDU au format de base.....	185
5.2.1 Généralités	185
5.2.2 Trame synchrone.....	189
5.2.3 Trame de données de sortie ou de données d'entrée.....	190
5.2.4 Trame de début de mesure de retard	191

5.2.5	Trame de mesure de retard	191
5.2.6	Trame de jeton de message.....	192
5.2.7	Trame de statut	192
5.2.8	Trame d'information de cycle.....	194
5.2.9	Trame de message	194
5.3	Structure de la DLPDU de format court	195
5.3.1	Généralités	195
5.3.2	Trame synchrone.....	198
5.3.3	Trame de données de sortie ou de données d'entrée.....	198
5.3.4	Trame de message	199
5.4	Structure de la DLPDU de format court II	199
5.4.1	Généralités	199
5.4.2	Trame asynchrone	202
5.4.3	Trame synchrone.....	203
5.4.4	Trame de données de sortie ou de données d'entrée.....	203
6	Procédure d'élément DLE	204
6.1	Présentation	204
6.2	Sous-couche de commande de transmission cyclique	205
6.2.1	Généralités	205
6.2.2	Interface d'utilisateur DLS	205
6.2.3	Machines protocolaires de la CTC	206
6.2.4	Interface CTC-DLM.....	263
6.3	Commande d'envoi et réception	263
6.3.1	Généralités	263
6.3.2	Interface SRC-CTC.....	264
6.3.3	Spécification détaillée de la SRC	265
6.3.4	Interface SRC-DLM	270
7	Couche de gestion DL (DLM).....	272
7.1	Présentation	272
7.2	Définitions des primitives	272
7.2.1	Primitives échangées entre l'utilisateur DLMS et la DLM.....	272
7.2.2	Paramètres utilisés avec les primitives de la DLM.....	272
7.3	Machine protocolaire DLM	273
7.3.1	Appareil principal C1	273
7.3.2	Appareil subordonné et appareil principal C2.....	277
7.4	Fonctions	281
7.5	Machine protocolaire DLM pour le type sans créneau temporel.....	283
7.5.1	Appareil principal C1	283
7.5.2	Appareil principal C2 et appareil subordonné.....	284
7.6	Fonctions pour le type sans créneau temporel	285
	Bibliographie.....	286
	Figure 1 – Composant de la couche liaison de données.....	156
	Figure 2 – Chronogramme de la communication cyclique de type à créneau temporel de largeur fixe.....	158
	Figure 3 – Chronogramme de la communication cyclique de type à créneau temporel configurable.....	162
	Figure 4 – Schéma de l'occurrence d'un événement cyclique.....	165

Figure 5 – Relation chronologique entre la transmission cyclique et le traitement des données.....	168
Figure 6 – Chronogramme de la communication cyclique de type sans créneau temporel (l'appareil principal envoie l'adresse commune)	169
Figure 7 – Chronogramme pour le réglage du cycle de transmission multiple.....	170
Figure 8 – Chronogramme pour le réglage du cycle de transmission multiple.....	171
Figure 9 – Schéma de connexion	172
Figure 10 – Schéma de la temporisation de la réponse des données INPUT au même intervalle.....	173
Figure 11 – Schéma de cadencement de réponse des données INPUT en même temps	175
Figure 12 – Exemple de chronogramme de communication acyclique	177
Figure 13 – Structure de la DLPDU au format de base	186
Figure 14 – Structure de la DLPDU de format court	195
Figure 15 – Structure de la DLPDU de format court II	200
Figure 16 – Champ d'adresse de la trame de transmission acyclique.....	201
Figure 17 – Adresse de la trame de transmission cyclique	201
Figure 18 – Trame asynchrone	202
Figure 19 – Trame synchrone (à utiliser par C1)	203
Figure 20 – Figure Trame synchrone (à utiliser par C2 ou appareil subordonné).....	203
Figure 21 – Schéma d'états de l'appareil principal C1 utilisant des créneaux temporels de largeur fixe.....	207
Figure 22 – Schéma d'états de l'appareil principal C2 utilisant des créneaux temporels de largeur fixe.....	214
Figure 23 – Schéma d'états de l'appareil subordonné utilisant des créneaux temporels de largeur fixe.....	218
Figure 24 – Schéma d'états de l'appareil principal C1 utilisant des créneaux temporels configurables	221
Figure 25 – Schéma d'états de l'appareil principal C2 utilisant des créneaux temporels configurables	230
Figure 26 – Schéma d'états de l'appareil subordonné utilisant des créneaux temporels configurables	233
Figure 27 – Schéma d'états de l'appareil principal C1 pour le type sans créneau temporel	238
Figure 28 – Schéma d'états de l'appareil principal C2 pour le type sans créneau temporel	239
Figure 29 – Schéma d'états de l'appareil subordonné pour le type sans créneau temporel	241
Figure 30 – Schéma d'états de l'initiateur de message utilisant le format de base.....	242
Figure 31 – Schéma d'états du répondeur de message utilisant le format de base	246
Figure 32 – Schéma d'états de l'initiateur de message utilisant le format court	251
Figure 33 – Schéma d'états du répondeur de message utilisant le format court	255
Figure 34 – Schéma d'états de la machine protocolaire de transmission acyclique	261
Figure 35 – Architecture interne de la SRC à un port	265
Figure 36 – Architecture interne de la SRC à plusieurs ports	265
Figure 37 – Architecture interne du convertisseur parallèle-série	266
Figure 38 – Architecture interne du convertisseur série-parallèle	268
Figure 39 – Schéma d'états de la DLM avec appareil principal C1	273

Figure 40 – Schéma d'états de la DLM avec appareil subordonné et appareil principal C2..	278
Figure 41 – Schéma d'états DLM de l'appareil principal C1 pour le type sans créneau temporel	283
Figure 42 – Schéma d'états DLM de l'appareil principal C2 et des appareils subordonnés pour le type sans créneau temporel	284
Tableau 1 – Descriptions des transitions d'état	153
Tableau 2 – Description des éléments de diagramme d'états	154
Tableau 3 – Conventions utilisées dans les diagrammes d'états	154
Tableau 4 – Fonctionnalités caractéristiques du protocole de liaison de données de bus de terrain	155
Tableau 5 – Liste des valeurs de la variable Cyc_sel	179
Tableau 6 – Liste des valeurs de la variable Tunit.....	180
Tableau 7 – Liste des valeurs de la variable PDUType.....	182
Tableau 8 – Liste des valeurs de la variable SlotType.....	182
Tableau 9 – Syntaxe de transfert des séquences de bits.....	184
Tableau 10 – Ordre des bits.....	185
Tableau 11 – Format d'adresse d'origine et de destination.....	187
Tableau 12 – Adresse de station.....	187
Tableau 13 – Adresse étendue	187
Tableau 14 – Format du champ Contrôle de message (Format de transfert d'informations).....	188
Tableau 15 – Format du champ Contrôle de message (Format superviseur)	188
Tableau 16 – Liste des bits de fonction de superviseur	188
Tableau 17 – Format du champ Type de trame et longueur de données.....	189
Tableau 18 – Liste des types de trames.....	189
Tableau 19 – Format des données de la trame synchrone	190
Tableau 20 – Liste des champs de la trame synchrone	190
Tableau 21 – Format des données de la trame de données de sortie ou de données d'entrée	190
Tableau 22 – Liste des champs de la trame de données de sortie ou de données d'entrée	191
Tableau 23 – Format des données de la trame de début de mesure de retard.....	191
Tableau 24 – Liste des champs de la trame de début de mesure de retard	191
Tableau 25 – Format des données de la trame de mesure de retard	192
Tableau 26 – Liste des champs de la trame de mesure de retard.....	192
Tableau 27 – Format des données de la trame de statut.....	193
Tableau 28 – Liste des champs de la trame de statut.....	193
Tableau 29 – Liste des statuts DLE.....	193
Tableau 30 – Liste des statuts de répétition.....	193
Tableau 31 – Format des données de la trame de mesure de retard	194
Tableau 32 – Liste des champs de la trame d'information de cycle	194
Tableau 33 – Format des données de la trame de message.....	195
Tableau 34 – Liste des champs de la trame de message	195
Tableau 35 – Plage de valeurs du champ Adresse de station.....	196

Tableau 36 – Format du champ Commande (Format d'échange de données d'E/S)	197
Tableau 37 – Format du champ Commande (Format du message).....	197
Tableau 38 – Liste des champs du format de message	197
Tableau 39 – Format des données de la trame synchrone	198
Tableau 40 – Liste des champs de la trame synchrone	198
Tableau 41 – Format des données de la trame de données de sortie.....	198
Tableau 42 – Liste des champs de la trame de données de sortie.....	199
Tableau 43 – Format des données de la trame de données d'entrée.....	199
Tableau 44 – Liste des champs de la trame de données d'entrée	199
Tableau 45 – Plage de valeurs du champ Adresse de station.....	201
Tableau 46 – Format du champ compteur d'échelle de cycle	201
Tableau 47 – Liste des types de trames.....	202
Tableau 48 – Format des données de la trame de données de sortie.....	204
Tableau 49 – Liste des champs de la trame de données de sortie.....	204
Tableau 50 – Format des données de la trame de données d'entrée.....	204
Tableau 51 – Liste des champs de la trame de données d'entrée	204
Tableau 52 – Primitives et paramètres de l'interface d'utilisateur DLS émis par l'utilisateur DLS	205
Tableau 53 – Primitives et paramètres de l'interface d'utilisateur DLS émis par la CTC	205
Tableau 54 – Table d'états de l'appareil principal C1 utilisant des créneaux temporels de largeur fixe.....	208
Tableau 55 – Table d'états de l'appareil principal C2 utilisant des créneaux temporels de largeur fixe.....	214
Tableau 56 – Table d'états de l'appareil subordonné utilisant des créneaux temporels de largeur fixe.....	218
Tableau 57 – Table d'états de l'appareil principal C1 utilisant des créneaux temporels configurables	222
Tableau 58 – Table d'états de l'appareil principal C2 utilisant des créneaux temporels configurables	231
Tableau 59 – Table d'états de l'appareil subordonné utilisant des créneaux temporels configurables	234
Tableau 60 – Liste des fonctions utilisées par la machine de transmission cyclique	235
Tableau 61 – Table d'états de l'appareil principal C1 pour le type sans créneau temporel	238
Tableau 62 – Table d'états de l'appareil principal C2 pour le type sans créneau temporel	240
Tableau 63 – Table d'états de l'appareil subordonné pour le type sans créneau temporel	241
Tableau 64 – Table d'états de l'initiateur de message utilisant le format de base	243
Tableau 65 – Table d'états du répondeur de message utilisant le format de base	247
Tableau 66 – Table d'états de l'initiateur de message utilisant le format court	251
Tableau 67 – Table d'états du répondeur de message utilisant le format court.....	256
Tableau 68 – Liste des fonctions utilisées par la machine de segmentation de messages	260
Tableau 69 – Table d'états de la machine protocolaire de transmission acyclique.....	262
Tableau 70 – Liste des fonctions utilisées par la machine protocolaire de transmission acyclique	262

Tableau 71 – Primitives et paramètres échangés entre la CTC et la DLM	263
Tableau 72 – Primitive et paramètres d'événement d'erreur	263
Tableau 73 – Primitives et paramètres pour l'interface SRC-CTC	264
Tableau 74 – Primitive et paramètres d'envoi de trame	264
Tableau 75 – Primitive et paramètres de réception de trame	265
Tableau 76 – Primitives et paramètres échangés entre la SRC et la DLM	271
Tableau 77 – Primitives et paramètres d'obtention de valeur	271
Tableau 78 – Primitive et paramètres d'événement d'erreur	271
Tableau 79 – Liste des primitives et des paramètres (source utilisateur DLMS)	272
Tableau 80 – Liste des primitives et des paramètres (source DLM)	272
Tableau 81 – Table d'états de la DLM avec appareil principal C1	274
Tableau 82 – Table d'états de la DLM avec appareil subordonné et appareil principal C2 ...	278
Tableau 83 – Liste des fonctions utilisées par la machine protocolaire DLM	281
Tableau 84 – Table d'états DLM de l'appareil principal C1 pour le type sans créneau temporel	283
Tableau 85 – Table d'états DLM de l'appareil principal C2 et des appareils subordonnés pour le type sans créneau temporel	284

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEaux DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-24: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de type 24

AVANT-PROPOS

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

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

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

L'IEC 61158-4-24 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 2019. Cette édition constitue une révision technique.

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

- ajout d'un nouveau mode de transmission cyclique appelé "type sans créneau temporel" au paragraphe 4.3.2.4;
- ajout d'un nouveau format de trame pour le type sans créneau temporel au paragraphe 5.4;
- ajout d'une nouvelle procédure d'élément DLE pour le type sans créneau temporel aux paragraphes 6.2.3.2.4, 6.3.3.2.2.4 et 6.3.3.3.2.4;
- ajout d'une nouvelle machine de protocole DLM pour le type sans créneau temporel aux paragraphes 7.5 et 7.6; et
- orthographe et grammaire.

La présente version bilingue (2023-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2023-03.

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera:

- reconduit,
- supprimée,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

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

Le protocole de liaison de données assure un service de liaison de données en s'appuyant sur les services offerts par la couche physique. Le présent document a pour principal objet de préciser un ensemble de règles de communication, exprimées sous la forme de procédures que doivent réaliser des entités de liaison de données (DLE) homologues au moment de la communication. Ces règles de communication visent à fournir une base saine pour le développement, dans divers buts:

- guider les implémenteurs et les concepteurs;
- dans une optique d'utilisation lors de l'essai et de l'achat de matériel;
- dans le cadre d'un accord pour l'admission de systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- en tant que précision apportée à la compréhension des communications prioritaires dans le modèle OSI.

Le présent document traite, en particulier, de la communication et de l'interfonctionnement des capteurs, effecteurs et autres appareils d'automatisation. En utilisant le présent document conjointement avec d'autres normes entrant dans les modèles de référence OSI ou de bus de terrain, des systèmes autrement incompatibles peuvent fonctionner dans toute combinaison.

La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à l'IEC qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être obtenues dans la base de données des droits de propriété, disponible à l'adresse patents.iec.ch/.

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux figurant dans la base de données des brevets. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-24: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de type 24

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La couche liaison de données assure les communications de messagerie élémentaires prioritaires entre les appareils d'un environnement d'automatisation.

Ce protocole offre des opportunités de communication à toutes les entités de liaison de données participantes:

- des opportunités de communication cyclique à démarrage synchrone, selon un ordre préétabli, ou
- de manière acyclique, de la façon exigée par chacune de ces entités de liaison de données.

Ainsi, ce protocole peut être qualifié de protocole offrant un accès cyclique et acyclique asynchrone, mais avec un redémarrage synchrone de chaque cycle.

1.2 Spécifications

La présente partie de l'IEC 61158 spécifie:

- les procédures de transfert en temps 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 services distribués de liaison de données;
- les procédures pour donner des opportunités de communication à toutes les entités DL participantes (DLE), séquentiellement et de manière cyclique pour un transfert déterministe et synchronisé à des intervalles cycliques jusqu'à 64 ms;
- les procédures pour donner les opportunités de communication disponibles pour la transmission de données prioritaires ainsi que pour la transmission de données non prioritaires, sans nuire à la transmission de données prioritaires;
- les procédures pour donner des opportunités de communication cyclique et acyclique pour la transmission de données prioritaires avec accès hiérarchisés;
- les procédures pour donner des opportunités de communication selon le contrôle d'accès au support physique normalisé par l'ISO/IEC/IEEE 8802-3, avec des dispositions pour les nœuds à ajouter ou à retirer lors du fonctionnement normal;
- la structure des DLPDU de bus de terrain utilisée par le protocole du présent document pour le transfert des données et des informations de commande, et leur représentation sous forme d'unités de données d'interface physique.

1.3 Procédures

Les procédures sont définies en matière

- d'interactions entre les entités DL 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;

- 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 procédures s'appliquent aux instances de communication entre des systèmes qui prennent en charge des services de communication prioritaires dans la couche liaison de données des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, et qui doivent 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 à différents besoins de communications prioritaires.

1.5 Conformité

Le présent document spécifie également les exigences relatives aux systèmes mettant en œuvre ces procédures. Le présent document ne fournit pas d'essais destinés à démontrer la conformité à ces exigences.

2 Références normatives

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

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

IEC 61158-2:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique*

IEC 61158-3-24:2023, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-24: Définition des services de couche liaison de données – Eléments de type 24*

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

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

ISO/IEC/IEEE 8802-3:2021, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange entre systèmes informatiques – Exigences pour les réseaux locaux et métropolitains – Partie 3: Norme pour Ethernet*

ISO/IEC 9899, *Technologies de l'information – Langages de programmation – C*

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

ISO/IEC 13239:2002, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Procédures de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC)*

ISO/IEC 19501:2005, *Technologies de l'information – Traitement distribué ouvert – Langage de modélisation unifié (UML), version 1.4.2*