

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 978-2-8322-9159-7

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
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, abbreviations 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.....	17
3.6 Common Conventions.....	17
3.7 Additional Type 24 conventions	18
3.7.1 Primitive conventions.....	18
3.7.2 State machine conventions.....	18
4 Overview of DL-protocol	19
4.1 Characteristic feature of the DL-protocol.....	19
4.2 DL layer component.....	20
4.2.1 Cyclic transmission control (CTC).....	21
4.2.2 Send Receive Control (SRC)	21
4.2.3 DL-management.....	21
4.3 Timing sequence.....	21
4.3.1 Overview	21
4.3.2 Cyclic transmission mode	21
4.3.3 Acyclic transmission mode.....	29
4.4 Service assumed from the PhL	30
4.4.1 General requirement.....	30
4.4.2 DL_Symbols	30
4.4.3 Assumed primitives of the PhS	30
4.5 Local parameters, variables, counters, timers	30
4.5.1 Overview	30
4.5.2 Variables, parameters, counters and timers to support DLE function	31
5 DLPDU structure	35
5.1 Overview	35
5.1.1 Transfer syntax for bit sequences	35
5.1.2 Data type encodings	36
5.1.3 Frame format.....	36
5.2 Basic format DLPDU structure	36
5.2.1 General	36
5.2.2 Synchronous frame.....	40
5.2.3 Output data or Input data frame	40
5.2.4 Delay measurement start frame	41

5.2.5	Delay measurement frame	41
5.2.6	Message token frame	42
5.2.7	Status frame	42
5.2.8	Cycle Information frame.....	43
5.2.9	Message frame	44
5.3	Short format DLPDU structure.....	45
5.3.1	General	45
5.3.2	Synchronous frame.....	47
5.3.3	Output data or Input data frame	48
5.3.4	Message frame	49
6	DLE element procedure	49
6.1	Overview	49
6.2	Cyclic transmission control sublayer	49
6.2.1	General	49
6.2.2	DLS-user interface.....	49
6.2.3	Protocol machines in CTC	50
6.2.4	CTC-DLM interface.....	101
6.3	Send Receive Control	102
6.3.1	General	102
6.3.2	SRC-CTC interface.....	103
6.3.3	Detailed specification of SRC	104
6.3.4	SRC-DLM interface.....	108
7	DL-management layer (DLM).....	109
7.1	Overview	109
7.2	Primitive definitions.....	109
7.2.1	Primitives exchanged between DLMS-user and DLM	109
7.2.2	Parameters used with DLM primitives	110
7.3	DLM protocol machine	110
7.3.1	C1 master.....	110
7.3.2	Slave and C2 master	115
7.4	Functions	119
	Bibliography.....	122
	Figure 1 – Data-link layer component.....	21
	Figure 2 – Timing chart of fixed-width time slot type cyclic communication.....	22
	Figure 3 – Timing chart of configurable time slot type cyclic communication	24
	Figure 4 – Schematic diagram of cyclic event occurrence	26
	Figure 5 – Timing relationship between cyclic transmission and data processing	29
	Figure 6 – Timing chart example of acyclic communication	29
	Figure 7 – Basic format DLPDU structure.....	37
	Figure 8 – Short format DLPDU structure.....	45
	Figure 9 – The state diagram of the C1 master for fixed-width time slot	51
	Figure 10 – The state diagram of the C2 master for fixed-width time slot	58
	Figure 11 – The state diagram of the slave for fixed-width time slot	62
	Figure 12 – The state diagram of the C1 master for configurable time slot	65
	Figure 13 – The state diagram of the C2 master for configurable time slot	74
	Figure 14 – The state diagram of slave for configurable time slot.....	77

Figure 15 – The state diagram of message initiator for basic format.....	82
Figure 16 – The state diagram of message responder for basic format	86
Figure 17 – The state diagram of message initiator for short format	90
Figure 18 – The state diagram of message responder for short format.....	94
Figure 19 – The state diagram of the acyclic transmission protocol machine.....	100
Figure 20 – Internal architecture of one-port SRC	104
Figure 21 – Internal architecture of multi-port SRC	104
Figure 22 – Internal architecture of serializer	105
Figure 23 – Internal architecture of deserializer	106
Figure 24 – State diagram of the C1 master DLM.....	111
Figure 25 – State diagram of the Slave and the C2 master DLM	116
Table 1 – State transition descriptions	18
Table 2 – Description of state machine elements	19
Table 3 – Conventions used in state machines	19
Table 4 – Characteristic features of the fieldbus data-link protocol.....	20
Table 5 – List of the values of the variable Cyc_sel	31
Table 6 – List of the values of the variable Tunit	32
Table 7 – List of the values of the variable PDUType	33
Table 8 – List of the values of the variable SlotType	34
Table 9 – Transfer syntax for bit sequences.....	36
Table 10 – Bit order	36
Table 11 – Destination and Source address format.....	37
Table 12 – Station address	37
Table 13 – Extended address	38
Table 14 – Message control field format (Information transfer format).....	38
Table 15 – Message control field format (Supervisory format).....	38
Table 16 – The list of Supervisory function bits	39
Table 17 – Frame type and data length format.....	39
Table 18 – The list of Frame type.....	39
Table 19 – Data format of the Synchronous frame	40
Table 20 – The field list of the Synchronous frame.....	40
Table 21 – Data format of the Output data or the Input data frame	40
Table 22 – The field list of the Output data or the Input data frame	41
Table 23 – Data format of Delay measurement start frame.....	41
Table 24 – The field list of Delay measurement start frame.....	41
Table 25 – Data format of Delay measurement frame.....	42
Table 26 – The field list of Delay measurement frame.....	42
Table 27 – Data format of Status frame.....	42
Table 28 – The field list of Status frame.....	43
Table 29 – The list of the DLE status	43
Table 30 – The list of Repeater status	43
Table 31 – Data format of Delay measurement frame.....	44

Table 32 – The field list of Cycle Information frame.....	44
Table 33 – Data format of Message frame	44
Table 34 – The field list of Message frame.....	45
Table 35 – Range of Station address field.....	46
Table 36 – Control field format (I/O data exchange format)	46
Table 37 – Control field format (Message format)	46
Table 38 – The field list of Message format.....	47
Table 39 – Data format of the Synchronous frame	47
Table 40 – The field list of the Synchronous frame.....	48
Table 41 – Data format of the Output data frame	48
Table 42 – The field list of the Output data frame.....	48
Table 43 – Data format of the Input data frame	48
Table 44 – The field list of the Input data frame	48
Table 45 – Primitives and parameters for the DLS-user interface issued by the DLS-user	49
Table 46 – Primitives and parameters for the DLS-user interface issued by the CTC	50
Table 47 – The state table of the C1 master for fixed-width time slot	52
Table 48 – The state table of the C2 master for fixed-width time slot	59
Table 49 – The state table of the slave for fixed-width time slot	63
Table 50 – The state table of the C1 master for configurable time slot	66
Table 51 – The state table of the C2 master for configurable time slot	75
Table 52 – The state table of slave for configurable time slot.....	78
Table 53 – The list of functions used by cyclic transmission machine.....	79
Table 54 – The state table of message initiator for basic format.....	82
Table 55 – The state table of message responder for basic format.....	86
Table 56 – The state table of message initiator for short format	90
Table 57 – The state table of message responder for short format.....	95
Table 58 – List of functions used by the message segmentation machine	99
Table 59 – The state table of the acyclic transmission protocol machine.....	101
Table 60 – The list of functions used acyclic transmission protocol machine	101
Table 61 – Primitives and parameters exchanged between CTC and DLM	102
Table 62 – Error event primitive and parameters.....	102
Table 63 – primitives and parameters for SRC-CTC interface	103
Table 64 – Send frame primitive and parameters	103
Table 65 – Receive frame primitives and parameters	104
Table 66 – Primitives and parameters exchanged between SRC and DLM.....	108
Table 67 – Get value primitive and parameters	109
Table 68 – Error event primitive and parameters.....	109
Table 69 – The list of primitives and parameters (DLMS-user source).....	110
Table 70 – The list of primitives and parameters (DLM source).....	110
Table 71 – State table of the C1 Master DLM.....	112
Table 72 – State table of the Slave and the C2 master DLM	117
Table 73 – The list of the functions used by DLM protocol machine	120

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 IEC 61784-1 and IEC 61784-2.

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

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2014. This edition constitutes a technical revision.

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

- patent declaration in the Introduction;
- corrections on transmission sequence of fixed-width time slot type in 4.3.2;
- technical extension for band sharing between I/O data exchange and message communication; and
- spelling and grammar.

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

FDIS	Report on voting
65C/946/FDIS	65C/955/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

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

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

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

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 profile series. Use of the various protocol types in other combinations may require permission from their respective intellectual-property-right holders.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of patents as follows, where the [xx] notation indicates the holder of the patent right:

US 8223804	[YE]	COMMUNICATION DEVICE, SYNCHRONIZED
JP 4760978		SYSTEM, AND SYNCHRONIZED COMMUNICATION METHOD
CN 200880002225.3		
DE 602008046644.2		

US 7769935	[YE]	MASTER SLAVE COMMUNICATION SYSTEM AND MASTER
JP 4683346		SLAVE COMMUNICATION METHOD
US 8046512		
DE 602007041530.6		

JP 4356698	[YE]	COMMUNICATION DEVICE, SYNCHRONIZED COMMUNICATION
		SYSTEM, AND SYNCHRONIZED COMMUNICATION METHOD

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

The holders of these patent rights have assured IEC that they are willing to negotiate licenses either free of charge or 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 is registered with IEC. Information may be obtained from

[YE]	YASKAWA ELECTRIC CORPORATION
	2-1 Kurosakishiroishi, Yahatanishi-ku, Kitakyushu 806-0004, Japan
	Attention; Intellectual Property Rights Section.

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

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

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 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:

- a) in a synchronously-starting cyclic manner, according to a pre-established schedule, or
- b) 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 document specifies

- a) procedures for the timely transfer of data and control information from one data-link user entity to a peer user entity, and among the data-link entities forming the distributed datalink service provider;
- b) 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;
- c) 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;
- d) procedures for giving cyclic and acyclic communication opportunities for time-critical data transmission with prioritized access;
- e) 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;
- f) the structure of the fieldbus DLPDUs used for the transfer of data and control information by the protocol of this document, and their representation as physical interface data units.

1.3 Procedures

The procedures are defined in terms of

- a) the interactions between peer DL-entities 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 document also specifies conformance requirements for systems implementing these procedures. This document does not contain tests to demonstrate compliance with such requirements.

2 Normative references

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

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

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

IEC 61158-3-24:2014, *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 8802-3:2017, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – 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.....	129
INTRODUCTION.....	131
1 Domaine d'application	133
1.1 Généralités	133
1.2 Spécifications	133
1.3 Procédures	133
1.4 Applicabilité	134
1.5 Conformité	134
2 Références normatives	134
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	135
3.1 Termes et définitions du modèle de référence.....	135
3.2 Termes, définitions et conventions des services.....	136
3.3 Termes et définitions communs.....	136
3.4 Symboles et abréviations	139
3.5 Symboles et abréviations supplémentaires de type 24	140
3.6 Conventions générales	140
3.7 Conventions de type 24 supplémentaires	141
3.7.1 Conventions pour les primitives	141
3.7.2 Conventions pour les diagrammes d'états.....	141
4 Présentation du protocole DL	143
4.1 Fonctionnalité caractéristique du protocole DL.....	143
4.2 Composant de couche DL	144
4.2.1 Commande de transmission cyclique (CTC).....	145
4.2.2 Commande d'envoi et réception (SRC)	145
4.2.3 DL-management (Gestion DL)	145
4.3 Séquence chronologique.....	145
4.3.1 Présentation	145
4.3.2 Mode de transmission cyclique	145
4.3.3 Mode transmission acyclique	155
4.4 Service présumé provenant de PhL.....	156
4.4.1 Exigences générales	156
4.4.2 Symboles DL	157
4.4.3 Primitives présumées du PhS	157
4.5 Paramètres locaux, variables, compteurs, temporisateurs.....	157
4.5.1 Présentation	157
4.5.2 Variables, paramètres, compteurs et temporisateurs supportant la fonction DLE.....	157
5 Structure de la DLPDU	163
5.1 Présentation	163
5.1.1 Syntaxe de transfert des séquences de bits.....	163
5.1.2 Codages des types de données	163
5.1.3 Format de trame	164
5.2 Structure de la DLPDU au format de base.....	164
5.2.1 Généralités.....	164
5.2.2 Trame synchrone.....	168
5.2.3 Trame de données de sortie ou de données d'entrée.....	168
5.2.4 Trame de début de mesure de retard.....	169

5.2.5	Trame de mesure de retard	170
5.2.6	Trame de jeton de message	170
5.2.7	Trame de statut	171
5.2.8	Trame d'information de cycle	172
5.2.9	Trame de message	173
5.3	Structure de la DLPDU de format court	174
5.3.1	Généralités	174
5.3.2	Trame synchrone	176
5.3.3	Trame de données de sortie ou de données d'entrée	177
5.3.4	Trame de message	178
6	Procédure d'élément DLE	178
6.1	Présentation	178
6.2	Sous-couche de commande de transmission cyclique	178
6.2.1	Généralités	178
6.2.2	Interface d'utilisateur de DLS	178
6.2.3	Machines protocolaires de la CTC	179
6.2.4	Interface CTC-DLM	232
6.3	Commande d'envoi et réception	233
6.3.1	Généralités	233
6.3.2	Interface SRC-CTC	234
6.3.3	Spécification détaillée de la SRC	235
6.3.4	Interface SRC-DLM	240
7	Couche de gestion de DL (DLM)	241
7.1	Présentation	241
7.2	Définitions des primitives	241
7.2.1	Primitives échangées entre l'utilisateur de DLMS et la DLM	241
7.2.2	Paramètres utilisés avec les primitives de la DLM	242
7.3	Machine protocolaire DLM	242
7.3.1	Maître C1	242
7.3.2	Esclave et maître C2	247
7.4	Fonctions	251
	Bibliographie	254
	Figure 1 – Composant de la couche liaison de données	144
	Figure 2 – Chronogramme de la communication cyclique de type à intervalle de temps de largeur fixe	146
	Figure 3 – Chronogramme de la communication cyclique de type à intervalle de temps configurable	150
	Figure 4 – Schéma de principe de l'occurrence d'un événement cyclique	152
	Figure 5 – Relation chronologique entre la transmission cyclique et le traitement des données	155
	Figure 6 – Exemple de chronogramme de communication acyclique	156
	Figure 7 – Structure de la DLPDU au format de base	164
	Figure 8 – Structure de la DLPDU de format court	174
	Figure 9 – Schéma d'états du maître C1 utilisant des créneaux temporels de largeur fixe ...	181
	Figure 10 – Schéma d'états du maître C2 utilisant des créneaux temporels de largeur fixe .	188
	Figure 11 – Schéma d'états de l'esclave utilisant des créneaux temporels de largeur fixe ...	192

Figure 12 – Schéma d'états du maître C1 utilisant des créneaux temporels configurables	195
Figure 13 – Schéma d'états du maître C2 utilisant des créneaux temporels configurables	204
Figure 14 – Schéma d'états de l'esclave utilisant des intervalles de temps configurables	207
Figure 15 – Schéma d'états de l'initiateur de message utilisant le format de base	212
Figure 16 – Schéma d'états du répondeur de message utilisant le format de base	216
Figure 17 – Schéma d'états de l'initiateur de message utilisant le format court	221
Figure 18 – Schéma d'états du répondeur de message utilisant le format court	225
Figure 19 – Schéma d'états de la machine protocolaire de transmission acyclique	231
Figure 20 – Architecture interne de la SRC à un port	235
Figure 21 – Architecture interne de la SRC à plusieurs ports	235
Figure 22 – Architecture interne du sérialiseur	236
Figure 23 – Architecture interne du désérialiseur	238
Figure 24 – Schéma d'états de la DLM avec maître C1	243
Figure 25 – Schéma d'états de la DLM avec esclave et maître C2	248
Tableau 1 – Descriptions des transitions d'état	142
Tableau 2 – Description des éléments d'un diagramme d'états	142
Tableau 3 – Conventions utilisées dans les diagrammes d'états	142
Tableau 4 – Fonctionnalités caractéristiques du protocole de liaison de données de bus de terrain	143
Tableau 5 – Liste des valeurs de la variable Cyc_sel	158
Tableau 6 – Liste des valeurs de la variable Tunit	159
Tableau 7 – Liste des valeurs de la variable PDUType	161
Tableau 8 – Liste des valeurs de la variable SlotType	161
Tableau 9 – Syntaxe de transfert des séquences de bits	163
Tableau 10 – Ordre des bits	164
Tableau 11 – Format d'adresse de source et de destination	165
Tableau 12 – Adresse de station	165
Tableau 13 – Adresse étendue	165
Tableau 14 – Format du champ Contrôle de message (Format de transfert d'informations)	166
Tableau 15 – Format du champ Contrôle de message (Format superviseur)	166
Tableau 16 – Liste des bits de fonction de superviseur	167
Tableau 17 – Format du champ Type de trame et longueur de données	167
Tableau 18 – Liste des types de trame	167
Tableau 19 – Format des données de la trame synchrone	168
Tableau 20 – Liste des champs de la trame synchrone	168
Tableau 21 – Format des données de la trame de données de sortie ou de données d'entrée	169
Tableau 22 – Liste des champs de la trame de données de sortie ou de données d'entrée	169
Tableau 23 – Format des données de la trame de début de mesure de retard	169

Tableau 24 – Liste des champs de la trame de début de mesure de retard	169
Tableau 25 – Format des données de la trame de mesure de retard	170
Tableau 26 – Liste des champs de la trame de mesure de retard	170
Tableau 27 – Format des données de la trame de statut	171
Tableau 28 – Liste des champs de la trame de statut	171
Tableau 29 – Liste des statuts de DLE	171
Tableau 30 – Liste des statuts de répétition	172
Tableau 31 – Format des données de la trame de mesure de retard	172
Tableau 32 – Liste des champs de la trame d'information de cycle	173
Tableau 33 – Format des données de la trame de message	173
Tableau 34 – Liste des champs de la trame de message	173
Tableau 35 – Plage de valeurs du champ Adresse de station	175
Tableau 36 – Format du champ Commande (Format d'échange de données d'E/S)	175
Tableau 37 – Format du champ Commande (Format du message)	175
Tableau 38 – Liste des champs du format de message	176
Tableau 39 – Format des données de la trame synchrone	176
Tableau 40 – Liste des champs de la trame synchrone	177
Tableau 41 – Format des données de la trame de données de sortie	177
Tableau 42 – Liste des champs de la trame de données de sortie	177
Tableau 43 – Format des données de la trame de données d'entrée	177
Tableau 44 – Liste des champs de la trame de données d'entrée	178
Tableau 45 – Primitives et paramètres de l'interface d'utilisateur de DLS émis par l'utilisateur de DLS	179
Tableau 46 – Primitives et paramètres de l'interface d'utilisateur de DLS émis par la CTC ..	179
Tableau 47 – Table d'états du maître C1 utilisant des créneaux temporels de largeur fixe ..	182
Tableau 48 – Table d'états du maître C2 utilisant des créneaux temporels de largeur fixe ..	189
Tableau 49 – Table d'états de l'esclave utilisant des créneaux temporels de largeur fixe	193
Tableau 50 – Table d'états du maître C1 utilisant des créneaux temporels configurables	196
Tableau 51 – Table d'états du maître C2 utilisant des créneaux temporels configurables	205
Tableau 52 – Table d'états de l'esclave utilisant des intervalles de temps configurables	208
Tableau 53 – Liste des fonctions utilisées par la machine de transmission cyclique	209
Tableau 54 – Table d'états de l'initiateur de message utilisant le format de base	213
Tableau 55 – Table d'états du répondeur de message utilisant le format de base	217
Tableau 56 – Table d'états de l'initiateur de message utilisant le format court	221
Tableau 57 – Table d'états du répondeur de message utilisant le format court	226
Tableau 58 – Liste des fonctions utilisées par la machine de segmentation de messages	230
Tableau 59 – Table d'états de la machine protocolaire de transmission acyclique	232
Tableau 60 – Liste des fonctions utilisées par la machine protocolaire de transmission acyclique	232
Tableau 61 – Primitives et paramètres échangés entre la CTC et la DLM	233
Tableau 62 – Primitive et paramètres d'événement d'erreur	233
Tableau 63 – Primitives et paramètres pour l'interface SRC-CTC	234

Tableau 64 – Primitive et paramètres d'envoi de trame	234
Tableau 65 – Primitive et paramètres de réception de trame	235
Tableau 66 – Primitives et paramètres échangés entre la CTC et la DLM	240
Tableau 67 – Primitives et paramètres d'obtention de valeur.....	241
Tableau 68 – Primitive et paramètres d'événement d'erreur	241
Tableau 69 – Liste des primitives et des paramètres (source utilisateur de DLMS)	241
Tableau 70 – Liste des primitives et des paramètres (source DLM).....	242
Tableau 71 – Table d'états de la DLM avec maître C1	244
Tableau 72 – Table d'états de la DLM avec esclave et maître C2	249
Tableau 73 – Liste des fonctions utilisées par la machine protocolaire DLM	252

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

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

NOTE Les combinaisons de types de protocole sont spécifiées dans l'IEC 61784-1 et l'IEC 61784-2.

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

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

- déclaration de brevet dans l'introduction;
- corrections à la séquence de transmission du type de créneau temporel de largeur fixe en 4.3.2;
- extension technique pour le partage de bande entre l'échange de données d'E/S et la communication de messages; et
- orthographe et grammaire.

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

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

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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

INTRODUCTION

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

- a) en tant que guide pour les développeurs et les concepteurs;
- b) dans une optique d'utilisation lors de l'essai et de l'achat de matériel;
- c) dans le cadre d'un accord pour l'admission de systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- d) 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'interaction des capteurs, effecteurs et autres appareils d'automatisation. Du fait de l'utilisation conjointe du présent document avec d'autres normes entrant dans les modèles de référence de l'OSI ou des bus de terrain, des systèmes auparavant incompatibles peuvent fonctionner ensemble dans toute combinaison.

NOTE L'attention est attirée sur le fait que l'utilisation de certains types de protocole associés est limitée par leurs détenteurs de droit à la propriété intellectuelle. Dans tous les cas, l'engagement pris par les détenteurs quant à une diffusion limitée des droits de propriété intellectuelle permet d'utiliser un type particulier de protocole de couche liaison de données avec des protocoles de couche physique et de couche application dans les combinaisons de types explicitement spécifiées dans les séries de profils. L'utilisation des divers types de protocole dans d'autres combinaisons peut exiger une autorisation de la part de leurs détenteurs de droits à la propriété intellectuelle respectifs.

La Commission Electrotechnique 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 de brevets comme décrit ci-dessous, la notation [xx] indiquant le détenteur des droits de brevet:

US 8223804 [YE] APPAREIL DE COMMUNICATION, SYSTÈME
JP 4760978 SYNCHRONISE ET PROCÉDE DE COMMUNICATION SYNCHRONISE
CN 200880002225.3
DE 602008046644.2

US 7769935 [YE] SYSTÈME DE COMMUNICATION MAÎTRE ESCLAVE ET PROCÉDE
JP 4683346 DE COMMUNICATION MAÎTRE ESCLAVE
US 8046512
DE 602007041530.6

JP 4356698 [YE] APPAREIL DE COMMUNICATION, SYSTÈME DE COMMUNICATION
SYNCHRONISE ET PROCÉDE DE COMMUNICATION SYNCHRONISE

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

Les détenteurs de ces droits de propriété ont donné l'assurance à l'ISO [et/ou] à l'IEC qu'ils consentent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, soit sans frais soit à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être demandées à:

[YE] YASKAWA ELECTRIC CORPORATION
2-1 Kurosakishiroishi, Yahatanishi-ku, Kitakyushu 806-0004, Japon
A l'attention du Service des droits de propriété intellectuelle.

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

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

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-24: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Eléments 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 à toutes les entités de liaison de données participantes:

- a) des opportunités de communication cyclique à démarrage synchrone, selon un ordre préétabli, ou
- b) de manière acyclique, de la façon requise 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

Le présent document spécifie

- a) 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;
- b) les procédures pour donner des opportunités de communication à toutes les entités DL participantes, séquentiellement et de manière cyclique pour le transfert déterministe et synchronisé à intervalles cycliques pouvant aller jusqu'à 64 ms;
- c) 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 prioritaire;
- d) les procédures pour donner des opportunités de communication cyclique et acyclique pour la transmission de données prioritaires avec accès hiérarchisés;
- e) 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;
- f) la structure des DLPDU de bus de terrain utilisées par le protocole du présent document pour le transfert des données et des informations de commande, et leur représentation sous forme d'unités de données d'interface physique.

1.3 Procédures

Les procédures sont définies en termes

- a) d'interactions entre les entités DL homologues par l'échange de DLPDU de bus de terrain;
- b) d'interactions entre un fournisseur de service de DL (DLS) et un utilisateur de 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 procédures s'appliquent aux instances de communication entre des systèmes qui prennent en charge des services de communications prioritaires dans la Couche liaison de données des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, et qui exigent d'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 cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

IEC 61158-3-24:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-24: Définition des services de la 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 8802-3:2017, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – exigences spécifiques – Partie 3: Définitions pour l'Ethernet*

ISO/IEC 9899, *Information technology – Programming languages – C* (disponible en anglais seulement)

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

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

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