

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 4-21: Data-link layer protocol specification – Type 21 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 4-21: Spécification du protocole de la couche liaison de données –
Éléments de type 21**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.040.40; 35.100.20; 35.110

ISBN 978-2-8322-9146-7

**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.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
1.1 General.....	10
1.2 Specifications	10
1.3 Procedures	10
1.4 Applicability	10
1.5 Conformance	10
2 Normative references	11
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....	11
3.1 Reference model terms and definitions	11
3.2 Service convention terms and definitions	13
3.3 Common terms and definitions.....	14
3.4 Additional Type 21 definitions	17
3.5 Common symbols and abbreviations	17
3.6 Additional Type 21 symbols and abbreviations.....	18
4 Overview of the data-link protocol.....	19
4.1 General.....	19
4.2 Overview of medium access control	19
4.3 Service assumed from the physical layer	19
4.4 DLL architecture	20
4.4.1 General	20
4.4.2 DLL management (DLM) interface support function	21
4.5 Data type	22
4.5.1 General	22
4.5.2 Boolean.....	22
4.5.3 Unsigned integer	22
4.5.4 Signed integer	23
4.5.5 Octet String	23
4.5.6 Visible String.....	23
4.5.7 Time of day	24
4.6 Local parameters and variables	24
4.6.1 General	24
4.6.2 DLE configuration parameters	24
4.6.3 Queues to support data transfer	25
4.6.4 Variables to support SAP management.....	26
4.6.5 Variables to support local device information management.....	27
4.6.6 Variables and counter to support network information management.....	31
4.6.7 Variables and counter to support a device path information management.....	35
4.6.8 Variables, counters, timers, and queues to support path table management.....	39
5 General structure and encoding.....	39
5.1 Overview	39
5.2 MAPDU structure and encoding	39
5.3 Common MAC frame structure, encoding and elements of procedure.....	40
5.3.1 MAC frame structure.....	40

5.3.2	Elements of the MAC frame	40
5.3.3	Elements of the Type 21 DLPDU	41
5.4	Order of bit transmission	49
5.5	Invalid DLPDU	49
6	DLPDU structure and procedure	49
6.1	General.....	49
6.2	Common DLPDU Field	49
6.2.1	General	49
6.2.2	Version	50
6.2.3	Length	50
6.3	DL-DATA Transfer	50
6.3.1	DT DLPDU.....	50
6.4	DL-SPDATA Transfer.....	53
6.4.1	SPDT DLPDU	53
6.5	Network control messages	54
6.5.1	General	54
6.5.2	NCM_LA DLPDU	54
6.5.3	NCM_AT DLPDU	56
6.5.4	NCM_LS DLPDU	57
6.5.5	NCM_RS DLPDU.....	58
6.5.6	NCM_AR_DLPDU.....	59
6.5.7	NCM_AR DLPDU structure	59
7	DLE elements of procedure	60
7.1	Overall structure	60
7.2	DL-protocol machine (DLPM).....	61
7.2.1	Overview	61
7.2.2	Primitive definitions	61
7.2.3	DLPM state table	64
7.2.4	DLPM functions	68
7.3	DLL management Protocol.....	69
7.3.1	Overview	69
7.3.2	Primitive definitions	69
7.3.3	DLM state table	72
7.3.4	DLM functions	96
8	Constants and error codes.....	105
8.1	General.....	105
8.2	Constants	106
8.3	Data-link layer error codes.....	107
	Bibliography.....	108
	Figure 1 – Interaction of PhS primitives with DLE.....	20
	Figure 2 – Data-link layer architecture	21
	Figure 3 – Relationships of DLSAPs, DLSAP-addresses, and group DL-addresses.....	26
	Figure 4 – Common MAC frame format for Type 21 DLPDU.....	40
	Figure 5 – MAC frame format for other protocols.....	40
	Figure 6 – Version and Length field	41
	Figure 7 – DST_addr field.....	42

Figure 8 – SRC_addr field.....	43
Figure 9 – Frame Control Field	43
Figure 10 – Extension field	46
Figure 11 – DSAP field	47
Figure 12 – Source service access point field	48
Figure 13 – Length of group mask and extension information.....	48
Figure 14 – Group mask option field	48
Figure 15 – Common DLPDU field	50
Figure 16 – Building a DT DLPDU.....	50
Figure 17 – DT DLPDU structure	50
Figure 18 – SPDT DLPDU structure	53
Figure 19 – NCM_LA DLPDU structure	55
Figure 20 – DLL structure and elements	60
Figure 21 – State transition diagram of the DLPM.....	64
Figure 22 – State transition diagram of DLM	73
Table 1 – DLL components	20
Table 2 – UNSIGNEDn data type	22
Table 3 – INTEGERn data type.....	23
Table 4 – DLE configuration parameters	25
Table 5 – Queues to support data transfer	25
Table 6 – Variables to support SAP management	26
Table 7 – Variables to support device information management.....	27
Table 8 – DL-entity identifier	28
Table 9 – Device Flags	28
Table 10 – DLM state.....	28
Table 11 – Device Unique Identification	29
Table 12 – Unique identification of device connected to R-port1	29
Table 13 – Unique identification of device connected to R-port2	29
Table 14 – MAC address.....	29
Table 15 – Port information.....	30
Table 16 – Protocol version	30
Table 17 – Device type	31
Table 18 – Device description.....	31
Table 19 – Hop count.....	31
Table 20 – Variables to support managing network information.....	32
Table 21 – Topology	32
Table 22 – Collision count.....	32
Table 23 – Device count	33
Table 24 – Topology change count	33
Table 25 – Last topology change time.....	33
Table 26 – RNMP device UID	33
Table 27 – RNMS device UID	34

Table 28 – LNM device UID for R-port1	34
Table 29 – LNM device UID for R-port2	34
Table 30 – Network flags	35
Table 31 – Variables and counter to support managing path information.....	36
Table 32 – Hop count for R-port1 direction.....	36
Table 33 – Hop count for R-port2 direction.....	37
Table 34 – Preferred R-port	37
Table 35 – Destination R-port	37
Table 36 – In net count	38
Table 37 – In net time	38
Table 38 – Out net count	39
Table 39 – Out net time	39
Table 40 – Version and Length	42
Table 41 – Destination DL–entity identifier.....	42
Table 42 – Source DL–entity identifier	43
Table 43 – Frame control.....	44
Table 44 – Extension	47
Table 45 – Destination service access point	47
Table 46 – source service access point.....	48
Table 47 – DT DLPDU parameters	51
Table 48 – Primitives exchanged between DLS-user and DLE to send a DT DLPDU.....	52
Table 49 – Primitives exchanged between DLS-user and DLEs to receive a DT DLPDU	53
Table 50 – SPDT DLPDU Parameters.....	53
Table 51 – Primitive exchanged between DLS-User and DLEs to send an SPDT DLPDU	54
Table 52 – Primitives exchanged between DLS-user and DLEs to receive an SPDT DLPDU	54
Table 53 – NCM_LA DLPDU parameters.....	55
Table 54 – NCM_AT DLPDU parameters	56
Table 55 – NCM_LS DLPDU parameters.....	57
Table 56 – NCM_RS DLPDU parameters	58
Table 57 – NCM_AR DLPDU parameters	59
Table 58 – Primitives exchanged between DLPM and DLS-user	61
Table 59 – Parameters exchanged between DLPM and DLS-user.....	62
Table 60 – Primitives exchanged between DLPM and DLM.....	63
Table 61 – Parameters used with primitives exchanged between DLPM and DLM.....	64
Table 62 – DLPM state table.....	65
Table 63 – DLPM functions table	68
Table 64 – Primitives exchanged between DLM and DLS-user.....	70
Table 65 – Parameters used with primitives exchanged between DLM and DLS-user.....	71
Table 66 – Primitive exchanged between DLM and DMAC	71
Table 67 – Parameters used with primitives exchanged between DLM and DMAC	72
Table 68 – Primitive exchanged between DLM and DPHY.....	72
Table 69 – Parameters used with primitives exchanged between DLM and DPHY.....	72

Table 70 – DLM state table	74
Table 71 – DLM function table	96
Table 72 – DLL constants	106
Table 73 – Type 21 DLL error codes	107

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELDBUS SPECIFICATIONS –****Part 4-21: Data-link layer protocol specification –
Type 21 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 61158-4-21 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 2010. This edition constitutes a technical revision.

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

- added Frame control Value, DLM function and DLL constants;
- changed NCM_RETRY_RNMS to NCM_CHECK_NET_INTEGRITY_REQ;
- updated DLM state table;
- miscellaneous editorial corrections.

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 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.

INTRODUCTION

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

This 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 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 parts. Use of the various protocol types in other combinations may require permission of 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 concerning Type 21 elements and possibly other types given in Subclause 4.1, 4.2 and 7.3 as follows:

KR 0789444	[LS]	A communication packet processing apparatus and method for ring topology Ethernet network capable of preventing permanent packet looping
KR 0732510	[LS]	Network system
KR 0870670	[LS]	Method for determining a Ring Manager Node

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

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

[LS]: LS Industrial Systems Co., Ltd.
LS Tower 1026-6
Hogye-dong, Dongan-gu,
Anyang-si, Gyeonggi-do 431-848
Republic of Korea

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://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) 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 4-21: Data-link layer protocol specification – Type 21 elements

1 Scope

1.1 General

The DLL provides basic time-critical data communications between devices in an automated environment. Type 21 provides priority-based cyclic and acyclic data communication using an internal collision-free, full-duplex dual-port Ethernet switch technology. For wide application in various automation applications, Type 21 does not restrict the cyclic/acyclic scheduling policy in the DLL.

1.2 Specifications

This document describes:

- a) procedures for the timely transfer of data and control information from one data link user entity to a peer user entity, and among the data link entities forming the distributed data link service provider;
- b) procedures for giving communication opportunities based on ISO/IEC/IEEE 8802-3 MAC, with provisions for nodes to be added or removed during normal operation;
- c) structure of the fieldbus data link protocol data units (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 data link entities (DLEs) through the exchange of fieldbus DLPDUs;
- b) the interactions between a data link 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 physical layer 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 that support time-critical communications services in the data link layer of the OSI or fieldbus reference models, and that 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-deterministic 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 61158-3-21:2019, *Industrial Communication Networks – Fieldbus specifications – Part 3-21: Data-link layer service definition – Type 21 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 10731, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Conventions for the definition of OSI services*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	115
INTRODUCTION.....	117
1 Domaine d'application	119
1.1 Généralités	119
1.2 Spécifications	119
1.3 Procédures	119
1.4 Applicabilité	119
1.5 Conformité	120
2 Références normatives.....	120
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	120
3.1 Termes et définitions du modèle de référence.....	120
3.2 Termes, définitions et conventions des services.....	122
3.3 Termes et définitions communs.....	123
3.4 Définitions supplémentaires du type 21.....	126
3.5 Symboles et abréviations communs	127
3.6 Symboles et abréviations supplémentaires de type 21	128
4 Vue d'ensemble du protocole de liaison de données.....	128
4.1 Généralités	128
4.2 Vue d'ensemble du contrôle d'accès au support physique.....	128
4.3 Service pris en charge à partir de la couche physique.....	129
4.4 Architecture DLL.....	130
4.4.1 Généralités.....	130
4.4.2 Fonction de prise en charge de l'interface de gestion DLL (DLM).....	132
4.5 Type de Données.....	132
4.5.1 Généralités.....	132
4.5.2 Données booléennes	132
4.5.3 Entier non signé	133
4.5.4 Entier signé	133
4.5.5 Chaîne d'octets.....	134
4.5.6 Chaîne de caractères visible.....	134
4.5.7 Heure du Jour.....	134
4.6 Paramètres et variables locaux	135
4.6.1 Généralités.....	135
4.6.2 Paramètres de configuration DLE	135
4.6.3 Files d'attente pour la prise en charge du transfert de données	136
4.6.4 Variables de prise en charge de la gestion SAP.....	137
4.6.5 Variables de prise en charge de la gestion des informations du dispositif local.....	139
4.6.6 Variables et compteur de prise en charge de la gestion des informations du réseau	144
4.6.7 Variables et compteur de prise en charge de la gestion des informations de trajets de dispositifs.....	148
4.6.8 Variables, compteurs, temporisateurs et files d'attente de prise en charge de la gestion des tables des trajets	152
5 Structure générale et codage.....	152
5.1 Vue d'ensemble	152
5.2 Structure et codage de MAPDU	152

5.3	Structure, codage et éléments de trame MAC commune	152
5.3.1	Structure de trame MAC	152
5.3.2	Éléments de la trame MAC	154
5.3.3	Éléments de la DLPDU de type 21	155
5.4	Ordre d'émission des bits	164
5.5	DLPDU non valide	164
6	Structure et procédure de DLPDU	164
6.1	Généralités	164
6.2	Champ commun aux DLPDU	164
6.2.1	Généralités	164
6.2.2	Version	165
6.2.3	Longueur	165
6.3	Transfert de données DL	165
6.3.1	DLPDU de DT	165
6.4	Transfert de DL-SPDATA (Données sporadiques de DL)	169
6.4.1	DLPDU de SPDT	169
6.5	Messages de Contrôle du Réseau	171
6.5.1	Généralités	171
6.5.2	DLPDU NCM_LA	171
6.5.3	DLPDU NCM_AT	173
6.5.4	DLPDU NCM_LS	174
6.5.5	DLPDU NCM_RS	175
6.5.6	DLPDU NCM_AR	176
6.5.7	Structure de DLPDU NCM_AR	176
7	Éléments de procédure de DLE	177
7.1	Structure globale	177
7.2	Machine protocolaire DL (DLPM)	178
7.2.1	Vue d'ensemble	178
7.2.2	Définition des primitives	178
7.2.3	Table d'états DLPM	181
7.2.4	Fonctions DLPM	185
7.3	Protocole de gestion DLL	187
7.3.1	Vue d'ensemble	187
7.3.2	Définition des primitives	187
7.3.3	Table d'états DLM	189
7.3.4	Fonctions de DLM	213
8	Constantes et codes d'erreur	223
8.1	Généralités	223
8.2	Constantes	224
8.3	Codes d'erreur de la couche Liaison de données	225
	Bibliographie	226
	Figure 1 – Interaction des primitives de PhS avec une DLE	129
	Figure 2 – Architecture de la couche de liaison de données	132
	Figure 3 – Relations entre DLSAP, adresses DLSAP et adresses DL de groupe	138
	Figure 4 – Format de trame MAC commune pour la DLPDU de type 21	153
	Figure 5 – Format de trame MAC pour d'autres protocoles	153
	Figure 6 – Champs version et longueur	155

Figure 7 – Champ DST_addr	156
Figure 8 – Champ SRC_addr	157
Figure 9 – Champ Contrôle de trame	157
Figure 10 – Champ Extension	161
Figure 11 – Champ DSAP	162
Figure 12 – Champ Point d'accès de service d'origine	162
Figure 13 – Longueur des informations de masque de groupe et d'extension	163
Figure 14 – Champ option de masque de groupe	163
Figure 15 – Champ commun aux DLPDU	165
Figure 16 – Construction d'une DLPDU de DT	166
Figure 17 – Structure d'une DLPDU de DT	166
Figure 18 – Structure de DLPDU de SPDT	169
Figure 19 – Structure de DLPDU NCM_LA	171
Figure 20 – Structure et éléments de DLL	178
Figure 21 – Diagramme des transitions d'états de la DLPM	182
Figure 22 – Diagramme des transitions d'états de la DLM	190
Tableau 1 – Composants de la DLL	130
Tableau 2 – Type de données UNSIGNEDn	133
Tableau 3 – Type de données INTEGRn	134
Tableau 4 – Paramètres de configuration DLE	135
Tableau 5 – Files d'attente pour la prise en charge du transfert de données	136
Tableau 6 – Variables de prise en charge de la gestion SAP	137
Tableau 7 – Variables de prise en charge de la gestion des informations du dispositif	139
Tableau 8 – Identifiant d'entité DL	139
Tableau 9 – Indicateurs de dispositif	140
Tableau 10 – Etat DLM	140
Tableau 11 – Identifiant unique de dispositif	141
Tableau 12 – Identifiant unique de dispositif connecté au Port R1	141
Tableau 13 – Identifiant unique de dispositif connecté au Port R2	141
Tableau 14 – Adresse MAC	141
Tableau 15 – Informations de port	142
Tableau 16 – Version de protocole	142
Tableau 17 – Type de dispositif	143
Tableau 18 – Description de dispositif	143
Tableau 19 – Nombre de sauts	143
Tableau 20 – Variables de prise en charge des informations de gestion du réseau	144
Tableau 21 – Topologie	144
Tableau 22 – Nombre de collisions	145
Tableau 23 – Nombre de dispositifs	145
Tableau 24 – Nombre de changements de topologie	145
Tableau 25 – Heure du dernier changement de topologie	145
Tableau 26 – UID de dispositif RNMP	146

Tableau 27 – UID de dispositif RNMS	146
Tableau 28 – UID du dispositif LNM pour le port R1	146
Tableau 29 – UID du dispositif LNM pour le port R2.....	147
Tableau 30 – Indicateurs de réseau	147
Tableau 31 – Variables et compteur de prise en charge de la gestion des informations de trajets	148
Tableau 32 – Nombre de sauts dans le sens du Port R1	149
Tableau 33 – Nombre de sauts dans le sens du Port R2	149
Tableau 34 – Port R préférentiel	150
Tableau 35 – Port R de destination	150
Tableau 36 – Nombre d'Entrées sur le réseau.....	151
Tableau 37 – Horodatage de l'Entrée sur le réseau.....	151
Tableau 38 – Nombre de sorties du réseau.....	151
Tableau 39 – Horodatage de la Sortie du réseau	152
Tableau 40 – Version et Longueur	155
Tableau 41 – Identifiant d'entité DL de destination.....	156
Tableau 42 – Identifiant d'entité DL d'origine	157
Tableau 43 – Contrôle de trame.....	158
Tableau 44 – Extension	161
Tableau 45 – Point d'accès de service de destination	162
Tableau 46 – Point d'accès de service d'origine	162
Tableau 47 – Paramètres de DLPDU de DT	167
Tableau 48 – Primitives échangées entre un utilisateur DLS et une DLE pour envoyer une DLPDU de DT	168
Tableau 49 – Primitives échangées entre un utilisateur DLS et des DLE pour recevoir une DLPDU de DT	169
Tableau 50 – Paramètres de DLPDU de SPDT	170
Tableau 51 – Primitives échangées entre un utilisateur DLS et des DLE pour envoyer une DLPDU de SPDT.....	170
Tableau 52 – Primitives échangées entre un utilisateur DLS et des DLE pour recevoir une DLPDU de SPDT.....	171
Tableau 53 – Paramètres de DLPDU NCM_LA.....	172
Tableau 54 – Paramètres de DLPDU NCM_AT	173
Tableau 55 – Paramètres de DLPDU NCM_LS.....	174
Tableau 56 – Paramètres de DLPDU NCM_RS	175
Tableau 57 – Paramètres de DLPDU NCM_AR	176
Tableau 58 – Primitives échangées entre DLPM et utilisateur DLS	179
Tableau 59 – Paramètres échangés entre DLPM et utilisateur DLS.....	179
Tableau 60 – Primitives échangées entre DLPM et DLM	180
Tableau 61 – Paramètres utilisés avec des primitives échangées entre DLPM et DLM.....	181
Tableau 62 – Table d'états DLPM	182
Tableau 63 – Table des fonctions DLPM.....	185
Tableau 64 – Primitives échangées entre DLM et utilisateur DLS.....	187
Tableau 65 – Paramètres utilisés avec des primitives échangées entre DLM et utilisateur DLS	188

Tableau 66 – Primitives échangées entre DLM et DMAC	188
Tableau 67 – Paramètres utilisés avec des primitives échangées entre DLM et DMAC	189
Tableau 68 – Primitives échangées entre DLM et DPHY	189
Tableau 69 – Paramètres utilisés avec des primitives échangées entre DLM et DPHY	189
Tableau 70 – Table d'états DLM	191
Tableau 71 – Table des fonctions DLM	213
Tableau 72 – Constantes de DLL	224
Tableau 73 – Codes d'erreur de DLL de type 21	225

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –
SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –****Partie 4-21: Spécification du protocole de la couche liaison de données –
Éléments de type 21**

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 61158-4-21 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 2010. Cette édition constitue une révision technique.

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

- ajout de la valeur de contrôle de trame, de la fonction DLM et des constantes DLL;
- NCM_RETRY_RNMS modifié en NCM_CHECK_NET_INTEGRITY_REQ;
- Table d'états DLM mise à jour;
- corrections rédactionnelles diverses.

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, présentées sous le titre général *Réseaux de communication industriels – Spécifications de bus de terrain*, est disponible 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.

INTRODUCTION

Le présent document fait partie d'une série produite pour faciliter l'interconnexion des composants du système d'automatisation. Il est apparenté à d'autres normes de cet ensemble, comme défini par le modèle de référence de bus de terrain "à trois couches" décrit dans l'IEC/TR 61158-1.

Le protocole de liaison de données assure le service de liaison de données en utilisant les services disponibles à partir de la couche physique. Le principal objectif du présent document est de fournir un ensemble de règles de communication s'appuyant sur les procédures à appliquer par des entités de liaison de données (DLE) homologues au cours de la communication. Ces règles de communication sont destinées à fournir une base saine de développement, de manière à satisfaire divers objectifs:

- a) servir de guide pour les ingénieurs d'application et les concepteurs;
- b) être utilisés pour les essais et l'acquisition d'équipements;
- c) servir de base, dans le cadre d'un accord donné, à l'admission de systèmes dans l'environnement OSI;
- d) approfondir les connaissances en matière de communications critiques du point de vue temporel (à priorité stricte) dans le cadre de l'OSI.

Le présent document couvre notamment la communication et l'interaction de capteurs, organes terminaux et autres dispositifs d'automatisation. L'utilisation du présent document, associé à d'autres normes qui font partie des modèles de référence OSI ou bus de terrain, permet de combiner et de faire fonctionner ensemble des systèmes qui seraient autrement incompatibles.

NOTE L'utilisation de certains des types de protocoles est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle correspondants. Quoi qu'il en soit, l'engagement pris par les détenteurs, quant à une diffusion limitée 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 parties concernant les profils. L'utilisation des divers types de protocoles dans d'autres combinaisons peut exiger l'autorisation des détenteurs de leurs droits de propriété intellectuelle respectifs.

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité au présent document peut impliquer l'utilisation de brevets relatifs aux éléments de type 21 et éventuellement d'autres types indiqués en 4.1, 4.2 et 7.3; ces brevets sont les suivants:

KR 0789444	[LS]	A communication packet processing apparatus and method for ring topology ethernet network capable of preventing permanent packet looping
KR 0732510	[LS]	Network system
KR 0870670	[LS]	Method for determining a Ring Manager Node

L'IEC ne prend aucunement position en ce qui concerne la démonstration, la validité et l'étendue 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, soit gratuitement, soit en des termes et à des conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, la déclaration du détenteur de ces droits de propriété est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être obtenues auprès de:

[LS]: LS Industrial Systems Co., Ltd. LS Tower 1026-6
Hogye-dong, Dongan-gu,
Anyang-si, Gyeonggi-do 431-848
République de Corée

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues autres que ceux identifiés ci-dessus. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

L'ISO (www.iso.org/patents) et l'IEC (http://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) 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 les informations les plus récentes concernant les droits de propriété.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-21: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de type 21

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La couche DLL permet la communication de données de base, critiques du point de vue temporel, entre dispositifs dans un environnement automatisé. Le type 21 permet la communication de données cycliques et acycliques, fondée sur la priorité, en utilisant une technologie de commutation Ethernet interne à deux ports, en duplex intégral et exempte de collision. Pour diverses applications d'automatisation étendues, le type 21 ne restreint pas la stratégie de planification cyclique/acyclique de la DLL.

1.2 Spécifications

Le présent document décrit:

- a) des procédures de transfert en temps opportun de données et d'informations de commande d'une entité utilisateur de liaison de données à une entité utilisateur homologue ainsi qu'entre entités de liaison de données qui constituent le fournisseur de services distribués de la liaison;
- b) des procédures offrant des moyens de communication, fondées sur la commande d'accès au support (MAC) de l'ISO/IEC 8802-3, ainsi que des dispositions permettant d'ajouter et de retirer des nœuds au cours du fonctionnement normal;
- c) la structure des unités de données de protocole de liaison de données (DLPDU) de bus de terrain utilisées pour le transfert des données et les informations de commande par le protocole objet du présent document, ainsi que leur représentation en tant qu'unité de données d'interface de couche physique.

1.3 Procédures

Les procédures sont définies en termes:

- a) d'interactions entre Entités de Liaison de Données (DLE) homologues par échange de DLPDU de bus de terrain;
- b) d'interactions entre un prestataire de Service de Liaison de Données (DLS) et un utilisateur DLS au sein du même système, par échange de primitives DLS;
- c) d'interactions entre un fournisseur DLS et un fournisseur de Services de Couche Physique au sein du même système, par échange de primitives de services Ph;

1.4 Applicabilité

Ces procédures sont applicables à des instances de communication entre systèmes qui prennent en charge des services de communication à priorité stricte dans la couche de liaison de données de l'OSI ou des modèles de référence des bus de terrain et qui exigent la faculté de s'interconnecter dans un environnement OSI (Interconnexion des systèmes ouverts). Les profils constituent un moyen simple, à attributs multiples, qui permet de résumer les capacités d'une mise en œuvre et par conséquent, son applicabilité à divers besoins de communication déterministes du point de vue temporel.

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, 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 61158-3-21:2019, *Industrial Communication Networks – Fieldbus specifications – Part 3-21: Data-link layer service definition – Type 21 elements* (disponible uniquement en anglais)

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