

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 4-20: Data-link layer protocol specification – Type 20 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 4-20: Spécification du protocole de la couche liaison de données –
Éléments de type 20**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 61158-4-20

Edition 1.0 2014-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 4-20: Data-link layer protocol specification – Type 20 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 4-20: Spécification du protocole de la couche liaison de données –
Éléments de type 20**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 25.040.40; 35.100.20; 35.110

ISBN 978-2-8322-1728-3

**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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
1.1 General.....	7
1.2 Specifications.....	7
1.3 Procedures.....	7
1.4 Applicability.....	7
1.5 Conformance.....	7
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....	8
3.1 Reference model terms and definitions.....	8
3.2 Service convention terms and definitions.....	9
3.3 Common terms and definitions	10
3.4 Additional Type 20 definitions.....	12
3.5 Common symbols and abbreviations	18
3.5.1 Data units.....	18
3.5.2 Miscellaneous.....	18
3.6 Additional Type 20 symbols and abbreviations.....	19
4 Data-link layer protocol specification	20
4.1 Overview	20
4.2 Parameters, timers and variables	21
4.2.1 Parameters.....	21
4.2.2 Timers.....	22
4.2.3 Variables	22
4.3 Logical link control	23
4.3.1 General DLPDU structure	23
4.3.2 DLPDU specific encoding and procedures	26
4.3.3 Framing.....	27
4.3.4 Error detection.....	27
4.3.5 Slave response to communication error	28
4.4 Medium access control.....	30
4.4.1 Overview	30
4.4.2 Master controlled medium access.....	31
4.4.3 Burst mode controlled medium access.....	32
4.4.4 Token passing summary.....	32
4.4.5 XMIT machine	33
4.4.6 RECV machine	34
4.4.7 Slave MAC machine	35
4.4.8 Master MAC machine	38
4.5 DL-management-information	41
Bibliography.....	42
Figure 1 – Relationships of DLSAPs, DLSAP-addresses and group DL-addresses.....	11
Figure 2 – DLPDU Structure	23
Figure 3 – Delimiter Structure	23
Figure 4 – Construction of 1-octet address field	24

Figure 5 – Construction of 5-octet address field	25
Figure 6 – APDU format.....	25
Figure 7 – DLPDU framing	27
Figure 8 – Two dimensional parity detection	28
Figure 9 – Communication error response DLL payload	29
Figure 10 – MAC state machines	31
Figure 11 – Master controlled medium access	31
Figure 12 – Burst mode controlled medium access	32
Figure 13 – XMIT state machine	33
Figure 14 – RECV state machine	34
Figure 15 – Slave MAC state machine	36
Figure 16 – Master MAC state machine	38
Table 1 – Slave response to communication error	29
Table 2 – Communication error code values	29
Table 3 – Token passing	32
Table 4 – XMIT state transitions	33
Table 5 – RECV state transitions	35
Table 6 – Slave MAC state transitions	37
Table 7 – Master MAC state transitions.....	39
Table 8 – Master DL parameters	41
Table 9 – Slave DL parameters	41

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-20:2014

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELD BUS SPECIFICATIONS –****Part 4-20: Data-link layer protocol specification –
Type 20 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 61158-4-20 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

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

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

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

This publication has been drafted in accordance with 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 standard is to provide a set of rules for communication expressed in terms of the procedures to be carried out by peer data-link entities (DLEs) at the time of communication. These rules for communication are intended to provide a sound basis for development in order to serve a variety of purposes:

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-20:2014

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 4-20: Data-link layer protocol specification – Type 20 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 a means of connecting devices through a partial mesh network, such that most failures of an interconnection between two devices can be circumvented. In common practice the devices are interconnected in a non-redundant hierarchical manner reflecting application needs

1.2 Specifications

This International Standard specifies

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

1.3 Procedures

The procedures are defined in terms of

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

1.4 Applicability

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

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

1.5 Conformance

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

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

IEC 61158-2:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

IEC 61158-6-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-20: Application layer protocol specification – Type 20 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 10731, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Conventions for the definition of OSI services*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviations

For the purposes of this document, the following terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions apply.

3.1 Reference model terms and definitions

This standard is based in part on the concepts developed in ISO/IEC 7498-1 and ISO/IEC 7498-3, and makes use of the following terms defined therein:

3.1.1	called-DL-address	[7498-3]
3.1.2	calling-DL-address	[7498-3]
3.1.3	centralized multi-end-point-connection	[7498-1]
3.1.4	correspondent (N)-entities	[7498-1]
	correspondent DL-entities (N=2)	
	correspondent Ph-entities (N=1)	
3.1.5	demultiplexing	[7498-1]
3.1.6	DL-address	[7498-3]
3.1.7	DL-address-mapping	[7498-1]
3.1.8	DL-connection	[7498-1]
3.1.9	DL-connection-end-point	[7498-1]
3.1.10	DL-connection-end-point-identifier	[7498-1]
3.1.11	DL-connection-mode transmission	[7498-1]
3.1.12	DL-connectionless-mode transmission	[7498-1]
3.1.13	DL-data-sink	[7498-1]
3.1.14	DL-data-source	[7498-1]
3.1.15	DL-duplex-transmission	[7498-1]
3.1.16	DL-facility	[7498-1]
3.1.17	DL-local-view	[7498-3]
3.1.18	DL-name	[7498-3]
3.1.19	DL-protocol	[7498-1]
3.1.20	DL-protocol-connection-identifier	[7498-1]
3.1.21	DL-protocol-control-information	[7498-1]

3.1.22	DL-protocol-data-unit	[7498-1]
3.1.23	DL-protocol-version-identifier	[7498-1]
3.1.24	DL-relay	[7498-1]
3.1.25	DL-service-connection-identifier	[7498-1]
3.1.26	DL-service-data-unit	[7498-1]
3.1.27	DL-simplex-transmission	[7498-1]
3.1.28	DL-subsystem	[7498-1]
3.1.29	DL-user-data	[7498-1]
3.1.30	flow control	[7498-1]
3.1.31	layer-management	[7498-1]
3.1.32	multiplexing	[7498-3]
3.1.33	naming-(addressing)-authority	[7498-3]
3.1.34	naming-(addressing)-domain	[7498-3]
3.1.35	naming-(addressing)-subdomain	[7498-3]
3.1.36	(N)-entity	[7498-1]
	DL-entity	
	Ph-entity	
3.1.37	(N)-interface-data-unit	[7498-1]
	DL-service-data-unit	(N=2)
	Ph-interface-data-unit	(N=1)
3.1.38	(N)-layer	[7498-1]
	DL-layer	(N=2)
	Ph-layer	(N=1)
3.1.39	(N)-service	[7498-1]
	DL-service	(N=2)
	Ph-service	(N=1)
3.1.40	(N)-service-access-point	[7498-1]
	DL-service-access-point	(N=2)
	Ph-service-access-point	(N=1)
3.1.41	(N)-service-access-point-address	[7498-1]
	DL-service-access-point-address	(N=2)
	Ph-service-access-point-address	(N=1)
3.1.42	peer-entities	[7498-1]
3.1.43	Ph-interface-control-information	[7498-1]
3.1.44	Ph-interface-data	[7498-1]
3.1.45	primitive name	[7498-3]
3.1.46	reassembling	[7498-1]
3.1.47	recombining	[7498-1]
3.1.48	reset	[7498-1]
3.1.49	responding-DL-address	[7498-3]
3.1.50	routing	[7498-1]
3.1.51	segmenting	[7498-1]
3.1.52	sequencing	[7498-1]
3.1.53	splitting	[7498-1]
3.1.54	synonymous name	[7498-3]
3.1.55	systems-management	[7498-1]

3.2 Service convention terms and definitions

This standard also makes use of the following terms defined in ISO/IEC 10731 as they apply to the data-link layer:

3.2.1	acceptor
3.2.2	asymmetrical service
3.2.3	confirm (primitive); requestor.deliver (primitive)
3.2.4	deliver (primitive)
3.2.5	DL-confirmed-facility
3.2.6	DL-facility
3.2.7	DL-local-view
3.2.8	DL-mandatory-facility

- 3.2.9 DL-non-confirmed-facility
- 3.2.10 DL-provider-initiated-facility
- 3.2.11 DL-provider-optional-facility
- 3.2.12 DL-service-primitive;
primitive
- 3.2.13 DL-service-provider
- 3.2.14 DL-service-user
- 3.2.15 DLS-user-optional-facility
- 3.2.16 indication (primitive);
acceptor.deliver (primitive)
- 3.2.17 multi-peer
- 3.2.18 request (primitive);
requestor.submit (primitive)
- 3.2.19 requestor
- 3.2.20 response (primitive);
acceptor.submit (primitive)
- 3.2.21 submit (primitive)
- 3.2.22 symmetrical service

3.3 Common terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

NOTE Many definitions are common to more than one protocol Type; they are not necessarily used by all protocol Types.

3.3.1

DL-segment, link, local link

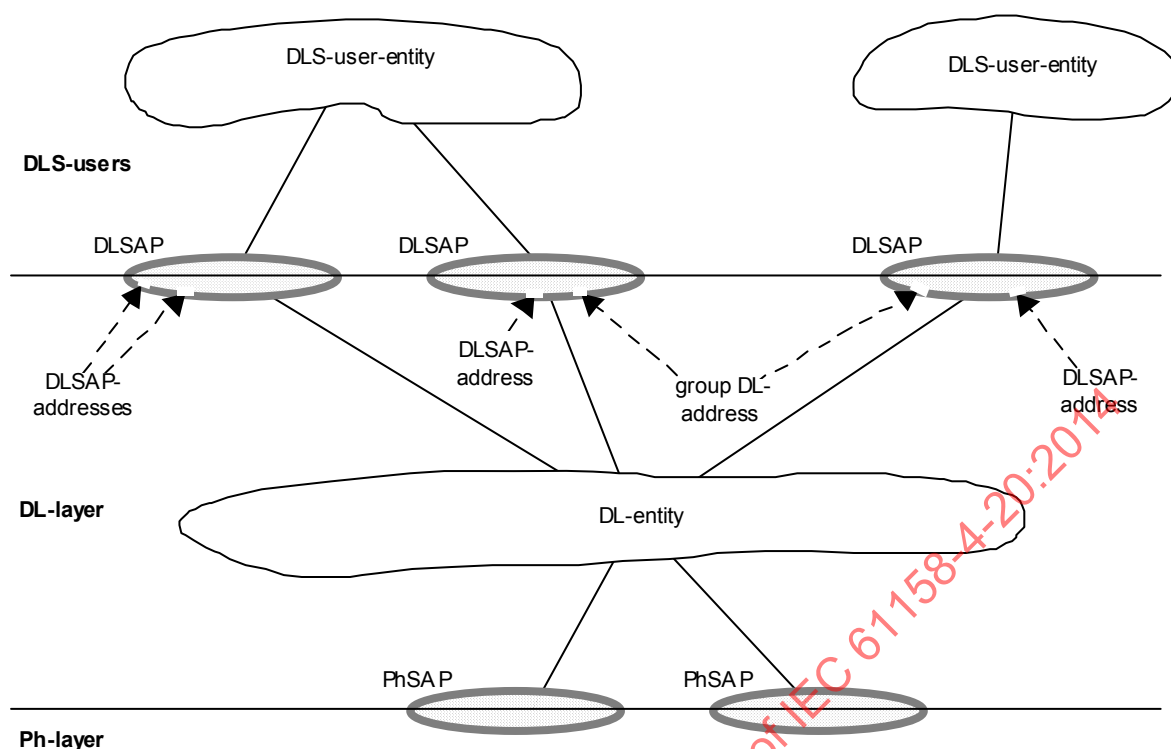
single DL-subnetwork in which any of the connected DLEs may communicate directly, without any intervening DL-relaying, whenever all of those DLEs that are participating in an instance of communication are simultaneously attentive to the DL-subnetwork during the period(s) of attempted communication

3.3.2

DLSAP

distinctive point at which DL-services are provided by a single DL-entity to a single higher-layer entity

Note 1 to entry: This definition, derived from ISO/IEC 7498-1, is repeated here to facilitate understanding of the critical distinction between DLSAPs and their DL-addresses, see Figure 1.



NOTE 1 DLSAPs and PhSAPs are depicted as ovals spanning the boundary between two adjacent layers.

NOTE 2 DL-addresses are depicted as designating small gaps (points of access) in the DLL portion of a DLSAP.

NOTE 3 A single DL-entity may have multiple DLSAP-addresses and group DL-addresses associated with a single DLSAP.

Figure 1 – Relationships of DLSAPs, DLSAP-addresses and group DL-addresses

3.3.3

DL(SAP)-address

either an individual DLSAP-address, designating a single DLSAP of a single DLS-user, or a group DL-address potentially designating multiple DLSAPs, each of a single DLS-user

Note 1 to entry: This terminology is chosen because ISO/IEC 7498-3 does not permit the use of the term DLSAP-address to designate more than a single DLSAP at a single DLS-user.

3.3.4

(individual) DLSAP-address

DL-address that designates only one DLSAP within the extended link

Note 1 to entry: A single DL-entity may have multiple DLSAP-addresses associated with a single DLSAP.

3.3.5

extended link

DL-subnetwork, consisting of the maximal set of links interconnected by DL-relays, sharing a single DL-name (DL-address) space, in which any of the connected DL-entities may communicate, one with another, either directly or with the assistance of one or more of those intervening DL-relay entities

Note 1 to entry: An extended link may be composed of just a single link.

3.3.6

frame

denigrated synonym for DLPDU

3.3.7

group DL-address

DL-address that potentially designates more than one DLSAP within the extended link

Note 1 to entry: A single DL-entity may have multiple group DL-addresses associated with a single DLSAP. A single DL-entity also may have a single group DL-address associated with more than one DLSAP.

3.3.8

node

single DL-entity as it appears on one local link

3.3.9

receiving DLS-user

DL-service user that acts as a recipient of DLS-user-data

Note 1 to entry: A DL-service user can be concurrently both a sending and receiving DLS-user.

3.3.10

sending DLS-user

DL-service user that acts as a source of DLS-user-data

3.4 Additional Type 20 definitions

3.4.1

analog controller

controller designed for use with only 4 mA to 20 mA current signaling that meets all requirements of a current input device or current output device

3.4.2

analog signal

low frequency current, predominantly 4 mA to 20 mA signal sent to or originating from a field device

3.4.3

analog signal spectrum

frequencies from zero to 25 Hz at unit amplitude and decreasing at 40 dB per decade above 25 Hz

3.4.4

analog test filter

two-pole low-pass Butterworth filter with the cutoff frequency of 25 Hz

3.4.5

application

function or data structure for which data is consumed or produced

3.4.6

application object

object class that manages and provides the run time exchange of messages across the network and within the network device

Note 1 to entry: Multiple types of application object classes may be defined.

3.4.7

application relationship

cooperative association between two or more application-entity-invocations for the purpose of exchange of information and coordination of their joint operation

Note 1 to entry: This relationship is activated either by the exchange of application-protocol-data-units or as a result of pre-configuration activities.

3.4.8**application relationship endpoint**

context and behaviour of an application relationship as seen and maintained by one of the application processes involved in the application relationship

Note 1 to entry: Each application process involved in the application relationship maintains its own application relationship endpoint.

3.4.9**attribute**

description of an externally visible characteristic or feature of an object

Note 1 to entry: The attributes of an object contain information about variable portions of an object. Typically, they provide status information or govern the operation of an object. Attributes may also affect the behavior of an object. Attributes are divided into class attributes and instance attributes.

3.4.10**barrier**

physical entity which limits current and voltage into a hazardous area in order to satisfy intrinsic safety requirements

3.4.11**behavior**

indication of how the object responds to particular events

3.4.12**broadcast**

process of sending a PDU to all devices that are connected to the network and are able to receive the transmission

3.4.13**broadcast address**

address used by a master to send a command to all devices

3.4.14**burst mode**

initiation of communication activity by a slave device at cyclic interval without request from a master

3.4.15**cable capacitance per unit length**

capacitance per unit length of cable, measured at 1 kHz from one conductor other than the shield to all other conductors including the shield

Note 1 to entry: For networks comprised of more than one type or gauge of cable, the highest capacitance value of any cable type or gauge is used to determine this value.

3.4.16**character**

The 8-bits of data and overhead bits that are transmitted as one continuous unit by the PhE

3.4.17**character time**

amount of time required to transmit one character

3.4.18**class**

set of objects, all of which represent the same kind of system component

Note 1 to entry: A class is a generalization of the object; a template for defining variables and methods. All objects in a class are identical in form and behavior, but usually contain different data in their attributes.

3.4.19

class attributes

attribute that is shared by all objects within the same class

3.4.20

class code

unique identifier assigned to each object class

3.4.21

class specific service

service defined by a particular object class to perform a required function which is not performed by a common service

Note 1 to entry: A class specific object is unique to the object class which defines it.

3.4.22

client

- a) object which uses the services of another (server) object to perform a task
- b) initiator of a message to which a server reacts, such as the role of an AR endpoint in which it issues confirmed service request APDUs to a single AR endpoint acting as a server

3.4.23

comm error

detectable error in receiving a PhPDU or DLPDU, also 'Communication error code' octet of APDU

3.4.24

conveyance path

unidirectional flow of APDUs across an application relationship

3.4.25

current sense resistor

resistor that is used to convert analog current signal into a voltage signal

3.4.26

cyclic

term used to describe events which repeat in a regular and repetitive manner

3.4.27

delay distortion

difference in propagation time delays of sine waves of different frequencies when observing the time delay through a network or circuit

3.4.28

device

any entity containing an implementation of this standard

3.4.29

device ID

serial number for a device that is unique among all instances of one type of device

Note 1 to entry: The manufacturer is required to assigned unique value for every device that has the identical values for Manufacturer ID and Device Type.

3.4.30**device type**

manufacturer's type of a device, e.g. its product name

Note 1 to entry: The value of this attribute is assigned by the manufacturer. Its value specifies the set of commands and data objects supported by the device. The manufacturer is required to assign unique value to each type of the device.

3.4.31**device variable**

uniquely defined data item within a Field Device that is always associated with process-related information

Note 1 to entry: A device variable's value varies in response to changes and variations in the process to which the device is connected.

3.4.32**digital signal**

communication of information using the 1 200 bits per second frequency shift keying signal

3.4.33**digital frequency band**

range of frequencies from 950 Hz to 2 500 Hz that is used for digital signal

3.4.34**digital signal spectrum**

frequencies from 500 Hz to 10 kHz at unit amplitude, decreasing at 40 dB per decade below 500 Hz and decreasing at 20 dB per decade above 10 kHz

3.4.35**dynamic variable**

a device variable that is assigned as the dynamic variable and possibly associated with an analog channel

Note 1 to entry: A device may contain up to four variables – primary, secondary, tertiary and quaternary. These are collectively called the dynamic variables.

3.4.36**endpoint**

one of the communicating entities involved in a connection

3.4.37**error**

discrepancy between a computed, observed or measured value or condition and the specified or theoretically correct value or condition

3.4.38**error code**

identification of a specific type of error within an error class

3.4.39**expanded device type**

manufacturer's type of a device as specified in IEC 61158-6-20, Table 6

3.4.40**extended frequency band**

range of frequencies from 500 Hz to 10 kHz

Note 1 to entry: This frequency band is digital frequency band plus guard band.

3.4.41

field device

physical entity that is connected to the process or to plant equipment and has at least one signalling element that communicates with other signalling element(s) via a cable

Note 1 to entry: It directly connects to the sensor or actuator or performs process control function and it is directly connected to the physical layer specified in this standard. It may generate or receive an analog signal in addition to a digital signal.

3.4.42

frame

format of aggregated bits that are transmitted together in time

3.4.43

ground

surface of the earth or the conduits or pipes that are so connected, or the safety bus bar or the zero volt rail to which the barriers are connected

Note 1 to entry: Ground may or may not be the same as network power supply common

3.4.44

intrinsic safety

design methodology for a circuit or an assembly of circuits in which any spark or thermal effect produced under normal operating and specified fault conditions is not capable under prescribed test conditions of causing ignition of a given explosive atmosphere

3.4.45

junction

any splice of two cables or any attachment point of another cable or of a field device to an existing cable

3.4.46

long_tag

32 characters restricted ISO Latin-1 string used to identify a field device

3.4.47

loop current

value measured by a mA in series with the field device

Note 1 to entry: The loop current is a near DC analog 4 mA to 20 mA signal used to communicate a single value between the control system and the field device. Voltage mode devices use "Volts DC" as their engineering units where "loop current" values are used.

3.4.48

management information

network accessible information that supports managing the operation of the fieldbus system, including the application layer

Note 1 to entry: Managing includes functions such as controlling, monitoring, and diagnosing.

3.4.49

manufacturer ID

2 octet enumeration identifying the manufacturer that produced a device

Note 1 to entry: A manufacturer is required to use the value assigned to it and is not permitted to use the value assigned to another manufacturer.

3.4.50

master

device that initiates communication activity by sending request frame to another device and expecting a response frame from that device

3.4.51**message**

information-bearing part, except the preamble part of the frame

3.4.52**multi-drop network**

network with more than one slave device connected to one network

3.4.53**network**

a single pair of cable, connectors, associated signaling elements by which a given set of signaling devices are interconnected and non-signaling elements that are attached to the same pair of cable

Note 1 to entry: An installation using multiple-pair wire and a common network power supply is considered as multiple networks.

3.4.54**network power supply**

source that supplies operating power directly to a network

3.4.55**network resistance**

resistance or real part of the impedance of a network

Note 1 to entry: It is computed as the equivalent impedance of all devices connected in parallel to the network. Therefore it is usually dominated by one low impedance device.

3.4.56**non-signaling element**

physical entity or an element that does not use or produce analog signal or digital signal

Note 1 to entry: A network power supply is an example of non-signaling element.

3.4.57**payload data**

contents of a data message that is being transmitted

3.4.58**point-to-point network**

network with only one slave and zero or one master device

Note 1 to entry: The point-to-point Network need not have any master device. This situation would exist, for example, when only an analog controller is used, the single field device having been programmed by a secondary master that was subsequently disconnected.

3.4.59**polling address**

identifier assigned to a device such that it is unique within the network to which the device is connected

3.4.60**primary master**

master device that can always initiate the communication

3.4.61**secondary master**

master device that can initiate the communication only through an arbitration process and when primary master has relinquished the initiation of the communication

3.4.62

server

<communication> role of an AREP in which it returns a confirmed service response APDU to the client that initiated the request

3.4.63

signaling element

physical entity or an element that uses or produces digital signal

3.4.64

silence

state of the network when there is no digital signal is present

3.4.65

slave

device that initiates communication activity only after it receives a request frame from a master device and is required to send a response to that request

3.4.66

start of message

The preamble of physical layer PDU followed by the delimiter of data link layer PDU without any reception error and inter-character gap

3.4.67

tag

8-character ASCII string used to identify a field device

3.4.68

transaction

exchange of related, consecutive frames between two peer medium access control entities, required for a successful transmission

Note 1 to entry: A transaction consists of either (a) a single PhPDU transmission from a source device, or (b) one PhPDU from the source device followed by a second, link-level acknowledgement PhPDU from the destination device.

3.4.69

unique ID

identifier assigned to a device which is unique among all instances of the devices compliant to this standard

3.5 Common symbols and abbreviations

NOTE Many symbols and abbreviations are common to more than one protocol Type; they are not necessarily used by all protocol Types.

3.5.1 Data units

3.5.1.1	DL PDU	DL-protocol data unit
3.5.1.2	DL SDU	DL-service data unit
3.5.1.3	Ph IDU	Ph-interface data unit
3.5.1.4	Ph PDU	Ph-protocol data unit

3.5.2 Miscellaneous

3.5.2.1	DL-	data link layer (as a prefix)
---------	-----	-------------------------------

3.5.2.2	DLCEP	DL-connection endpoint
3.5.2.3	DLE	DL-entity (the local active instance of the Data Link layer)
3.5.2.4	DLL	DL-layer
3.5.2.5	DLM-	DL-management (as a prefix)
3.5.2.6	DLMS	DL-management-service
3.5.2.7	DLS	DL-service
3.5.2.8	DLSAP	DL-service access point
3.5.2.9	FIFO	first-in first-out (queuing method)
3.5.2.10	LLC	logical link control
3.5.2.11	MAC	medium access control
3.5.2.12	OSI	open systems interconnection
3.5.2.13	Ph-	physical layer (as a prefix)
3.5.2.14	PhE	Ph-entity (the local active instance of the Physical layer)
3.5.2.15	PhL	Ph-layer
3.5.2.16	PhS	Ph-service
3.5.2.17	PhSAP	Ph-service access point
3.5.2.18	QoS	quality of service

3.6 Additional Type 20 symbols and abbreviations

ACK	Acknowledge
AE	Application entity
AL	Application layer
AP	Application process
APDU	Application protocol data unit
APO	Application Object
AR	Application relationship
AREP	Application relationship endpoint
ARPM	Application Relationship Protocol Machine
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASE	Application Service Element
AWG	American wire gage
BACK	Burst acknowledge
bps	Bits per second
DAQ	Data acquisition
DL-	Data link layer (as a prefix)
DLE	DL entity (the local active instance of the data-link layer)
DLL	Data link layer

DLM	DL management
DLMS	DL management service
DLPDU	Data link protocol data unit
DLS	DL service
DLSDU	DL service data unit
DR	Delayed response
DRM	Delayed response mechanism
DUT	Device under test
EMI	Electro-magnetic interference
FAL	Fieldbus application layer
FSK	Frequency shift keying
FSMP	FAL Service Protocol Machine
HCF	HART™ Communication Foundation
ID	Identifier
LLC	Logical link control
LRV	Low range value
LSB	Least significant byte
MAC	Medium access control
MSB	Most significant byte
PDU	Protocol data unit
PhL-	Physical layer (as a prefix)
PhE	PhL-entity (the local active instance of the physical layer)
PhPDU	PhL-protocol-data-unit
PhS	Physical layer service
PhSDU	Physical layer service data Unit
PV	Primary variable
QV	Quaternary variable
RMS	Root mean square
SN	Sign bit
SOM	Start of message
SOP	Standard Operating Procedure
STX	Start of transaction
SV	Secondary variable
TV	Tertiary variable
URV	Upper range value
VFD	Virtual field device

4 Data-link layer protocol specification

4.1 Overview

The DLL is modeled as

- a higher sublayer logical link control (LLC), and

- a lower sublayer medium access control (MAC).

Interoperating with all sublayers are DL-management functions.

The LLC sublayer provides the higher-level functionality of

- managing all DLE interactions with the DLS-user, converting all DLS-user request and response primitives into the necessary sequence of DLE operations, and generating DLS-user indication and confirm primitives where appropriate;
- preparation of the DLPDU for transmission;
- parsing of the received DLPDU; and
- error detection.

The medium access control (MAC) sublayer allows the coexistence of a single active (i.e., initiating transactions) primary master, a single active secondary master together with a single active burst-mode slave device. It does not allow more than one each of these device types being simultaneously active. Slave devices are passive (i.e., they do not initiate transactions) and several may be active on one link. The MAC protocol allows equal access to the medium by the primary master, secondary master and one burst mode device. Access to the medium is controlled by passing an (implied) token and the timers to monitor the use of the token. The passing of the token is indicated by the type of the DLPDU and the master's address. The proper MAC operation depends on identifying:

- activity on the network,
- the DLPDU type and master address to determine token passing, and
- the end of a DLPDU to know when to begin a transmission.

The link monitoring timer values are different for each master to ensure the primary master has first access to the network.

4.2 Parameters, timers and variables

4.2.1 Parameters

4.2.1.1 Hold time (HOLD)

This is the maximum time allowed for a master device to begin its transmission after it receives the token. This time is measured from the end of ACK or BACK DLPDU reception till the master starts to send the Preamble of its STX DLPDU.

4.2.1.2 Slave time out (STO)

This is the maximum time allowed for a slave device to begin its transmission after it receives the token. This time is measured from the end of STX DLPDU reception till the slave starts to send the Preamble of its response ACK DLPDU.

4.2.1.3 Link quiet time (RT1)

This is the maximum amount of time that a link can be idle in absence of any failure. The value of this time parameter shall be such that any response DLPDU transmission from a slave can be detected by a master within this time from the end of request DLPDU. Its minimum value is STO plus the carrier turn-off and turn-on delays and delay in medium activity detection at the receiving master device.

This is used by master device to recover the token, if the expected responding slave does not exist or if it does not use the token. Its value for primary master RT1 (primary) shall be lower than its value for secondary master RT1 (secondary). The secondary master recovers the token only if the primary master has failed.

4.2.1.4 Link grant time (RT2)

This is the maximum amount of time that a link can be idle when a token is passed from a slave device to the master device using ACK or BACK DLPDU. The value of this time parameter shall be such that any transmission from the token holding master can be detected by the other master within this time. Its minimum value is HOLD plus the carrier turn-off and turn-on delays and delay in medium activity detection at the receiving master device. This is used by master device to recover the token, if the token holding master does not exist or if it does not use the token.

4.2.1.5 Retry limit

If the master does not receive a valid response from the addressed slave device for a request sent to it by the master device, the master device retries the request. This parameter specifies the maximum number of retries that the master is required to perform.

4.2.2 Timers

4.2.2.1 Tx timer

This timer is used to measure the time remaining from the end of reception of the token till the device has to start the transmission. This timer is set to a value equal to STO by the slave device when it receives the token. This timer is set to a value equal to HOLD by the master device when it receives or assumes the token. This timer starts to count down when it is set to non-zero value. It stops when it becomes zero and generates 'Tx time-out' event.

4.2.2.2 Burst timer

This timer is used to measure the time remaining from the end of a transmission or reception till the burst mode slave device has to start the transmission. This timer is set to a value equal to RT2 or RT1 (primary) by the slave device. This timer starts to count down when it is set to non-zero value and as long as there is no link activity. It stops when it becomes zero and generates Burst time-out event. If there is link activity then it is reset to zero and stops, but does not generate any event.

4.2.2.3 Recovery timer

This timer is used by a master device to monitor the link for absence of activity. This timer is set to a value equal to RT1 (primary) or RT1 (secondary) by the master device. This timer starts to count down when it is set to non-zero value and as long as there is no link activity. It stops when it becomes zero and generates Recovery time-out event. If there is link activity then it is reset to zero and stops, but does not generate any event.

4.2.3 Variables

4.2.3.1 Burst mode

This variable is used by a master device to note the medium access mode of the network. It is used by a slave device to note the mode of the device. Its values are TRUE (enabled) or FALSE (disabled).

NOTE For proper operation of the network, there can be only one device for which Burst mode is TRUE.

4.2.3.2 Message pending

This variable is used by a master device to note if there is any outstanding DL-DATA-EXCHANGE request. Its values are TRUE or FALSE.

4.2.3.3 Retry count

This variable is used by a master device to note the number of retries that have been done for an outstanding DL-DATA-EXCHANGE request.

4.3 Logical link control

4.3.1 General DLPDU structure

4.3.1.1 Overview

Figure 2 shows the common DLPDU structure. The DLE shall provide the octets to the physical layer in the same sequence as shown in this figure. The most significant octet of a multi-octet field shall be transmitted first.

Each DLPDU shall consist of the fields in a sequence described below:

- a 1-octet Delimiter,
- the source and destination address as one field of 1 or 5-octet length,
- Expansion field of zero to three octet length,
- the DLL payload, and
- a 1-octet Check sum.

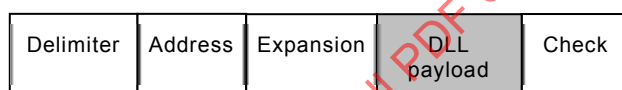


Figure 2 – DLPDU Structure

4.3.1.2 DLPDU fields

4.3.1.2.1 Delimiter field

This field has several sub-fields as shown in Figure 3 and it specifies the structure of other fields of the DLPDU.

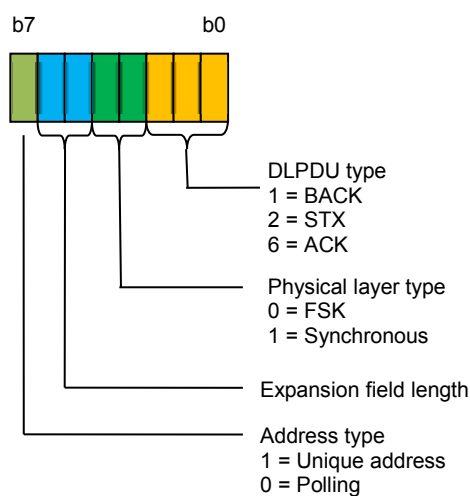


Figure 3 – Delimiter Structure

The various sub-fields are specified below.

- a) The bit-7 specifies the type and length of Address field:

- 0: Polling address of 1-octet length,
- 1: Unique address of 5-octet length.
- b) The bits 6 and 5 encode the length of Expansion field using 2-bit binary number.
- c) The bits 4 and 3 indicate the Physical layer type. For this standard which uses FSK physical layer, the value of this sub-field shall be '00'.
- d) The bits 3 to 0 encode the DLPDU type using 3-bit binary number. Its value shall be:
 - 1: BACK DLPDU,
 - 2: STX DLPDU,
 - 6: ACK DLPDU.

4.3.1.2.2 Address field

It is a combination of the source and destination address. The address field can be either 1-octet using Polling address or 5-octet using Unique address. For all DLPDUs, Master device is either the source or the destination; and a slave device is either the destination or the source.

If the delimiter specifies the Polling address then the address field structure shall be as shown in Figure 4. If the delimiter specifies the Unique ID address then the address field structure shall be as shown in Figure 5.

The bit-7 in 1-octet address and bit-39 in 5-octet address shall be Master device address:

- 1: Primary,
- 0: Secondary.

The bit-6 in 1-octet address and bit-38 in 5-octet address shall indicate the Burst mode of the slave device. If the Burst mode is TRUE in the device, then this bit shall be set to '1'.

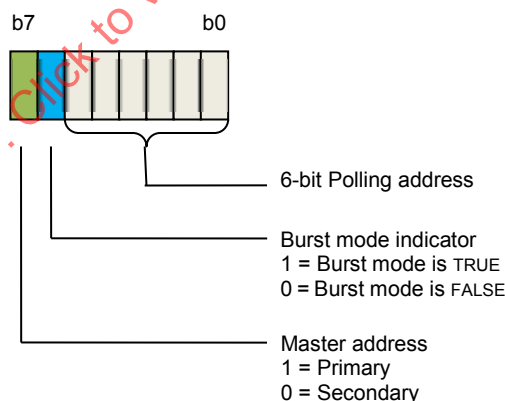


Figure 4 – Construction of 1-octet address field

The bits 5 to 0 of the 1-octet address shall be set to the Polling address of the slave device. The 6-bit Polling address is an address assigned to a specific network device. It needs to be unique only within the network to which the device is connected.

Polling address value of 63 should be reserved for use by I/O systems.

If the delimiter specifies the Unique address then the bits 37 to 0 of the 5-octet address shall be set to the least 38-bits of Unique ID. The Unique ID shall be a concatenation of the 2-octet Expanded Device type code and the 3-octet Device ID.

NOTE No two devices compliant to this standard have identical Unique ID.

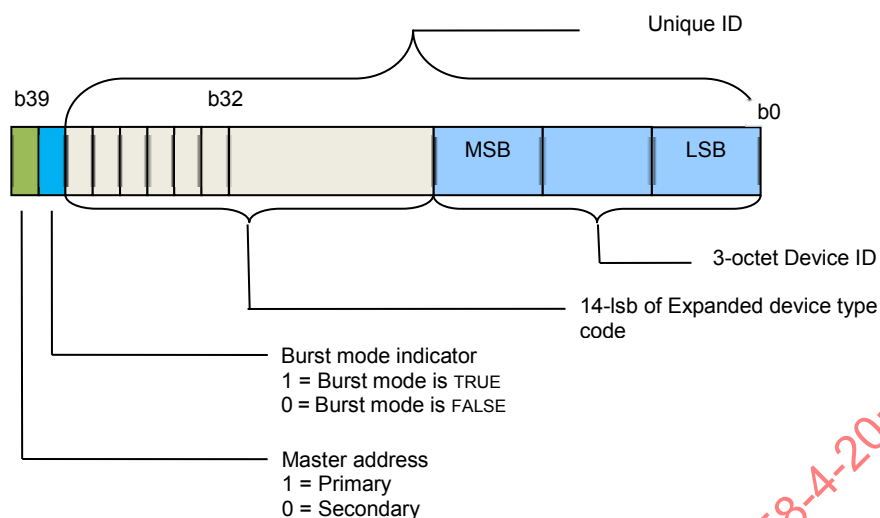


Figure 5 – Construction of 5-octet address field

The Expanded device type code shall be uniquely assigned for devices compliant to this standard. Each device manufactured with the identical Expanded device type code shall be assigned a Device ID that is unique among all instances of that type of device.

A Broadcast address shall be a 5-octet address with all zeros as the value of the Unique address.

4.3.1.2.3 Expansion field

This field is reserved for future use. The DLE shall set the value of this field to all zeros for transmission of a DLPDU. If a DLPDU is received with non-zero value of this field, then the DLE shall ignore the received DLPDU.

4.3.1.2.4 DLL payload

The DLL payload contains the APDU as specified in IEC 61158-6-20, 5.2 and shown in Figure 6. The DLE shall make use of the Octet count field.

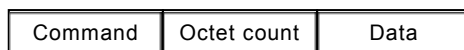


Figure 6 – APDU format

Command field is one octet binary number. Octet count is the number of octets in Data field and its value can be 0 to 255. Data field is Application layer user data. If the DLPDU type is ACK or BACK, then the length of Data field is expected to be at least two.

NOTE For the ACK or BACK DLPDUs, if the most significant bit (i.e., bit 7) of first data octet is '1' then that octet contains communication error information. The DLE can make use of this information.

4.3.1.2.5 Check field

The Check octet value is computed as a bitwise exclusive-OR of all octets of the DLPDU starting with Delimiter and ending with the last octet of Data. This one octet long field is used for error detection.

4.3.2 DLPDU specific encoding and procedures

4.3.2.1 STX DLPDU

4.3.2.1.1 Sending STX DLPDU

If the DLE receives a DL-DATA-EXCHANGE request at the master device, then it shall prepare a STX DLPDU for transmission, set variable Message pending to TRUE and Retry count to zero. The Delimiter field shall be set as specified in 4.3.1.2.1. The burst mode indicator as specified in 4.3.1.2.2 shall be set to '0'. The master address shall be set to indicate the role of the master device – primary or secondary. The remaining sub-field of the address field shall be set to the destination address in the request primitive.

After sending STX DLPDU, the master shall wait for the response DLPDU. If the response is not ACK DLPDU or if there is no response for Rt1 duration then the master shall retry sending STX DLPDU. If after retries equal to Retry limit, the response is not successful, then the DLE shall return DL-DATA-EXCHANGE confirm primitive indicating the error.

If the DL-DATA-EXCHANGE request is received at a slave DLE, then it shall be rejected.

4.3.2.1.2 Receiving STX DLPDU

If a slave device receives a STX DLPDU without any communication error as specified in 4.3.4 and if the Address field in the received DLPDU is that of the slave, that DLE shall forward the DLSDU contained in this DLPDU as part of the DL-DATA-EXCHANGE indication. See 4.4.7 for procedure and state machine for receiving STX DLPDU.

4.3.2.2 ACK DLPDU

4.3.2.2.1 Sending ACK DLPDU

If the DLE receives a DL-DATA-EXCHANGE response at the slave device, then it shall prepare an ACK DLPDU for transmission. If the DLE receives a STX DLPDU with communication error and it is required to send a response as specified 4.3.5 in then it shall prepare an ACK DLPDU for transmission.

The Delimiter field shall be set as specified in 4.3.1.2.1. The burst mode indicator as specified in 4.3.1.2.2 shall be set to the slave device's burst mode. The remaining sub-fields of the address field shall be set to the master and destination address in the received STX DLPDU corresponding to the indication primitive.

NOTE The ACK is transmitted by slave device. It is protocol error for the master to transmit ACK DLPDU.

The DLL Payload in ACK DLPDU shall be at least 4-octet long.

If the DL-DATA-EXCHANGE response is received at a master DLE, then it shall be rejected.

4.3.2.2.2 Receiving ACK DLPDU

If the master DLE was waiting for the ACK DLPDU, then it shall process the contents of the DLPDU. If there is no error, then the DLE shall return DL-DATA-EXCHANGE confirm primitive with the received DLSDU and status equal to success. If the response ACK indicates communication error then the master shall retry sending STX DLPDU. If after retries equal to 'Retry limit' the response is not received or if there is any reception error, then the DLE shall return DL-DATA-EXCHANGE confirm primitive with status equal to 'No response' error.

4.3.2.3 BACK DLPDU

4.3.2.3.1 Sending BACK DLPDU

If the DLE is ready to transmit a burst mode response, then it shall prepare a BACK DLPDU for transmission. The Delimiter field shall be set as specified in 4.3.1.2.1. The burst mode indicator as specified in 4.3.1.2.2 shall be set to '1'. The master sub-field shall be set to alternating '1' and '0' in the consecutive DLPDUs. The remaining sub-field of the address field shall be set to the Unique ID of the slave device. The DLL payload shall be the buffer that holds the DLSDU written by DL-CYCLIC-DATA request service. If this buffer has not been updated since the last transmission of the BACK DLPDU, the Response code field of the DLSDU shall be changed to 'Update failure' code. The first octet of Data subfield as shown in Figure 6 is the Response code subfield.

NOTE The BACK is transmitted by slave device. It is protocol error for the master to transmit BACK DLPDU.

The DLL Payload in BACK DLPDU shall be at least 4-octet long.

The BACK DLPDU shall be transmitted as specified in 4.4.7.

4.3.2.3.2 Receiving BACK DLPDU

The master DLE shall process the contents of the BACK DLPDU. If there is no error, then the DLE shall return DL-CYCLIC-DATA indication primitive with the received DLSDU and status equal to success. If the BACK indicates an error then the DLE shall return DL-CYCLIC-DATA indication primitive with the error status.

4.3.3 Framing

During reception, the start of any DLPDU is indicated by the Delimiter field. The end of the reception is indicated by the earlier of the following two events:

- the PH-END indication
- the reception of Check octet.

The DLE shall use Delimiter field to determine the position of Octet count field in the DLPDU. It shall use the Octet count in the DLL payload as specified in 4.3.1.2.4 and shown in Figure 7 to determine the position of the Check octet in the DLPDU.

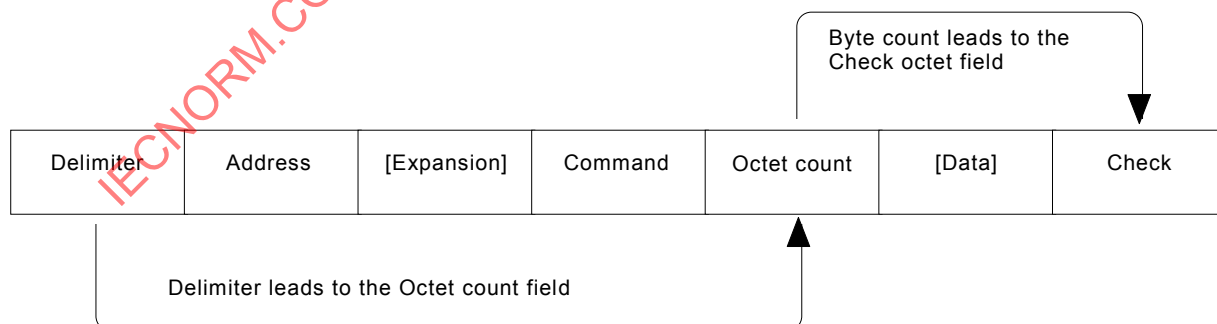


Figure 7 – DLPDU framing

4.3.4 Error detection

To perform error detection, this standard uses a single parity check coding scheme in the PhL – see IEC 61158-2, "Character format". This allows parity checking in two dimensions:

- across the bits in a single octet in the PhPDU,
- across the bit positions in the DLPDU.

These two dimensions of parity checking are shown Figure 8. Each octet including the Check octet consists of 8 bits plus one odd parity (vertical parity) bit. It shows the organization of the individual octets into a long address DLPDU.

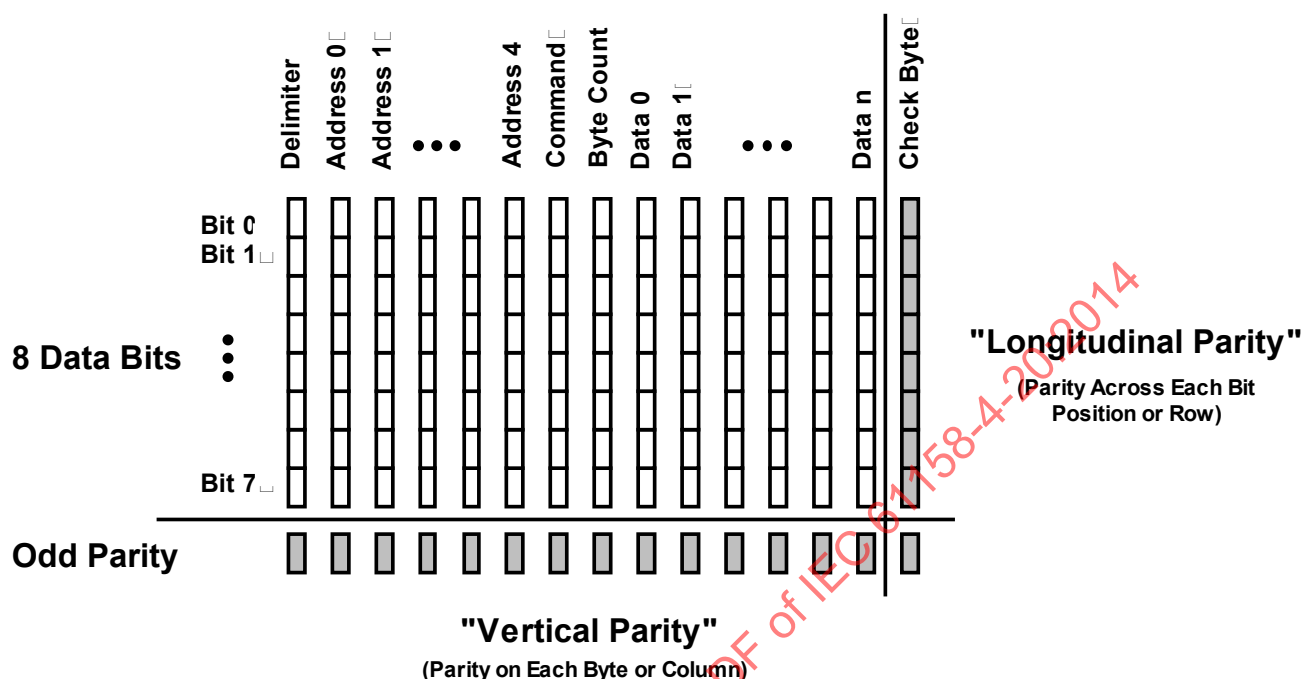


Figure 8 – Two dimensional parity detection

The second dimension of error detection is generated by "Exclusive OR" of all octets from the Delimiter up to and including the last DLL payload octet (longitudinal parity). The result is transmitted as the last octet (i.e., the Check field) of the DLPDU. During reception, bitwise exclusive-OR of all received octets, starting from the Delimiter and including the Check octet shall be done. If the result is hexadecimal '0x00' then there is no error in the reception.

4.3.5 Slave response to communication error

Communication errors could occur in any portion of the DLPDU. As a result, the response of the slave device depends on the field in the DLPDU where the error is detected. Table 1 summarizes the required slave action upon detection of a communication error in a particular field.

Table 1 – Slave response to communication error

Receiver DLPDU field in error	Slave device response
Delimiter	Framing of the DLPDU shall be aborted. If the slave is in Burst mode then the Burst timer shall be set to RT1 (Primary). No response shall be generated.
Address	The DLPDU shall be treated as if it is addressed to another device. No response shall be generated.
Expansion	If the slave is in Burst Mode then the Burst timer shall be set to RT1 (Primary). If the Expansion field affects addressing then no response shall be generated. If the slave device does not use the Expansion field then no response shall be generated.
Command	The device shall send response. The response DLPDU shall consist of the command that the slave detected and the communication error status octet shall indicate the appropriate error. No data shall be returned.
Octet count	Framing of the DLPDU shall be aborted. If the slave is in Burst mode then the Burst timer shall be set to RT1 (Primary). No response shall be generated.
Data	The device shall send response. The response shall indicate the appropriate error in the communication error status octet. No data shall be returned.
Check	The device shall send response. The response shall indicate the appropriate error in the communication error status octet. No data shall be returned.

If the PH-END indication is received before the end of Check octet, then the received DLPDU shall be ignored and no response shall be generated. If the PH-DATA indication with discontinuous data reception error status is received then the received DLPDU shall be ignored and no response shall be generated.

If the DLE is required to send the response, then the DLL payload shall be as shown in Figure 9. The value of Command number field shall be identical to the first octet of the DLL payload in the received STX DLPDU. The Communication error code shall be as shown in Table 2. The Application process status shall be the current status as shown in IEC 61158-6-20, Table 3.

Command number	Octet count = '2'	Communication error code	Application process status
----------------	-------------------	--------------------------	----------------------------

Figure 9 – Communication error response DLL payload**Table 2 – Communication error code values**

Bit mask	Name	Description
0x80	None	This bit shall always be set to '1' to indicate a communication error
0x40	Vertical parity error	The parity of one or more of the octets received by the device as specified in 4.3.4 was not odd.
0x20	Overrun error	At least one octet of data in the receive buffer of the PhE was overwritten before it was read (i.e., the receiver did not process incoming octet fast enough).
0x10	Framing error	The Stop bit of one or more octets received by the device was not detected by the PhE (i.e. a mark or 1 was not detected when a Stop bit should have occurred).
0x08	Longitudinal parity error	The longitudinal parity calculated by the device as specified in 4.3.4 did not match the Check octet at the end of the DLPDU.
0x04	Reserved	It shall be set to zero.
0x02	buffer overflow	The PhPDU or the DLPDU was too long for the receive buffer of the PhE or the DLE.
0x01	Reserved	It shall be set to zero.

4.4 Medium access control

4.4.1 Overview

The access to the medium is controlled by passing an implied token. The token passing is done by the DLPDU type and the master device address. The three DLPDU types are specified in 4.3.2, and are used as described below.

- STX DLPDU is the token from the master to the destination slave device.
- ACK DLPDU is the token from the responding slave to the master other than the one that sent the preceding STX DLPDU.
- BACK DLPDU is the token from the sending slave device to the master other than the master addressed in that DLPDU.

The network of this standard requires at least one active master for operation. There can be one or two active master devices. If there are two active master devices then one of them is primary and the other is secondary master. The address of the master device determines the role as primary or secondary. There can be any number of active slave devices connected to the network. There can be zero or one burst mode device for proper operation of the network. The two master devices and burst mode device, if active, have equal access to the medium.

The proper medium access operation depends on identifying:

- medium activity detection,
- the DLPDU type and master address to determine token passing,
- detection of the end of a DLPDU,
- the link monitoring timers, and
- the value of timing parameters.

The link activity detection is done by the PhE and indicated by PH-START indication and PH-END indication as described in IEC 61158-2, "Sequence of primitives". The end of DLPDU detection is specified in 4.3.2.3.2. The link monitoring timers are defined in 4.2.2 and timing parameters are defined in 4.2.1.

The MAC operation has two modes. If there is no burst mode device connected to the network, the access to the medium is controlled by a master device. If there is one burst mode device connected to the network, then the access to the medium is controlled by the burst mode device. The master device shall determine the operating mode of the network and use the appropriate mode for medium access control. If the master receives a BACK DLPDU or it receives an ACK DLPDU with its burst mode indicator set to '1' as specified in 4.3.1.2.2, then it shall assume that the network is in burst mode.

This specification decomposes the MAC sublayer into three components as shown in Figure 10. The components are:

- The MAC machine that specifies the overall operation of the MAC sublayer,
- The transmitter that sends one DLPDU – XMIT machine; and
- The receiver that listens to the link and receives one DLPDU – RECV machine.

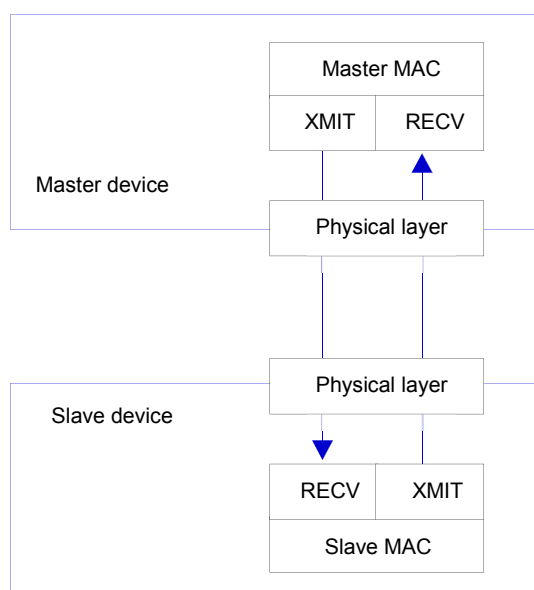


Figure 10 – MAC state machines

The XMT and RCV machines are common to master and slave devices. The MAC machine for master device is different than the MAC machine for slave device.

4.4.2 Master controlled medium access

In this mode, the first master sends a request (STX) DLPDU to a slave device and waits for the ACK response from that slave device. This ACK DLPDU serves the purpose of conveying the response DLSDU as well as the token to the other master. After receiving the ACK DLPDU, the other master can send the request (OSTX) DLPDU. The slave device sends the response (OACK) DLPDU, which becomes the token to the first master. This is shown in Figure 11, where the first master is the primary master.

NOTE In this standard the letter O (e.g., OBACK, OSTX, and OACK) is used to indicate that the master address in the DLPDU is that of the other master device.

In this mode the slave device shall send ACK DLPDU as response to any received STX DLPDU addressed to it. It shall send response even if there are certain errors in the reception as specified in 4.3.5.

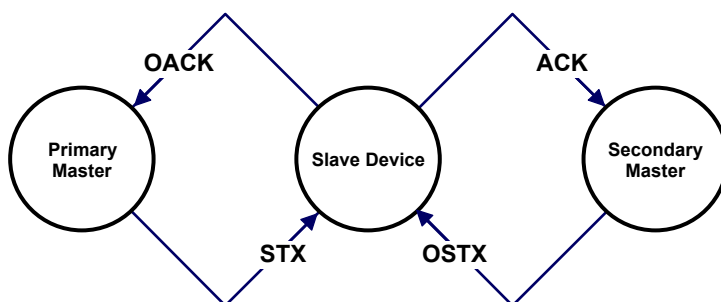


Figure 11 – Master controlled medium access

If the slave fails to respond or if there is no link activity, then the master performs the token recovery using RT1. The value of RT1 for the secondary master is larger than that for the primary master. Thus, in absence of the link activity, the primary master starts the transmission.

4.4.3 Burst mode controlled medium access

In burst mode, medium access is controlled by a burst-mode device – see Figure 12. The burst mode device transmits BACK DLPDU continuously with the master address in the DLPDU toggled from one BACK to the next BACK DLPDU. In this mode, the BACK DLPDU is the token for the master device. The BACK addressed to the primary master is the token for the secondary master and the BACK addressed to the secondary master is the token for the primary master. The master receiving this token sends the STX, if it has a pending transmission. Otherwise, the token is assumed by the burst mode device after RT2 time. If the master device sends STX DLPDU to a slave then after that slave responds with ACK DLPDU, the token is assumed by the burst mode device.

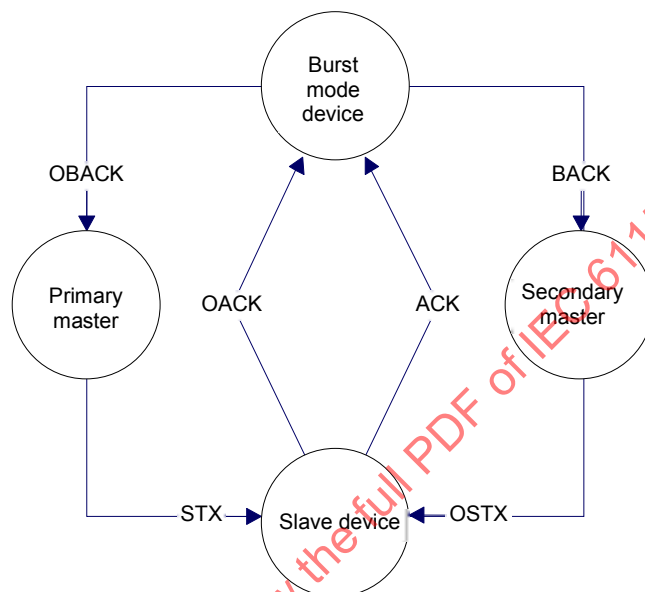


Figure 12 – Burst mode controlled medium access

4.4.4 Token passing summary

Table 3 shows the token passing sequence. All masters shall monitor the burst mode indicator in all received ACK DLPDU whether the ACK is addressed to that master or not. If an ACK DLPDU with the burst mode indicator equal to '1' is received, the network is considered to be in burst mode. If an ACK DLPDU with the burst mode indicator equal to '0' is received, the network is considered to be not in burst mode.

Table 3 – Token passing

Network mode	DLPDU	Type	Token
Not burst	Primary master to slave	STX	To slave
	Slave to primary master	ACK	To secondary master
	Secondary master to slave	STX	To slave
	Slave to secondary master	ACK	To primary master
Burst	Primary master to slave	STX	To slave
	Slave to primary master	ACK	To burst mode slave
	Burst to primary master	BACK	To secondary master
	Secondary master to slave	STX	To slave
	Slave to secondary master	ACK	To burst mode slave
	Burst to secondary master	BACK	To primary master

4.4.5 XMIT machine

Figure 13 shows the state machine that is used to transmit one DLPDU. The transitions are shown in Table 4. This machine is started to transmit one DLPDU.

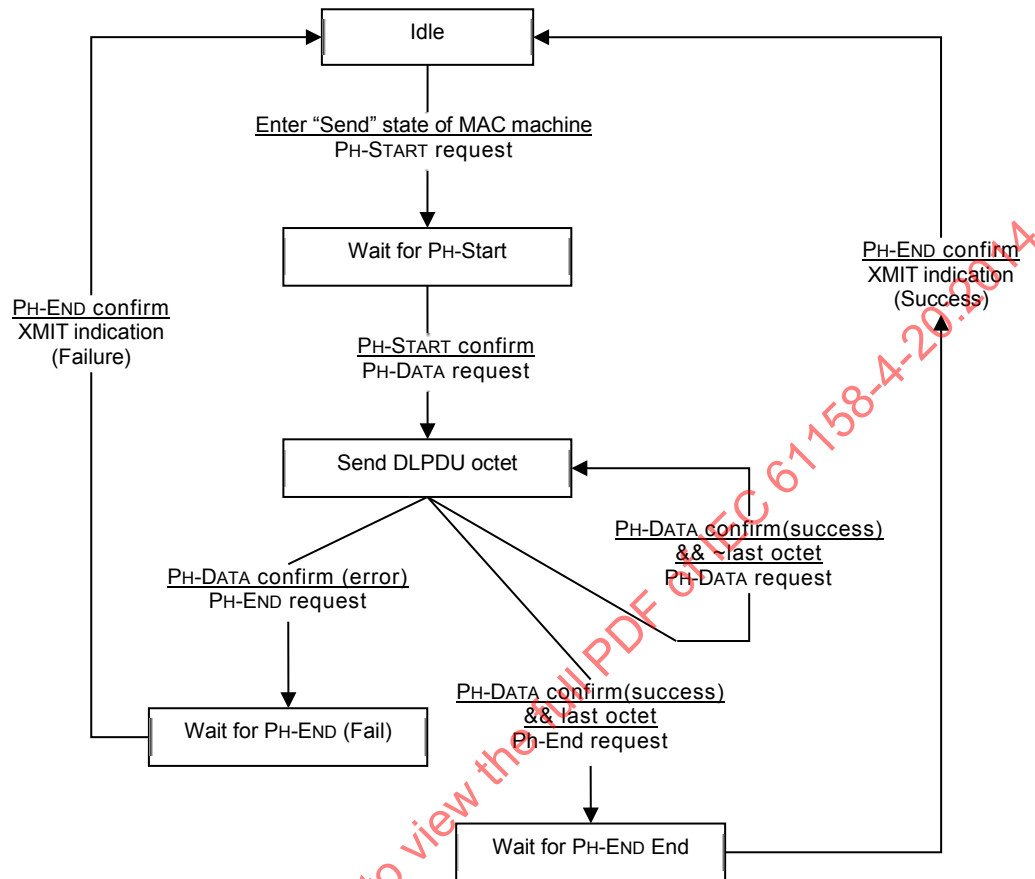


Figure 13 – XMIT state machine

Table 4 – XMIT state transitions

Current state	Event or condition => action	Next state
Idle	Enter "Send" state of MAC machine => PH-START request	Wait for PH-Start
Wait for PH-Start	PH-START confirm => PH-DATA request	Send DLPDU octet
Send DLPDU octet	PH-DATA confirm {Status} = success && ~last octet => PH-DATA request	Send DLPDU octet
Send DLPDU octet	PH-DATA confirm {Status} = success && last octet => PH-END request	Wait for PH-END
Send DLPDU octet	PH-DATA confirm {Status} = Error => PH-END request	Wait for PH-END (Fail)
Wait for PH-END	PH-END confirm => XMIT indication (Success)	Idle
Wait for PH-END (Fail)	PH-END confirm => XMIT indication (Failure)	Idle

While in 'Wait for PH-Start' state, the DLE shall wait for the PhE to start sending preambles. The PhE indicates the end of preamble transmission by PH-START confirm, see IEC 61158-2,

"Character transmission". The DLE shall use PH-DATA service to send the DLPDU octets one at a time. At the end, the DLE shall end the transmission by sending the Check octet and then completing the transmission by using PH-END service.

4.4.6 RECV machine

Figure 14 shows the machine that is used to receive one DLPDU. This machine is started when the PhE detects activity and sends the PH-START indication to the DLE. The transitions are shown in Table 5.

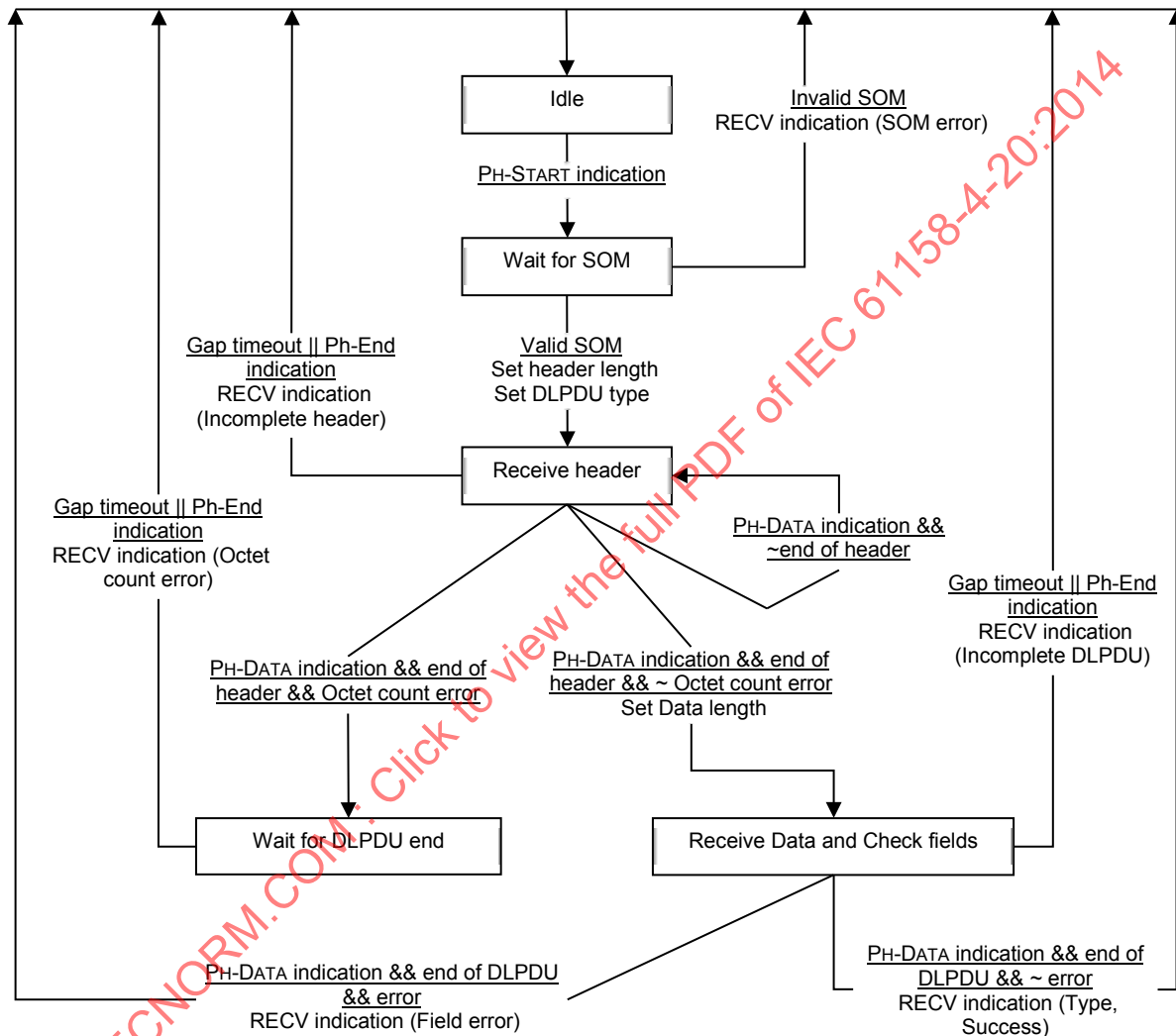


Figure 14 – RECV state machine

The SOM consists of two or more octets of preamble and one octet of delimiter. The header consists of the DLPDU fields from address to octet count – see 4.3.2.3.2. The delimiter shall be decoded to set the DLPDU type and to compute the header length. If PH-DATA indication is received with error status, the error shall be handled as shown in the state machine and in Table 1. If the complete header is not received, the RECV machine shall end with failure indication. If the complete header is received, but there is error in the Octet count field, the received DLPDU shall be discarded and the RECV machine shall wait until the Ph-End indication is received. If the complete header is received and the Octet count has no error, but any other field in the header has error, the RECV machine shall continue to receive the entire DLPDU. Any error shall be indicated as the field in error, including the Check field error. The Gap timeout event occurs when there is gap between two characters and the gap is equal to or more than one character time.

Table 5 – RECV state transitions

Current state	Event or condition => action	Next state
Idle	PH-START indication	Wait for SOM
Wait for SOM	Invalid SOM => RECV indication (status = SOM error)	Idle
Wait for SOM	Valid SOM => Set header length Set DLPDU type	Receive header
Receive header	PH-DATA indication && ~ end of header	Receive header
Receive header	Gap timeout Ph-End indication => RECV indication (status = Incomplete header)	Idle
Receive header	PH-DATA indication && end of header && Octet count error	Wait for DLPDU end
Receive header	PH-DATA indication && end of header && ~ Octet count error => Set Data length	Receive Data and Check fields
Wait for DLPDU end	Gap timeout Ph-End indication => RECV indication (status = Octet count error)	Idle
Receive Data and Check fields	PH-DATA indication && end of DLPDU && ~ error => RECV indication (Type = DLPDU type, status = Success)	Idle
Receive Data and Check fields	PH-DATA indication && end of DLPDU && error => RECV indication (status = Field error)	Idle
Receive Data and Check fields	Gap timeout Ph-End indication => RECV indication (status = Incomplete DLPDU)	Idle

4.4.7 Slave MAC machine

Figure 15 shows the machine that is used by a slave device for MAC. This machine is started when the RECV machine sends the RECV indication at the end of a DLPDU reception. The transitions are shown in Table 6.

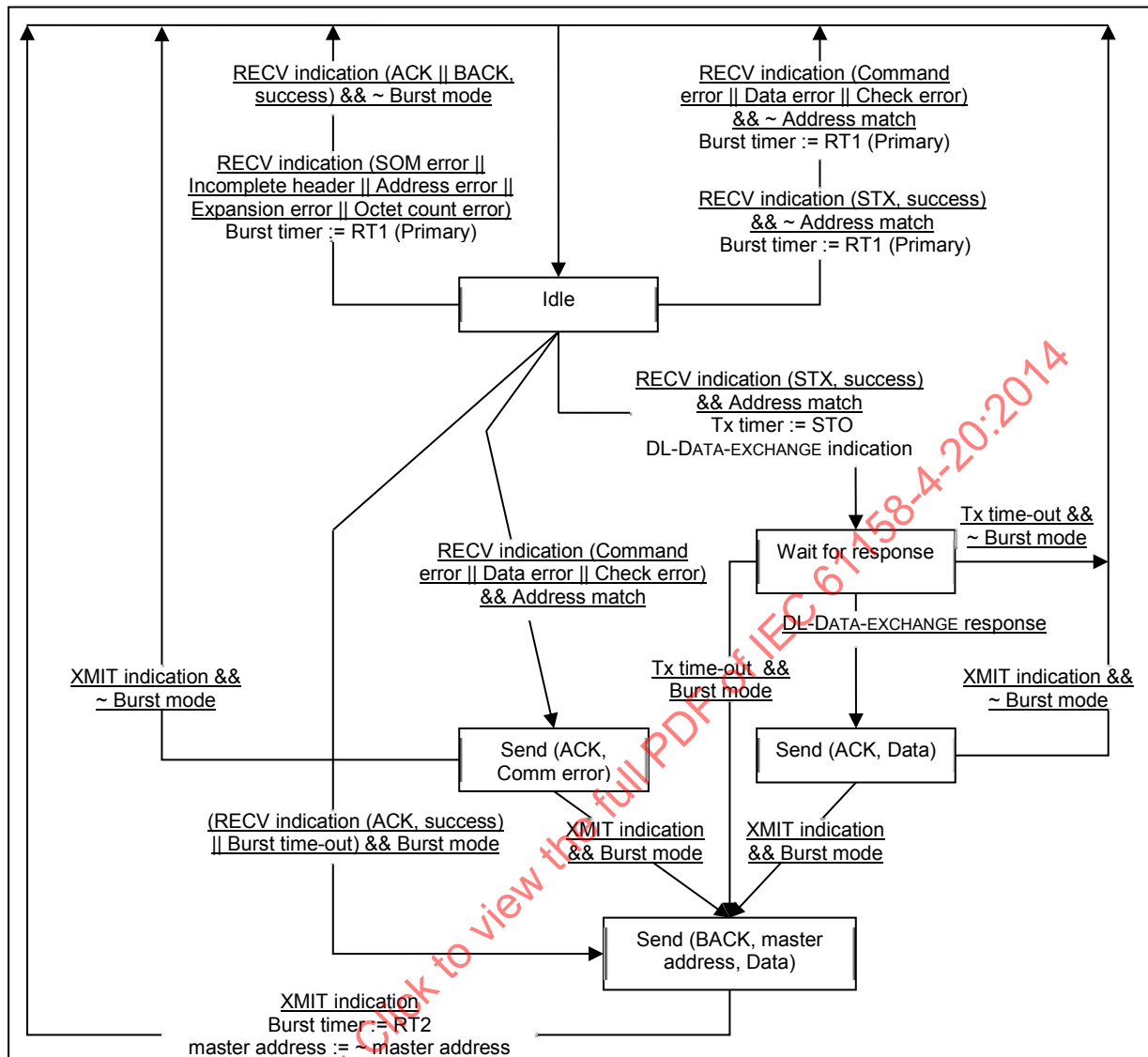


Figure 15 – Slave MAC state machine

If the reception is successful and the received DLPDU is STX addressed to the slave device, then the DLE shall send DL-DATA-EXCHANGE indication to the DLS-user, start Tx timer with a value equal to STO and transition to 'Wait for response' state. This timer shall count down and when it becomes zero, it shall generate Tx time-out event. If the response from DLS-user is received before the Tx time-out, then the DLE shall send ACK DLPDU with the DLS-user data.

If the Delimiter, Address, Expansion and Octet count fields of the received DLPDU have no error and the Address is that of the DLE and there is any other error in received DLPDU, then the DLE shall send ACK DLPDU (see Table 1) and transition to 'Send (ACK, Comm error)' state. The DLPDU fields shall be as following:

- Command equal to that in the received DLPDU,
- Octet count equal to 2,
- Data field first octet set to the communication error in the received DLPDU, and
- Data field second octet set to 'Application process status'.

If the Burst mode is FALSE (not enabled), then after sending ACK DLPDU or if the Tx time-out occurs, the MAC machine shall transition to the Idle state.

NOTE 1 If the device is not in Burst mode, then it is not necessary to start Burst timer, even though some of the actions show starting Burst timer.

Table 6 – Slave MAC state transitions

Current state	Event or condition => action	Next state
Idle	RECV indication (Command error Data error Check error) && ~ Address match => Burst timer := RT1 (Primary)	Idle
Idle	RECV indication (SOM error Incomplete header Address error Expansion error Octet count error) => Burst timer := RT1 (Primary)	Idle
Idle	RECV indication (ACK BACK, success) && ~ Burst mode	Idle
Idle	RECV indication (STX, success) && ~ Address match => Burst timer := RT1 (Primary)	Idle
Idle	(RECV indication (ACK, success) Burst time-out) && Burst mode	Send (BACK, master address, Data)
Idle	RECV indication (Command error Data error Check error) && Address match	Send (ACK, Comm error)
Idle	RECV indication (STX, success) && Address match => Tx timer := STO DL-DATA-EXCHANGE indication	Wait for response
Wait for response	DL-DATA-EXCHANGE response	Send (ACK, Data)
Wait for response	Tx time-out && ~ Burst mode	Idle
Wait for response	Tx time-out && Burst mode	Send (BACK, master address, Data)
Send (ACK, Data)	XMIT indication && ~ Burst mode	Idle
Send (ACK, Data)	XMIT indication && Burst mode	Send (BACK, master address, Data)
Send (ACK, Comm error)	XMIT indication && ~ Burst mode	Idle
Send (ACK, Comm error)	XMIT indication && Burst mode	Send (BACK, master address, Data)
Send (BACK, master address, Data)	XMIT indication => Burst timer := RT2 master address = ~ master address	Idle
Comm error is the 'Communication error code' octet of Data field.		

If the Burst mode is TRUE (enabled), then the MAC machine shall send BACK DLPDU with the DLS-user data received in DL-CYCLIC-DATA request after events listed below:

- after sending ACK DLPDU, or
- Tx time-out occurs, or
- Burst time-out occurs, or
- ACK DLPDU from another slave device is received.

The master address in the BACK DLPDU shall be toggled between primary and secondary on two consecutive BACK DLPDUs. After sending BACK DLPDU, the Burst timer shall be set with a value equal to RT2. If there is error in the DLPDU reception or if the received STX DLPDU is addressed to another slave, the Burst timer shall be set with a value equal to RT1 (Primary). This timer shall count down and when it becomes zero, it shall generate Burst time-out event.

NOTE 2 If the DLE receives STX DLPDU that is used to enable the burst mode, then the DLS-user is expected to enable burst mode before the end of sending ACK DLPDU as a response to this STX DLPDU. This will allow the master MAC to operate in correct mode.

4.4.8 Master MAC machine

Figure 16 shows the machine that is used by a master device for MAC. This machine stays in Idle state until either the DLE receives a DLPDU or the Recovery timer expires. The transitions are shown in Table 7. The state machine applies to master controlled as well as Burst mode controlled medium access. The value of RT1 shall be RT1 (primary) for the primary master and RT1 (secondary) for the secondary master. The OBACK and OACK DLPDU in the state machine refer to the DLPDU with the master address of the device other than the device executing the state machine. In the Idle state the machine waits for the token and in the Wait for ACK state it waits for the token return.

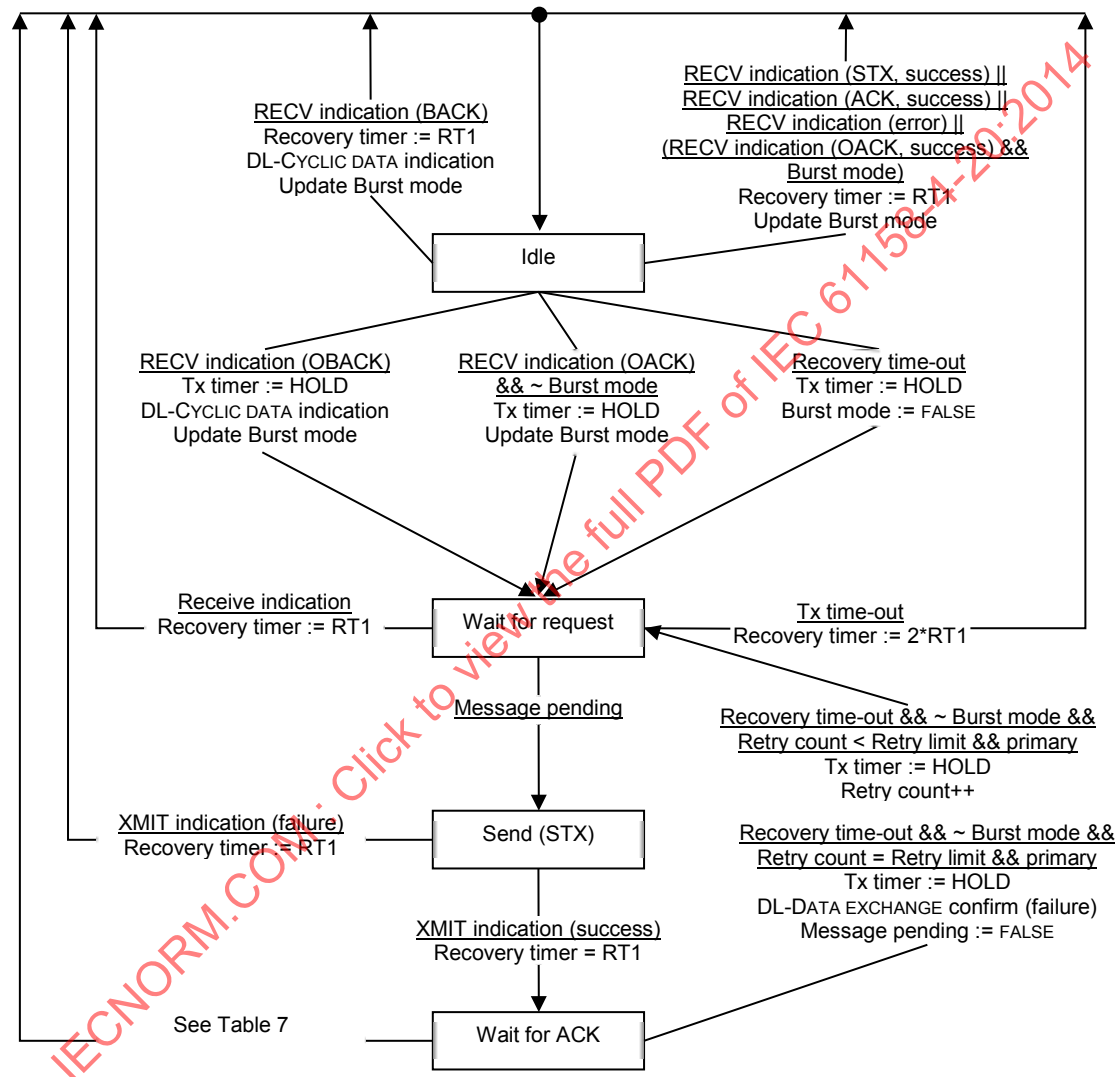


Figure 16 – Master MAC state machine

The DLE receives a token when one of the following events occurs:

- an ACK DLPDU with address of the other master is received, or
- an BACK DLPDU with address of the other master is received, or
- the Recovery timer expires.

When the DLE receives the token and if there is a pending request from the DLS-user, the DLE shall use the token to send an STX DLPDU within HOLD time from the reception of the token. After that it shall wait for the response ACK DLPDU. If a successful ACK DLPDU is received then the MAC machine shall transition to the Idle state. If there is no response and the Burst mode is disabled then the next state depends upon the master address. The primary

master shall assume the token immediately and retry sending STX DLPDU. The secondary master shall wait for RT2 duration and assume the token only if the primary master does not use the token. If the burst mode is enabled then both master devices shall set the Recovery timer to its RT1 value and the MAC machine shall transition to the Idle state. Whenever a valid DLPDU is received, the Burst mode shall be updated to the Burst mode of the received DLPDU.

Table 7 – Master MAC state transitions

Current state	Event or condition => action	Next state
Idle	RECV indication (STX, success) RECV indication (ACK, success) RECV indication (error) (RECV indication (OACK, success) && Burst mode) => Recovery timer := RT1 Update Burst mode	Idle
Idle	RECV indication (BACK) => Recovery timer := RT1 DL-CYCLIC-DATA indication Update Burst mode	Idle
Idle	RECV indication (OBACK) => Tx timer := HOLD DL-CYCLIC-DATA indication Update Burst mode	Wait for request
Idle	RECV indication (OACK) && ~ Burst mode => Tx timer := HOLD Update Burst mode	Wait for request
Idle	Recovery time-out => Tx timer := HOLD Burst mode := FALSE	Wait for request
Wait for request	Message pending	Send (STX)
Wait for request	Tx time-out => Recovery timer := 2*RT1	Idle
Wait for request	Receive indication => Recovery timer := RT1	Idle
Send (STX)	XMIT indication (success) => Recovery timer := RT1	Wait for ACK
Send (STX)	XMIT indication (failure) => Recovery timer := RT1	Idle
Wait for ACK	RECV indication (ACK, success) && ~ Burst mode => Recovery timer := RT2 DL-DATA EXCHANGE confirm (success) Message pending := FALSE	Idle
Wait for ACK	RECV indication (ACK, success) && Burst mode => Recovery timer := RT1 DL-DATA EXCHANGE confirm (success) Message pending := FALSE	Idle
Wait for ACK	RECV indication (ACK, Comm error) && ~ Burst mode && Retry count < Retry limit => Recovery timer := RT2 Retry count++	Idle
Wait for ACK	RECV indication (ACK, Comm error) && ~ Burst mode && Retry count = Retry limit => Recovery timer := RT2 DL-DATA EXCHANGE confirm (failure) Message pending := FALSE	Idle
Wait for ACK	RECV indication (ACK, Comm error) && Burst mode && Retry count < Retry limit => Recovery timer := RT1 Retry count++	Idle

Current state	Event or condition => action	Next state
Wait for ACK	RECV indication (ACK, Comm error) && Burst mode && Retry count = Retry limit => Recovery timer := RT1 DL-DATA EXCHANGE confirm (failure) Message pending := FALSE	Idle
Wait for ACK	(RECV indication (!=ACK, success) RECV indication (error)) && Retry count < Retry limit => Recovery timer := RT1 Retry count++	Idle
Wait for ACK	(RECV indication (!=ACK, success) RECV indication (error)) && Retry count = Retry limit => Recovery timer := RT1 DL-DATA EXCHANGE confirm (failure) Message pending := FALSE	Idle
Wait for ACK	Recovery time-out && ~ Burst mode && Retry count < Retry limit && primary => Tx timer := HOLD Retry count++	Wait for request
Wait for ACK	Recovery time-out && ~ Burst mode && Retry count = Retry limit && primary => Tx timer := HOLD DL-DATA EXCHANGE confirm (failure) Message pending := FALSE	Wait for request
Wait for ACK	Recovery time-out && ~ Burst mode && Retry count < Retry limit && secondary => Recovery timer := RT1 (secondary) – RT1 (primary) Retry count++	Idle
Wait for ACK	Recovery time-out && ~ Burst mode && Retry count = Retry limit && secondary => Recovery timer := RT1 (secondary) – RT1 (primary) DL-DATA EXCHANGE confirm (failure) Message pending := FALSE	Idle
Wait for ACK	Recovery time-out && Burst mode && Retry count < Retry limit => Recovery timer := RT1 Retry count++	Idle
Wait for ACK	Recovery time-out && Burst mode && Retry count = Retry limit => Recovery timer := RT1 DL-DATA EXCHANGE confirm (failure) Message pending := FALSE	Idle
Comm error is the 'Communication error code' octet of Data field.		

When the state machine starts for the first time in Idle state, the Recovery timer shall be set to its RT1. After the DLE receives a DLPDU or the Recovery timer expires, the MAC state machine is synchronized to the network. It stays synchronized until there is a failure such as reception of invalid DLPDU or lack of response from the slave device. When in the non-Burst mode, the other master is expected to receive the token and start using it, the Recovery timer is set to RT2, which is much smaller than RT1. If the other master does not exist or if it does not use the token, the master recovers the token in this shorter time. In the Burst mode also, RT2 timeout value is used, because the Burst mode slave is expected to initiate the next transmission within this shorter time window.

Any time the master receives an unexpected DLPDU, it shall return to Idle state and set Recovery timer to RT1. If there is a device in Burst mode on the link, sequencing of access among masters that might be attempting to access the link is determined by burst mode DLPDUs. A master may only access the link after a burst mode message addressed to the other master.

Only one Burst mode device is permitted on one link. It is assumed that on master device start up (from a power-off condition) a Burst mode device will be up and sending BACK DLPDU before the master attempts to communicate with it using these arbitration rules.

4.5 DL-management-information

Several DL parameters shall be configured before proper DLE operation is possible. These attributes for master device are defined in Table 8 and for slave device are defined in Table 9. The time parameters are specified in the units of character time (see 3.4.17 and IEC 61158-2, "Character format").

Table 8 – Master DL parameters

Parameter name	Range of values	Definition
Master address	Primary Secondary	This configures the DLE to operate either as a Primary or Secondary master.
Retry limit	>= 3	See 4.2.1.5
Capture BACK	Enable Disable	If this parameter value is Enable then master DLE shall provide DL-CYCLIC-DATA indication when it receives a valid BACK DLPDU.
Capture other master frame	Enable Disable	If this parameter value is Enable then master DLE shall provide DL-RECEIVE indication when it receives a valid DLPDU with master address of the other master.
Burst mode	Enable Disable	See 4.2.3.1
Hold time (HOLD)	2	See 4.2.1.1
Link quiet time (RT1)	33 41	See 4.2.1.3, the smaller value is for the primary master and the larger value is for the secondary master.
Link grant time (RT2)	8	See 4.2.1.4

Table 9 – Slave DL parameters

Parameter name	Range of values	Definition
Unique address	Unique ID	See 3.4.67 for the definition of Unique ID and See 4.3.1.2.2 and Figure 5 for unique address.
Polling address	0 to 63	See 3.4.59 for definition and 4.3.1.2.2.
Capture address	Unique ID Polling address	It is the address of a slave device.
Capture mode	Enable Disable	If this parameter value is Enable then the slave device shall provide DL-RECEIVE indication when it receives a valid ACK and BACK DLPDU with slave address equal to Capture address
Burst mode	Enable Disable	See 4.2.3.1
Slave time out (STO)	28	See 4.2.1.2
Link quiet time (RT1)	33	See 4.2.1.3, the primary value is used by slave device.
Link grant time (RT2)	8	See 4.2.1.4
Preamble length	5 to 20	Length of preamble in the PhPDU that is sent by the slave device

If DLM-SET service is not used to set a value of 'Preamble length' then its value shall be five (5).

Bibliography

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 bibliographic references.

IEC 61158-1:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*

IEC 61158-3-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-20: Data-link layer service definition – Type 20 elements*

IEC 61158-5-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-20: Application layer service definition – Type 20 elements*

IEC 61784-1, *Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*

IEC 61784-2, *Industrial communication networks – Profiles – Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3*

IEC 62591:2010, *Industrial communication networks – Wireless communication network and communication profiles – WirelessHART™*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-20:2014

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-20:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	46
INTRODUCTION.....	48
1 Domaine d'application	49
1.1 Généralités.....	49
1.2 Spécifications.....	49
1.3 Procédures.....	49
1.4 Applicabilité.....	49
1.5 Conformité	49
2 Références normatives.....	50
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	50
3.1 Termes et définitions du modèle de référence	50
3.2 Termes, définitions et conventions des services	51
3.3 Termes et définitions communs	52
3.4 Définitions supplémentaires de Type 20	54
3.5 Symboles et abréviations communs.....	61
3.5.1 Unités de données.....	61
3.5.2 Divers.....	61
3.6 Symboles et abréviations supplémentaires de Type 20.....	62
4 Spécification du protocole de couche liaison de données	63
4.1 Présentation.....	63
4.2 Paramètres, minuteurs et variables	64
4.2.1 Paramètres.....	64
4.2.2 Minuteurs	64
4.2.3 Variables	65
4.3 Contrôle de liaison logique.....	65
4.3.1 Structure DLPDU-générale	65
4.3.2 Codage et procédures spécifiques au DLPDU	69
4.3.3 Définition de trame	71
4.3.4 Détection des erreurs	71
4.3.5 Réponse d'esclave à une erreur de communication	72
4.4 Contrôle d'accès au support.....	74
4.4.1 Présentation	74
4.4.2 Accès au support contrôlé par le maître.....	75
4.4.3 Accès au support contrôlé en mode salve.....	76
4.4.4 Résumé de passage de jeton	77
4.4.5 Machine XMIT	77
4.4.6 Machine RECV	79
4.4.7 Machine MAC esclave	82
4.4.8 Machine MAC maître	85
4.5 Informations de gestion DL.....	88
Bibliographie.....	90
Figure 1 – Relations entre DLSAP, adresses de DLSAP et adresses de DL de groupe.....	53
Figure 2 – Structure de DLPDU.....	66
Figure 3 – Structure de délimiteur	66
Figure 4 – Construction de champ d'adresse de 1 octet	67

Figure 5 – Construction de champ d'adresse de 5 octets	68
Figure 6 – Format d'APDU	69
Figure 7 – Définition de trame DLPDU	71
Figure 8 – Détection de parité bidimensionnelle	72
Figure 9 – Données utiles DLL de réponse d'erreur de communication	73
Figure 10 – Diagrammes d'états MAC	75
Figure 11 – Accès au support contrôlé par le maître	76
Figure 12 – Accès au support contrôlé en mode salve	76
Figure 13 – Diagramme d'états XMIT	78
Figure 14 – Diagramme d'états RECV	81
Figure 15 – Diagramme d'états MAC esclave	83
Figure 16 – Diagramme d'états MAC maître	86
Tableau 1 – Réponse d'esclave à une erreur de communication	73
Tableau 2 – Valeurs de code d'erreur de communication	74
Tableau 3 – Passage de jeton	77
Tableau 4 – Transitions d'état XMIT	79
Tableau 5 – Transitions d'état RECV	81
Tableau 6 – Transitions d'état de MAC esclave	84
Tableau 7 – Transitions d'état de MAC maître	87
Tableau 8 – Paramètres de DL maître	89
Tableau 9 – Paramètres de DL esclave	89

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-20:2014

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX DE COMMUNICATIONS INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-20: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de type 20

AVANT-PROPOS

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

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

La Norme internationale CEI 61158-4-20 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

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

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

Le protocole de liaison de données assure un service de liaison de données en s'appuyant sur les services offerts par la couche physique. La présente norme a pour principal objet de préciser un ensemble de règles de communication, exprimées sous la forme de procédures à réaliser par 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 prioritaire dans le modèle OSI.

Cette norme traite, en particulier, de la communication et de l'interfonctionnement des capteurs, effecteurs et autres appareils d'automatisation. L'utilisation conjointe de la présente norme avec d'autres normes entrant dans les modèles de référence OSI ou de bus de terrain permet à des systèmes qui ne pourraient pas, sans cela, fonctionner ensemble dans toute combinaison.

RÉSEAUX DE COMMUNICATIONS INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-20: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de type 20

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

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

Ce protocole constitue un moyen de raccordement d'appareils par l'intermédiaire d'un réseau maillé partiel, de sorte que la plupart des défauts d'une interconnexion entre deux appareils puissent être évités. Dans la pratique courante, les appareils sont interconnectés d'une façon hiérarchique non redondante reflétant les besoins de l'application.

1.2 Spécifications

La présente Norme internationale 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) la structure des DLPDU de bus de terrain utilisées par le protocole de la présente norme pour le transfert des données et des informations de commande, et leur représentation sous forme d'unités de données d'interface physique.

1.3 Procédures

Les procédures sont définies en termes de

- a) interactions entre entités DL (DLE) homologues par échange de DLPDU de bus de terrain;
- b) interactions entre un fournisseur de service DL (DLS) et un utilisateur de DLS dans le même système par échange de primitives de DLS;
- c) interactions entre un fournisseur DLS et un fournisseur de service Ph dans le même système par échange de primitives de 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

La présente Norme internationale spécifie également les exigences relatives aux systèmes mettant en œuvre ces procédures. La présente norme ne fournit pas d'essais destinés à démontrer la conformité à ces exigences.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

CEI 61158-2:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique*

CEI 61158-6-20:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-20: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de type 20*

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

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

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

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions, symboles, abréviations et conventions suivants s'appliquent.

3.1 Termes et définitions du modèle de référence

La présente norme repose en partie sur les concepts développés dans l'ISO/CEI 7498-1 et l'ISO/CEI 7498-3, et utilise les termes suivants:

3.1.1	adresse DL appelée	[7498-3]
3.1.2	adresse DL appelante	[7498-3]
3.1.3	connexion centralisée à points d'extrémité multiples	[7498-1]
3.1.4	entités (N) correspondantes	[7498-1]
	entités DL correspondantes (N=2)	
	entités Ph correspondantes (N=1)	
3.1.5	Démultiplexage	[7498-1]
3.1.6	adresse DL	[7498-3]
3.1.7	mapping d'adresse DL	[7498-1]
3.1.8	connexion DL	[7498-1]
3.1.9	point d'extrémité de connexion DL	[7498-1]
3.1.10	identifiant de point d'extrémité de connexion DL	[7498-1]
3.1.11	transmission en mode de connexion DL	[7498-1]
3.1.12	transmission en mode sans connexion DL	[7498-1]
3.1.13	collecteur de données DL	[7498-1]
3.1.14	source de données DL	[7498-1]
3.1.15	transmission duplex DL	[7498-1]
3.1.16	fonctionnalité DL	[7498-1]
3.1.17	vue locale DL	[7498-3]
3.1.18	nom DL	[7498-3]
3.1.19	protocole DL	[7498-1]

3.1.20	identifiant de connexion de protocole DL	[7498-1]
3.1.21	informations de contrôle de protocole DL	[7498-1]
3.1.22	unité de données de protocole DL	[7498-1]
3.1.23	identifiant de version de protocole DL	[7498-1]
3.1.24	relais DL	[7498-1]
3.1.25	identifiant de connexion de service DL	[7498-1]
3.1.26	unité de données de service DL	[7498-1]
3.1.27	transmission simplex DL	[7498-1]
3.1.28	sous-système DL	[7498-1]
3.1.29	données utilisateur DL	[7498-1]
3.1.30	contrôle de flux	[7498-1]
3.1.31	gestion de couche	[7498-1]
3.1.32	multiplexage	[7498-3]
3.1.33	autorité de dénomination (adressage)	[7498-3]
3.1.34	domaine (d'adressage) de dénomination	[7498-3]
3.1.35	sous-domaine de dénomination (adressage)	[7498-3]
3.1.36	entité (N)	[7498-1]
	entité DL	
	entité Ph	
3.1.37	unité de données d'interface (N)	[7498-1]
	unité de données de service DL (N=2)	
	unité de données d'interface Ph (N=1)	
3.1.38	couche (N)-	[7498-1]
	couche DL (N=2)	
	couche Ph (N=1)	
3.1.39	-service (N)	[7498-1]
	-service DL (N=2)	
	-service Ph (N=1)	
3.1.40	point d'accès au service (N)-	[7498-1]
	point d'accès au service DL (N=2)	
	point d'accès au service Ph (N=1)	
3.1.41	adresse de point d'accès au service (N)	[7498-1]
	point d'accès au service DL (N=2)	
	adresse de point d'accès au service Ph (N=1)	
3.1.42	entités homologues	[7498-1]
3.1.43	informations de contrôle d'interface Ph	[7498-1]
3.1.44	données d'interface Ph	[7498-1]
3.1.45	nom de primitive	[7498-3]
3.1.46	réassemblage	[7498-1]
3.1.47	recombinaison	[7498-1]
3.1.48	réinitialisation	[7498-1]
3.1.49	adresse DL répondante	[7498-3]
3.1.50	Acheminement	[7498-1]
3.1.51	Segmentation	[7498-1]
3.1.52	Séquencement	[7498-1]
3.1.53	subdivision	[7498-1]
3.1.54	nom synonyme	[7498-3]
3.1.55	gestion-système	[7498-1]

3.2 Termes, définitions et conventions des services

La présente norme utilise également les termes suivants définis dans l'ISO/CEI 10731 tels qu'ils s'appliquent à la couche liaison de données:

3.2.1	Accepteur
3.2.2	service asymétrique
3.2.3	confirmation (primitive de); requestor.deliver (remise au demandeur) (primitive de)
3.2.4	remise (primitive de)
3.2.5	fonctionnalité confirmée DL
3.2.6	fonctionnalité DL

- 3.2.7 vue locale DL
- 3.2.8 fonctionnalité obligatoire DL
- 3.2.9 fonctionnalité non confirmée DL
- 3.2.10 fonctionnalité lancée par le fournisseur DL
- 3.2.11 fonctionnalité facultative de fournisseur DL
- 3.2.12 primitive de service DL;
primitive
- 3.2.13 fournisseur de service DL
- 3.2.14 utilisateur de service DL
- 3.2.15 fonctionnalité facultative d'utilisateur DL
- 3.2.16 indication (primitive de)
acceptor.deliver (remise.accepteur) (primitive de)
- 3.2.17 multihomologue
- 3.2.18 demande (primitive);
requestor.submit (soumission au demandeur) (primitive)
- 3.2.19 demandeur
- 3.2.20 réponse (primitive);
acceptor.submit (soumission à l'accepteur) (primitive)
- 3.2.21 soumission (primitive)
- 3.2.22 service symétrique

3.3 Termes et définitions communs

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE De nombreuses définitions sont communes à plusieurs types de protocoles; elles ne sont pas nécessairement utilisées par tous les types de protocoles.

3.3.1

segment DL, liaison, liaison locale

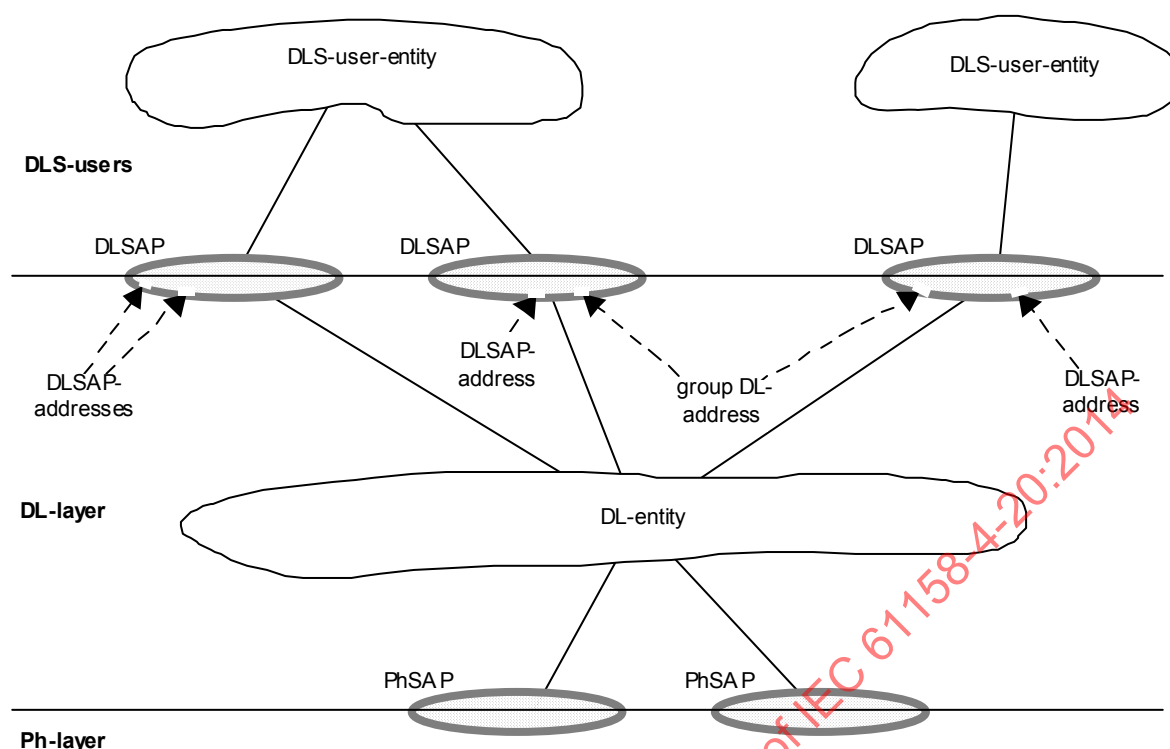
sous-réseau DL simple dans lequel toute DLE connectée peut directement communiquer, sans aucune intervention de relais DL, lorsque chacune de ces DLE participant à une instance de communication est simultanément attentive au sous-réseau DL au cours de la (ou des) période(s) de tentative de communication

3.3.2

DLSAP

point distinctif où des services DL sont fournis par une entité DL simple à une entité simple de couche supérieure

Note 1 à l'article: Cette définition, dérivée de l'ISO/CEI 7498-1, est répétée ici afin de faciliter la compréhension de la distinction critique entre des DLSAP et leurs adresses de DL; voir Figure 1.



Légende

Anglais	Français
DLS user entity	Entité utilisateur de DLS
DLS users	Utilisateurs DLS
DLSAP addresses	Adresses DLSAP
Group DL address	Adresse DL de groupe
DL layer	Couche DL
DL entity	Entité DL
Ph layer	Couche Ph

NOTE 1 Les DLSAP et PhSAP sont représentés par des ovaes qui couvrent la frontière entre deux couches adjacentes.

NOTE 2 Les adresses DL sont décrites comme désignant de petits intervalles (points d'accès) dans la partie DLL d'un DLSAP.

NOTE 3 Une entité DL simple peut avoir plusieurs adresses DLSAP et adresses DL de groupe, associées à un DLSAP simple.

Figure 1 – Relations entre DLSAP, adresses de DLSAP et adresses de DL de groupe

3.3.3

adresse DL(SAP)

soit une adresse de DLSAP individuelle qui désigne un seul DLSAP d'un seul utilisateur de DLS, soit un groupe d'adresses de DLS qui désigne potentiellement plusieurs DLSAP, chacun pour un seul utilisateur de DLS

Note 1 à l'article: Cette terminologie est choisie parce que l'ISO/CEI 7498-3 ne permet pas d'utiliser le terme adresse DLSAP pour désigner plusieurs DLSAP simples au niveau d'un utilisateur de DLS simple.

3.3.4

adresse de DLSAP (individuelle)

adresse DL qui désigne un seul DLSAP au sein de la liaison étendue

Note 1 à l'article: Une entité DL simple peut avoir plusieurs adresses DLSAP associées à un DLSAP simple.

3.3.5

liaison étendue

sous-réseau DL, constitué d'un ensemble maximal de liaisons interconnectées par des relais DL, partageant un espace de nom DL simple (adresse DL) dans lequel chacune des entités DL connectées peut communiquer avec l'autre, soit directement, soit au moyen d'une ou de plusieurs entités de relais DL intervenantes

Note 1 à l'article: Une liaison étendue ne peut être composée que d'une seule liaison.

3.3.6

trame

synonyme discrédité de DLPDU

3.3.7

adresse DL de groupe

adresse DL qui désigne potentiellement plusieurs DLSAP au sein de la liaison étendue.

Note 1 à l'article: Une entité DL simple peut avoir plusieurs adresses DL de groupe, associées à un DLSAP simple. Une entité DL simple peut également avoir une seule adresse DL de groupe, associée à plusieurs DLSAP.

3.3.8

nœud

entité DL simple telle qu'elle apparaît sur une liaison locale

3.3.9

utilisateur de DLS de réception

utilisateur de service de DL qui agit comme destinataire de données d'utilisateur de DLS

Note 1 à l'article: Un utilisateur de service de DL peut être en même temps un utilisateur de DLS de transmission et de réception.

3.3.10

utilisateur de DLS de transmission

utilisateur de service de DL qui agit comme origine de données d'utilisateur de DLS

3.4 Définitions supplémentaires de Type 20

3.4.1

contrôleur analogique

contrôleur conçu pour être utilisé uniquement avec une signalisation de courant 4 mA à 20 mA, qui satisfait à toutes les exigences d'un appareil d'entrée de courant ou d'un appareil de sortie de courant

3.4.2

signal analogique

courant à basse fréquence, principalement un signal 4 mA à 20 mA envoyé vers ou provenant d'un appareil de terrain

3.4.3

spectre de signal analogique

fréquences comprises entre zéro Hz et 25 Hz à l'unité d'amplitude et décroissant à 40 dB par décade au-delà de 25 Hz

3.4.4

filtre analogique d'essai

filtre passe-bas bipolaire de Butterworth avec fréquence de coupure à 25 Hz

3.4.5**application**

fonction ou structure de données pour laquelle des données sont consommées ou produites

3.4.6**objet d'application**

classe d'objets qui gère et assure un échange de messages pendant le mode exécution à travers le réseau et à l'intérieur de l'appareil de réseau

Note 1 à l'article: De nombreux types de classes d'objets d'application peuvent être définis.

3.4.7**relation entre applications**

association coopérative entre deux ou plusieurs invocations d'entités d'application (application-entity-invocation) à des fins d'échange d'informations et de coordination de leur fonctionnement conjoint

Note 1 à l'article: Cette relation est activée soit par l'échange d'unités de données de protocole d'application, soit à la suite d'activités de préconfiguration.

3.4.8**point d'extrémité de relation entre applications**

contexte et comportement d'une relation entre applications tels que vus et maintenus par l'un des processus d'application impliqués dans la relation entre applications

Note 1 à l'article: Chaque processus d'application impliqué dans la relation entre applications maintient son propre point d'extrémité de relation entre applications.

3.4.9**attribut**

description d'une caractéristique ou fonction visible de l'extérieur d'un objet

Note 1 à l'article: Les attributs d'un objet contiennent des informations relatives à des parties variables d'un objet. Typiquement, ils fournissent des informations de statut ou régissent le fonctionnement d'un objet. Des attributs peuvent aussi avoir une incidence sur le comportement d'un objet. Les attributs se répartissent en attributs de classes et attributs d'instances.

3.4.10**barrière**

entité physique qui limite le courant ou la tension dans une zone dangereuse afin de répondre aux exigences de sécurité intrinsèque

3.4.11**comportement**

indication de la façon dont l'objet réagit à des événements particuliers

3.4.12**diffusion**

processus d'envoi d'une PDU à tous les appareils connectés au réseau et pouvant recevoir la transmission

3.4.13**adresse de diffusion**

adresse utilisée par un maître pour envoyer une commande à tous les appareils

3.4.14**mode salve**

initiation d'une activité de communication par un appareil esclave à intervalles cycliques sans demande de la part d'un maître

3.4.15

capacité de câble par unité de longueur

capacité par unité de longueur de câble, mesurée à 1 kHz entre un conducteur autre que le blindage et tous les autres conducteurs y compris le blindage

Note 1 à l'article: Pour les réseaux constitués de plusieurs types ou jauges de câble, la valeur de capacité la plus élevée d'un type ou d'une jauge de câble quelconque sert à déterminer cette valeur.

3.4.16

caractère

8 bits de données et bits de surdébit transmis sous la forme d'une unité continue par la PhE

3.4.17

durée de caractère

quantité de temps nécessaire pour transmettre un caractère

3.4.18

classe

ensemble d'objets, qui représentent tous le même type de composant système

Note 1 à l'article: Une classe est une généralisation de l'objet; un modèle pour définir des variables et des méthodes. Tous les objets dans une classe ont une forme et un comportement identiques, mais contiennent en général des données différentes dans leurs attributs.

3.4.19

attributs de classe

attribut qui est partagé par tous les objets au sein de la même classe

3.4.20

code de classe

identifiant unique attribué à chaque classe d'objets

3.4.21

service spécifique à une classe

service défini par une classe d'objets particulière pour accomplir une fonction requise qui n'est pas accomplie par un service commun

Note 1 à l'article: Un objet spécifique à une classe est unique pour la classe d'objets qui le définit.

3.4.22

client

a) objet qui utilise les services d'un autre objet (serveur) pour accomplir une tâche

b) initiateur d'un message auquel un serveur réagit, comme par exemple un point d'extrémité d'AR qui émet des APDU de demande de service confirmées vers un point d'extrémité d'AR unique agissant comme serveur

3.4.23

erreur de communication

erreur détectable dans la réception d'une PhPDU ou d'une DLPDU, également octet de "Code d'erreur de communication" d'une APDU

3.4.24

trajet d'acheminement

flux unidirectionnel d'APDU dans une relation entre applications

3.4.25

résistance de détection de courant

résistance utilisée pour convertir un signal de courant analogique en signal de tension

3.4.26**cyclique**

terme utilisé pour décrire des événements se répétant de manière régulière et répétitive

3.4.27**distorsion de temps de propagation**

différence dans les retards de temps de propagation des ondes sinusoïdales de différentes fréquences lorsque le retard est observé à travers un réseau ou un circuit

3.4.28**appareil**

toute entité contenant une mise en œuvre de la présente norme

3.4.29**ID d'appareil**

numéro de série d'un appareil, unique parmi toutes les instances d'un type d'appareil

Note 1 à l'article: Le fabricant est tenu d'attribuer une valeur unique à chaque appareil dont les valeurs d'ID du fabricant et de type d'appareil sont identiques.

3.4.30**type d'appareil**

type d'appareil du fabricant, par exemple le nom de produit

Note 1 à l'article: La valeur de cet attribut est assignée par le fabricant. Cette valeur spécifie l'ensemble de commandes et d'objets de données pris en charge par l'appareil. Le fabricant est tenu d'attribuer une valeur unique à chaque type d'appareil.

3.4.31**variable d'appareil**

élément de données défini de manière unique dans un appareil de terrain, qui est toujours associé à des informations relatives au processus

Note 1 à l'article: La valeur d'une variable d'appareil varie en réponse aux modifications et variations du processus auquel l'appareil est connecté.

3.4.32**signal numérique**

communication d'informations au moyen du signal de modulation par déplacement de fréquence à 1 200 bits par seconde

3.4.33**bande de fréquence numérique**

gamme de fréquences comprise entre 950 Hz et 2 500 Hz, utilisée pour le signal numérique

3.4.34**spectre de signal numérique**

fréquences comprises entre 500 Hz et 10 kHz à l'unité d'amplitude, décroissant à 40 dB par décade en dessous de 500 Hz et décroissant à 20 dB par décade au-dessus de 10 kHz

3.4.35**variable dynamique**

variable d'appareil assignée comme variable dynamique et pouvant être associée à un canal analogique

Note 1 à l'article: Un appareil peut contenir quatre variables au plus: primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire. Celles-ci sont appelées collectivement les variables dynamiques.

3.4.36**point d'extrémité**

une des entités en communication impliquées dans une connexion

3.4.37

erreur

discordance entre une valeur ou un état calculé(e), observé(e) ou mesuré(e) et la valeur ou l'état spécifié(e) ou théoriquement correct(e)

3.4.38

code d'erreur

identification d'un type spécifique d'erreur dans une classe d'erreurs

3.4.39

type d'appareil étendu

type d'appareil du fabricant tel que spécifié dans le Tableau 6 de la CEI 61158-6-20

3.4.40

bande de fréquences étendue

gamme de fréquences comprise entre 500 Hz et 10 kHz

Note 1 à l'article: Cette bande de fréquence est la bande de fréquence numérique plus la bande de garde.

3.4.41

appareil de terrain

entité physique connectée au processus ou à l'équipement et possédant au moins un élément de signalisation qui communique avec un ou des autre(s) élément(s) de signalisation via un câble

Note 1 à l'article: Il est directement connecté au capteur ou à la grille d'entraînement ou il exécute la fonction de commande de processus et est directement connecté à la couche physique spécifiée dans la présente norme. Il peut générer ou recevoir un signal analogique en plus d'un signal numérique.

3.4.42

trame

format de bits agrégés transmis ensemble dans le temps

3.4.43

masse

surface de la terre ou les conduits ou tuyaux qui y sont connectés, ou barre omnibus de sécurité ou rail à zéro volt à laquelle ou auquel les barrières sont connectées

Note 1 à l'article: La masse peut être ou non l'alimentation commune du réseau.

3.4.44

sécurité intrinsèque

méthodologie de conception d'un circuit ou d'un ensemble de circuits dans lequel toute étincelle ou effet thermique produit dans des conditions normales de fonctionnement et des conditions de défaut spécifiées, est incapable, dans des conditions d'essai prescrites, de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive donnée

3.4.45

jonction

toute épissure de deux câbles ou tout point de fixation d'un câble ou d'un appareil de terrain à un câble existant

3.4.46

long_tag (balise longue)

chaîne ISO Latin-1 restreinte à 32 caractères servant à identifier un appareil de terrain

3.4.47

courant de ligne

valeur mesurée par un mA en série avec l'appareil de terrain

Note 1 à l'article: Le courant de ligne est un signal 4 mA à 20 mA analogique en courant continu servant à communiquer une valeur unique entre le système de commande et l'appareil de terrain. Les appareils en mode tension utilisent "volts en courant continu" comme unités techniques lorsque les valeurs de "courant de ligne" sont utilisées.

3.4.48

informations de gestion

informations accessibles sur le réseau qui prennent en charge la gestion du fonctionnement du système de bus de terrain, y compris la couche application

Note 1 à l'article: La gestion comprend des fonctions telles que le contrôle, la surveillance et le diagnostic.

3.4.49

ID de fabricant

énumération à 2 octets identifiant le fabricant qui a produit un appareil

Note 1 à l'article: Un fabricant est tenu d'utiliser la valeur qui lui est attribuée et n'est pas autorisé à utiliser la valeur attribuée à un autre fabricant.

3.4.50

maître

appareil qui initie une activité de communication en envoyant une trame de demande à un autre appareil et en attendant une trame de réponse de la part de cet appareil

3.4.51

message

partie porteuse d'informations, à l'exception du préambule de la trame

3.4.52

réseau multipoint

réseau possédant plusieurs appareils esclaves connectés à un réseau

3.4.53

réseau

paire unique de câbles, connecteurs, éléments de signalisation associés au moyen desquels un ensemble d'appareils de signalisation sont interconnectés, et les éléments ne servant pas à la signalisation qui sont raccordés à cette même paire de câbles

Note 1 à l'article: Une installation qui utilise plusieurs paires de fils et une alimentation de réseau commune est considérée comme plusieurs réseaux.

3.4.54

alimentation de réseau

source qui fournit directement l'énergie de fonctionnement à un réseau

3.4.55

résistance de réseau

résistance ou partie réelle de l'impédance d'un réseau

Note 1 à l'article: Elle est calculée comme l'impédance équivalente de tous les appareils connectés en parallèle au réseau. Elle est donc généralement dominée par un appareil à faible impédance.

3.4.56

élément ne servant pas à la signalisation

entité physique ou élément qui n'utilise ni ne produit un signal analogique ou de signal numérique

Note 1 à l'article: Une alimentation de réseau est un exemple d'élément ne servant pas à la signalisation.

3.4.57

données utiles

contenu d'un message de données qui est transmis

3.4.58

réseau point à point

réseau possédant un seul esclave et zéro ou un appareil maître

Note 1 à l'article: Le réseau point à point ne peut pas posséder un quelconque appareil maître. Cette situation existe par exemple lorsque seul un contrôleur analogique est utilisé, l'unique appareil de terrain ayant été programmé par un maître secondaire ensuite déconnecté.

3.4.59

adresse d'interrogation

identifiant attribué à un appareil de manière unique dans le réseau auquel l'appareil est connecté

3.4.60

maître primaire

appareil maître qui peut toujours initier la communication

3.4.61

maître secondaire

appareil maître qui ne peut initier la communication que par l'intermédiaire d'un processus d'arbitrage et lorsque le maître primaire a délaissé l'initiation de la communication

3.4.62

serveur

<communication> rôle d'un AREP dans lequel il retourne une APDU de réponse de service confirmée au client qui a émis la demande

3.4.63

élément de signalisation

entité physique ou élément qui utilise ou produit un signal numérique

3.4.64

silence

état du réseau lorsqu'aucun signal numérique n'est présent

3.4.65

esclave

appareil qui initie une activité de communication uniquement après avoir reçu une trame de demande de la part d'un appareil maître et qui est tenu d'envoyer une réponse à cette demande

3.4.66

début de message

préambule de la PDU de couche physique suivi du délimiteur de PDU de couche liaison de données sans erreur de réception ni espace entre les caractères

3.4.67

balise

chaîne ASCII de 8 caractères servant à identifier un appareil de terrain

3.4.68

transaction

échange de trames consécutives associées entre deux entités homologues de contrôle d'accès au support, nécessaire à une bonne transmission

Note 1 à l'article: Une transaction est constituée (a) de la transmission d'une seule PhPDU depuis un appareil d'origine ou (b) d'une PhPDU depuis l'appareil d'origine suivie d'une seconde PhPDU d'acquiescement au niveau de la liaison depuis l'appareil de destination.

3.4.69**ID unique**

identifiant attribué à un appareil, unique parmi toutes les instances des appareils conformes à la présente norme

3.5 Symboles et abréviations communs

NOTE De nombreux symboles et abréviations sont communs à plusieurs Types de protocole; ils ne sont pas forcément utilisés par tous les Types de protocole.

3.5.1 Unités de données

3.5.1.1	DLPDU	DL-protocol data unit (unité de données de protocole DL)
3.5.1.2	DLSDU	DL-service data unit (unité de données de service DL)
3.5.1.3	PhIDU	Ph-interface data unit (unité de données d'interface Ph)
3.5.1.4	PhPDU	Ph-protocol data unit (unité de données de protocole Ph)

3.5.2 Divers

3.5.2.1	DL-	Data link layer (couche liaison de données) (utilisé comme préfixe)
3.5.2.2	DLCEP	DL-connection endpoint (point d'extrémité de connexion DL)
3.5.2.3	DLE	DL-entity (entité DL) (instance active locale de la couche liaison de données)
3.5.2.4	DLL	DL-layer (couche DL)
3.5.2.5	DLM-	DL-management (gestion DL) (utilisé comme préfixe)
3.5.2.6	DLMS	DL-management-service (service de gestion de DL)
3.5.2.7	DLS	DL-service (service DL)
3.5.2.8	DLSAP	DL-service access point (point d'accès au service DL)
3.5.2.9	FIFO	first-in first-out (premier entré, premier sorti) (méthode de mise en file d'attente)
3.5.2.10	LLC	logical link control (contrôle de liaison logique)
3.5.2.11	MAC	medium access control (contrôle d'accès au support physique)
3.5.2.12	OSI	open systems interconnection (interconnexion de systèmes ouverts)
3.5.2.13	Ph-	physical layer (couche physique) (utilisée comme préfixe)
3.5.2.14	PhE	Ph-entity (entité Ph) (instance active locale de la couche physique)
3.5.2.15	PhL	Ph-layer (couche Ph)
3.5.2.16	PhS	Ph-service (service Ph)
3.5.2.17	PhSAP	Ph-service access point (point d'accès au service Ph)
3.5.2.18	QoS	quality of service (qualité de service)

3.6 Symboles et abréviations supplémentaires de Type 20

ACK	Acknowledge (Acquittement)
AE	Application entity (Entité d'application)
AL	Application layer (couche application)
AP	Application process (processus d'application)
APDU	Application protocol data unit (unité de données de protocole d'application)
APO	Application Object (objet d'application)
AR	Application relationship (relation entre applications)
AREP	Application relationship endpoint (point d'extrémité de relation entre applications)
ARPM	Application Relationship Protocol Machine (machine protocolaire de relation entre applications)
ASCII	American Standard Code for Information Interchange (Code normalisé américain pour l'échange d'informations)
ASE	Application Service Element (élément de service d'application)
AWG	American Wire Gage
BACK	Burst acknowledge (acquiescement par salve)
Bps	Bits par seconde
DAQ	Data acquisition (acquisition de données)
DL-	Data link (Couche liaison de données) (utilisée comme préfixe)
DLE	DL-entity (Entité DL) (instance active locale de la couche liaison de données)
DLL	Data link layer (couche liaison de données)
DLM	DL management (gestion DL)
DLMS	DL management service (service de gestion DL)
DLPDU	Data link protocol data unit (unité de données de protocole de liaison de données)
DLS	DL service (service DL)
DLSDU	DL service data unit (unité de données de service DL)
DR	Delayed response (réponse retardée)
DRM	Delayed response mechanism (Mécanisme de réponse retardée)
DUT	Device under test (appareil en essai)
EMI	Electro-magnetic interference (brouillage électromagnétique)
FAL	Fieldbus application layer (couche application de bus de terrain)
FSK	Frequency shift keying (modulation par déplacement de fréquence)
FSMP	FAL Service Protocol Machine (machine protocolaire de service FAL)
HCF	HART™ Communication Foundation
ID	Identifiant
LLC	Logical link control (contrôle de liaison logique)
LRV	Low range value (Valeur de plage basse)
LSB	Least significant byte (octet de poids faible)
MAC	Medium Access Control (contrôle d'accès au support)
MSB	Most significant byte (octet de poids fort)
PDU	Protocol Data Unit (unité de données de protocole)

PhL-	Physical layer (couche physique) (utilisé comme préfixe)
PhE	PhL-entity (entité Ph) (instance locale active de la couche physique)
PhPDU	PhL-protocol-data-unit (unité de données de protocole PhL)
PhS	Physical layer service (service de couche physique)
PhSDU	Physical layer service data Unit (unité de données de service de couche physique)
PV	Primary variable (variable primaire)
QV	Quaternary variable (variable quaternaire)
RMS	Root mean square (moyenne quadratique: valeur efficace)
SN	Sign bit (bit de signature)
SOM	Start of message (début de message)
SOP	Standard Operating Procedure (Procédure normalisée d'utilisation)
STX	Start of transaction (Début de transaction)
SV	Secondary variable (Variable secondaire)
TV	Tertiary variable (variable tertiaire)
URV	Upper range value (valeur de plage supérieure)
VFD	Virtual field appareil (appareil de terrain virtuel)

4 Spécification du protocole de couche liaison de données

4.1 Présentation

La DLL est modélisée sous la forme d'

- un contrôle de liaison logique (LLC) de sous-couche supérieure, et
- un contrôle d'accès au support (MAC) de sous-couche inférieure.

Les fonctions de gestion DL interagissent avec toutes les sous-couches.

La sous-couche LLC produit la fonctionnalité de niveau supérieur de

- gestion de toutes les interactions DLE avec l'utilisateur de DLS, conversion de toutes les primitives de demande et de réponse d'utilisateur de DLS dans la séquence nécessaire d'opérations DLE et génération d'indication d'utilisateur de DLS et confirmer les primitives, le cas échéant;
- préparation de la DLPDU pour transmission;
- analyse de la DLPDU reçue; et
- détection d'erreur.

La sous-couche de contrôle d'accès au support (MAC) permet la coexistence d'un maître primaire actif unique (c'est-à-dire, initiation des transactions), un maître secondaire actif unique conjointement avec un appareil esclave en mode slave actif unique. Elle ne permet pas que plus d'un de chacun des types d'appareil soit actif simultanément. Les appareils esclaves sont passifs (c'est-à-dire qu'ils n'initient pas des transactions) et plusieurs peuvent être actifs sur une liaison. Le protocole MAC permet un accès égal au support par le maître primaire, le maître secondaire et un appareil en mode slave. L'accès au support est contrôlé en passant un jeton (implicite) et les minuteurs pour surveiller l'utilisation du jeton. Le passage du jeton est indiqué par le type de la DLPDU et l'adresse du maître. L'opération MAC appropriée dépend de l'identification de:

- l'activité sur le réseau,

- le type de DLPDU et l'adresse du maître pour déterminer le passage du jeton, et
- la fin d'une DLPDU pour savoir quand commencer une transmission.

Les valeurs du minuteur de surveillance de liaison sont différentes pour chaque maître pour assurer que le maître primaire a accès en premier au réseau.

4.2 Paramètres, minuteurs et variables

4.2.1 Paramètres

4.2.1.1 Hold time (temps de maintien) (HOLD)

Temps maximal autorisé pour qu'un appareil maître commence sa transmission après avoir reçu le jeton. Ce temps est mesuré de la fin de la réception de DLPDU ACK ou BACK au moment auquel le maître commence à envoyer le préambule de sa DLPDU STX.

4.2.1.2 Slave time out (Délai d'attente d'esclave) (STO)

Temps maximal autorisé pour qu'un appareil esclave commence sa transmission après avoir reçu le jeton. Ce temps est mesuré de la fin de la réception de DLPDU STX au moment auquel l'esclave commence à envoyer le préambule de sa DLPDU ACK de réponse.

4.2.1.3 Link quiet time (Temps de silence de liaison) (RT1)

Durée maximale pendant laquelle une liaison peut être inactive en l'absence de défaillance. La valeur de ce paramètre de temps doit être telle qu'une transmission de DLPDU de réponse depuis un esclave puisse être détectée par un maître dans ce délai à partir de la fin de la DLPDU de demande. Sa valeur minimale est STO plus les délais de désactivation et d'activation de porteuse et le retard de détection d'activité de support au niveau de l'appareil maître de destination.

Elle est utilisée par l'appareil maître pour récupérer le jeton, si l'esclave répondeur prévu n'existe pas ou s'il n'utilise pas le jeton. Sa valeur pour le maître primaire RT1 (principal) doit être inférieure à sa valeur pour le maître secondaire RT1 (secondaire). Le maître secondaire récupère le jeton uniquement si le maître primaire a échoué.

4.2.1.4 Link grant time (Temps d'autorisation de liaison) (RT2)

Durée maximale pendant laquelle une liaison peut être inactive lorsqu'un jeton est passé d'un appareil esclave à l'appareil maître en utilisant une DLPDU ACK ou BACK. La valeur de ce paramètre de temps doit être telle qu'une transmission depuis le maître de maintien de jeton puisse être détectée par l'autre maître dans ce temps. Sa valeur minimale est HOLD plus les délais de désactivation et d'activation de porteuse et le retard de détection d'activité de support au niveau de l'appareil maître de destination. Elle est utilisée par l'appareil maître pour récupérer le jeton, si le maître de maintien de jeton n'existe pas ou s'il n'utilise pas le jeton.

4.2.1.5 Retry limit (Limite de nouvelle tentative)

Si le maître ne reçoit pas une réponse valide depuis l'appareil esclave adressé pour une demande envoyée à celui-ci par l'appareil maître, l'appareil maître effectue une nouvelle tentative de la demande. Ce paramètre spécifie le nombre maximal de nouvelles tentatives que le maître est tenu d'effectuer.

4.2.2 Minuteurs

4.2.2.1 Tx timer (Minuteur Tx)

Ce minuteur est utilisé pour mesurer le temps restant de la fin de réception du jeton jusqu'au temps auquel l'appareil est tenu de commencer la transmission. Ce minuteur est défini à une

valeur égale à STO par l'appareil esclave lorsqu'il reçoit le jeton. Ce minuteur est défini à une valeur égale à HOLD par l'appareil maître lorsqu'il reçoit ou suppose le jeton. Ce minuteur commence le décompte s'il est défini à une valeur différente de zéro. Il s'arrête lorsqu'il atteint zéro et génère un événement de "Tx time-out" (délai d'attente Tx).

4.2.2.2 Burst timer (Minuteur de salve)

Ce minuteur est utilisé pour mesurer le temps restant de la fin d'une transmission ou réception au moment auquel l'appareil esclave en mode salve est tenu de commencer la transmission. Ce minuteur est défini à une valeur égale à RT2 ou RT1 (Primary) par l'appareil esclave. Ce minuteur commence le décompte s'il est défini à une valeur différente de zéro tant qu'il n'y a pas d'activité de liaison. Il s'arrête lorsqu'il atteint zéro et génère un événement de "délai d'attente de salve". S'il y a une activité de liaison, il est réinitialisé à zéro et s'arrête, mais ne génère aucun événement.

4.2.2.3 Recovery timer (Minuteur de récupération)

Ce minuteur est utilisé par un appareil maître pour surveiller la liaison pour détecter l'absence d'activité. Ce minuteur est défini à une valeur égale à RT1 (Primary) ou RT1 (Secondary) par l'appareil maître. Ce minuteur commence le décompte s'il est défini à une valeur différente de zéro tant qu'il n'y a pas d'activité de liaison. Il s'arrête lorsqu'il atteint zéro et génère un événement de délai d'attente de récupération. S'il y a une activité de liaison, il est réinitialisé à zéro et s'arrête, mais ne génère aucun événement.

4.2.3 Variables

4.2.3.1 Burst mode (mode salve)

Cette variable est utilisée par un appareil maître pour noter le mode d'accès au support du réseau. Elle est utilisée par un appareil esclave pour noter le mode de l'appareil. Ses valeurs sont TRUE (activé) ou FALSE (désactivé).

NOTE Pour un fonctionnement correct du réseau, un seul appareil peut avoir le paramètre Burst mode TRUE.

4.2.3.2 Message pending (message en attente)

Cette variable est utilisée par un appareil maître pour noter s'il y a une demande DL-DATA-EXCHANGE (échange de données DL) en attente. Ses valeurs sont TRUE ou FALSE.

4.2.3.3 Retry count (Compteur de nouvelle tentative)

Cette variable est utilisée par un appareil maître pour noter le nombre de nouvelles tentatives qui ont été effectuées pour une demande de DL-DATA-EXCHANGE (échange de données DL) en attente.

4.3 Contrôle de liaison logique

4.3.1 Structure DLPDU générale

4.3.1.1 Présentation

La Figure 2 représente la structure de DLPDU commune. La DLE doit transmettre les octets à la couche physique dans la même séquence que celle décrite sur la figure. L'octet le plus fort d'un champ multi-octets doit être transmis en premier.

Chaque DLPDU doit être constituée des champs suivants dans la séquence décrite ci-dessous:

- un délimiteur de 1 octet,
- l'adresse de source et de destination sous la forme d'un champ d'une longueur de 1 octet ou 5 octets,

- Champ d'extension de zéro à trois octets de longueur,
- les données utiles de DLL, et
- une somme de contrôle de 1 octet.

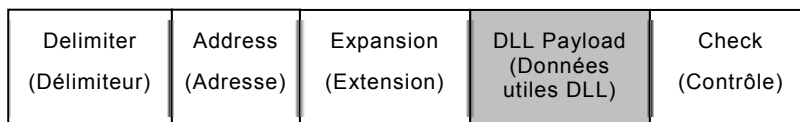
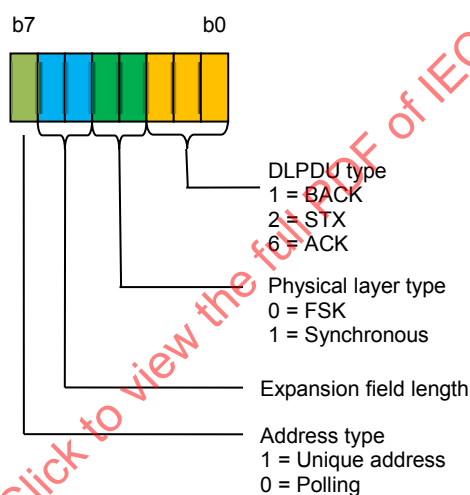


Figure 2 – Structure de DLPDU

4.3.1.2 Champs de DLPDU

4.3.1.2.1 Champ Delimiter (délimiteur)

Ce champ comporte plusieurs sous-champs comme représenté à la Figure 3 et il spécifie la structure d'autres champs de la DLPDU.



Légende

Anglais	Français
DLPDU type	Type de DLPDU
Physical layer type	Type de couche physique
Synchronous	Synchrone
Expansion field length	Longueur de champ d'extension
Address type	Type d'adresse
Unique address	Adresse unique
Polling	Interrogation

Figure 3 – Structure de délimiteur

Les différents sous-champs sont spécifiés ci-dessous.

- a) Le bit 7 spécifie le type et la longueur du champ d'adresse:
 - 0: Adresse d'interrogation de 1 octet de longueur,
 - 1: Adresse unique de 5 octets de longueur.
- b) Les bits 6 et 5 codent la longueur du champ d'extension en utilisant un nombre binaire de 2 bits.

- c) Les bits 4 et 3 indiquent le Physical layer type (type de couche physique). Pour la présente norme qui utilise une couche physique FSK, la valeur de ce sous-champ doit être "00".
- d) Les bits 3 à 0 codent pour le type de DLPDU en utilisant un nombre binaire de 3 bits. Sa valeur doit être:
- 1: DLPDU BACK,
 - 2: DLPDU STX,
 - 6: DLPDU ACK.

4.3.1.2.2 Champ d'adresse

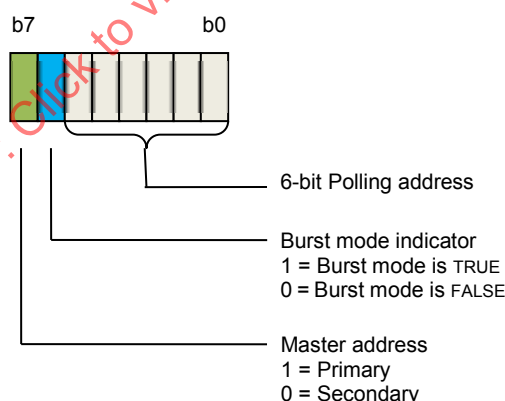
Combinaison des adresses de source et de destination. Le champ d'adresse peut être de 1 octet en utilisant l'adresse d'interrogation ou de 5 octets en utilisant l'adresse unique. Pour toutes les DLPDU, l'appareil maître est la source ou la destination; et un appareil esclave est la destination ou la source.

Si le délimiteur spécifie l'adresse d'interrogation, la structure de champ d'adresse doit être telle que représentée à la Figure 4. Si le délimiteur spécifie l'adresse ID unique, la structure du champ d'adresse doit être telle que représentée à la Figure 5.

Le bit 7 dans l'adresse de 1 octet et le bit 39 dans l'adresse de 5 octets doit être l'adresse de l'appareil maître:

- 1: Primary (primaire),
- 0: Secondary (secondaire).

Le bit 6 dans l'adresse de 1 octet et le bit 38 dans l'adresse de 5 octets doit indiquer le mode salve de l'appareil esclave. Si Burst mode est TRUE dans l'appareil, ce bit doit être défini à "1".



Légende

Anglais	Français
6 bit polling address	Adresse d'interrogation de 6 bits
Burst mode indicator	Indicateur de mode salve
Burst mode is TRUE	Mode salve est VRAI
Burst mode is FALSE	Mode salve est FAUX
Master address	Adresse du maître
Primary	Adresse primaire
Secondary	Adresse secondaire

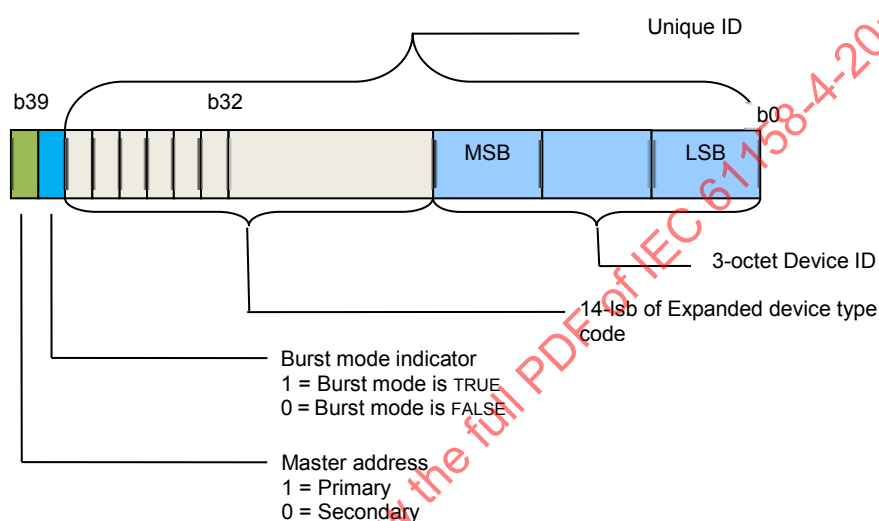
Figure 4 – Construction de champ d'adresse de 1 octet

Les bits 5 à 0 de l'adresse à 1 octet doivent être définis comme étant l'adresse d'interrogation de l'appareil esclave. L'adresse d'interrogation de 6 bits est une adresse attribuée à un appareil réseau spécifique. Il est nécessaire qu'elle soit unique dans le réseau auquel l'appareil est connecté.

Il convient de réserver la valeur d'adresse d'interrogation 63 pour utilisation par les systèmes E/S.

Si le délimiteur spécifie l'adresse unique, les bits 37 à 0 de l'adresse de 5 octets doivent être définis aux 38 moindres bits de l'ID unique. L'ID unique doit être une concaténation du code de type d'appareil étendu et l'ID d'appareil de 3 octets.

NOTE Il est impossible que deux appareils conformes à la présente norme aient un ID unique identique.



Légende

Anglais	Français
Unique ID	ID unique
MSB ; LSB	MSB (octet de poids fort) ; LSB (octet de poids faible)
3 octet Device type	Type d'appareil de trois octets
14 lsb expanded device type code	Code de type d'appareil étendu de 14 LSB
Burst mode indicator	Indicateur de mode salve
Burst mode is TRUE	Mode salve est VRAI
Burst mode is FALSE	Mode salve est FAUX
Master address	Adresse du maître
Primary	Primaire
Secondary	Secondaire

Figure 5 – Construction de champ d'adresse de 5 octets

Le code de type d'appareil étendu doit être attribué de façon unique pour des appareils conformes à la présente norme. À chaque appareil fabriqué avec le code de type d'appareil étendu doit être attribué un ID d'appareil qui est unique pour toutes les instances de ce type d'appareil.

Une adresse de diffusion doit être une adresse de 5 octets avec tous les zéros en tant que valeur de l'adresse unique.

4.3.1.2.3 Champ Expansion (extension)

Ce champ est réservé à un usage ultérieur. La DLE doit définir la valeur de ce champ avec des zéros pour la transmission d'une DLPDU. Si une DLPDU est reçue avec une valeur non-zéro de ce champ, la DLE doit ignorer la DLPDU reçue.

4.3.1.2.4 DLL payload (données utiles DLL)

Ce champ contient l'APDU tel que spécifié en 5.2 de la CEI 61158-6-20 et représenté à la Figure 6. La DLE doit utiliser le champ Octet count (compteur d'octet).

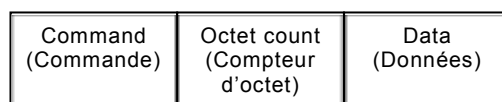


Figure 6 – Format d'APDU

Le champ Command est un nombre binaire d'un octet. Octet count est le nombre d'octets dans le champ Data et sa valeur peut être de 0 à 255. Le champ Data contient les données d'utilisateur de couche d'application. Si le type de DLPDU est ACK ou BACK, la longueur prévue du champ de données est d'au moins deux.

NOTE Pour les DLPDU ACK ou BACK, si le bit le plus significatif (c'est-à-dire, le bit 7) du premier octet de données est "1", cet octet contient des informations d'erreur de communication. La DLE peut utiliser ces informations.

4.3.1.2.5 Champ Check (de contrôle)

La valeur d'octet Check (contrôle) est calculée sous la forme d'un OU exclusif au niveau du bit de tous les octets de la DLPDU commençant par un délimiteur et se terminant par le dernier octet de données. Ce champ d'un octet de longueur est utilisé pour la détection d'erreur.

4.3.2 Codage et procédures spécifiques au DLPDU

4.3.2.1 DLPDU STX

4.3.2.1.1 Envoi de DLPDU STX

Si la DLE reçoit une demande DL-DATA-EXCHANGE au niveau de l'appareil maître, elle doit préparer une DLPDU STX pour transmission, définir une variable de message en attente à TRUE et le compteur de nouvelle tentative à zéro. Le champ Delimiter (délimiteur) doit être défini comme spécifié en 4.3.1.2.1. L'indicateur de mode save tel que spécifié en 4.3.1.2.2 doit être défini à "0". L'adresse de maître doit être définie pour indiquer le rôle de l'appareil maître: primaire ou secondaire. Le sous-champ restant du champ d'adresse doit être défini comme étant l'adresse de destination dans la primitive de demande.

Après avoir envoyé une DLPDU STX, le maître doit attendre la DLPDU de réponse. Si la réponse n'est pas une DLPDU ACK ou s'il n'y a pas de réponse pendant la durée $Rt1$, le maître doit tenter à nouveau d'envoyer une DLPDU STX. Si, après un nombre de nouvelles tentatives égal à Retry limit, la réponse échoue, la DLE doit retourner une primitive de confirmation DL-DATA-EXCHANGE indiquant l'erreur.

Si la demande DL-DATA-EXCHANGE est reçue à une DLE esclave, elle doit être rejetée.

4.3.2.1.2 Réception de DLPDU STX

Si un appareil esclave reçoit une DLPDU STX sans erreur de communication comme spécifié en 4.3.4 et si le champ d'adresse dans la DLPDU reçue est celle de l'esclave, la DLE doit

transférer la DLSDU contenue dans cette DLPDU comme faisant partie de l'indication DL-DATA-EXCHANGE. Voir 4.4.7 pour la procédure et le diagramme d'états pour recevoir une DLPDU STX.

4.3.2.2 DLPDU ACK

4.3.2.2.1 Envoi de DLPDU ACK

Si la DLE reçoit une réponse de DL-DATA-EXCHANGE au niveau de l'appareil esclave, elle doit préparer une DLPDU ACK pour transmission. Si la DLE reçoit une DLPDU STX avec une erreur de communication et qu'il est nécessaire d'envoyer une réponse comme spécifié en 4.3.5, elle doit préparer une DLPDU ACK pour transmission.

Le champ Delimiter (délimiteur) doit être défini comme spécifié en 4.3.1.2.1. L'indicateur de mode salve tel que spécifié en 4.3.1.2.2 doit être défini au mode salve de l'appareil esclave. Les sous-champs restants du champ d'adresse doivent être définis à l'adresse de maître et de destination dans la DLPDU STX reçue correspondant à la primitive d'indication.

NOTE L'ACK est transmis par l'appareil esclave. La transmission d'une DLPDU ACK par le maître est une erreur de protocole.

Le champ DLL Payload (données utiles DLL) dans la DLPDU ACK doit être d'au moins 4 octets de longueur.

Si la réponse DL-DATA-EXCHANGE est reçue à une DLE maître, elle doit être rejetée.

4.3.2.2.2 Réception de DLPDU ACK

Si la DLE maître attend la DLPDU ACK, elle doit traiter le contenu de la DLPDU. S'il n'y a pas d'erreur, la DLE doit retourner une primitive de conformation DL-DATA-EXCHANGE avec la DLSDU reçue et un statut égal au succès. Si l'ACK de réponse indique une erreur de communication, le maître doit effectuer une nouvelle tentative d'envoi de la DLPDU STX. Si, après un nombre de nouvelles tentatives égal à la limite de tentatives, la réponse n'est pas reçue ou s'il y a une erreur de réception, la DLE doit retourner une primitive de confirmation DL-DATA-EXCHANGE avec un statut égal à une erreur "No response" (pas de réponse).

4.3.2.3 DLPDU BACK

4.3.2.3.1 Envoi de DLPDU BACK

Si la DLE est prête à transmettre une réponse en mode salve, elle doit préparer une DLPDU BACK pour transmission. Le champ Delimiter (délimiteur) doit être défini comme spécifié en 4.3.1.2.1. L'indicateur de mode salve tel que spécifié en 4.3.1.2.2 doit être défini à "1". Le sous-champ de maître doit être défini alternativement à "1" et "0" dans les DLPDU successives. Le sous-champ restant du champ d'adresse doit être défini à l'ID unique de l'appareil esclave. Le champ DLL payload (données utiles DLL) doit être la mémoire tampon qui contient la DLSDU écrite par un service de demande DL-CYCLIC-DATA. Si cette mémoire tampon n'a pas été mise à jour depuis la dernière transmission de la DLPDU BACK, le champ de code Response (réponse) du DLSDU doit être modifié au code "Update failure" (échec de mise à jour). Le premier octet du sous-champ Data (données) comme décrit à la Figure 6 est le sous-champ de code Response (réponse).

NOTE Le BACK est transmis par l'appareil esclave. La transmission d'une DLPDU BACK par le maître est une erreur de protocole.

Le champ DLL Payload (données utiles DLL) dans la DLPDU BACK doit être d'au moins 4 octets de longueur.

Le champ DLPDU BACK doit être transmis comme spécifié en 4.4.7.

4.3.2.3.2 Réception de DLPDU BACK

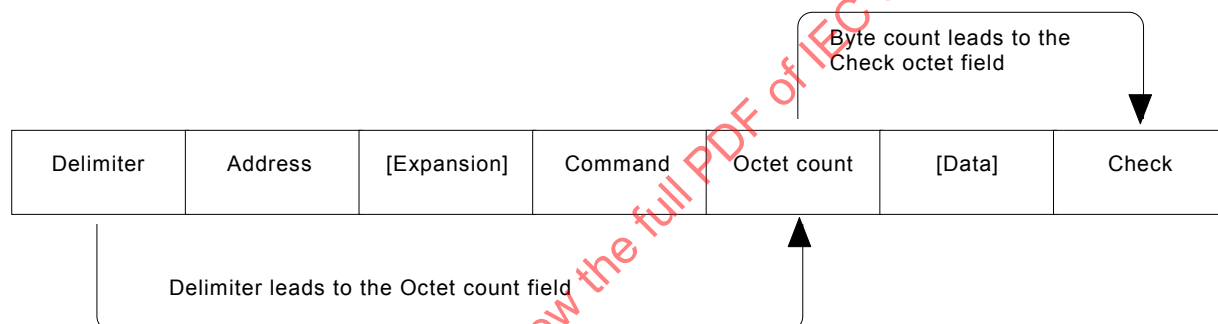
La DLE maître doit traiter le contenu de la DLPDU BACK. S'il n'y a pas d'erreur, la DLE doit retourner une primitive d'indication DL-CYCLIC-DATA avec la DLSDU reçue et un statut égal au succès. Si le BACK indique une erreur, la DLE doit retourner une primitive d'indication DL-CYCLIC-DATA avec le statut d'erreur.

4.3.3 Définition de trame

Pendant la réception, le début d'une DLPDU est indiqué par le champ Delimiter (délimiteur). La fin de la réception est indiquée par le plus précoce des deux événements suivants:

- l'indication PH-END
- la réception d'un octet Check (contrôle).

La DLE doit utiliser le champ Delimiter (délimiteur) pour déterminer la position du champ Octet count (compteur d'octet) dans la DLPDU. Elle doit utiliser le compteur d'octet dans les données utiles DLL comme spécifié en 4.3.1.2.4 et représenté à la Figure 7 pour déterminer la position de l'octet Check (contrôle) dans la DLPDU.



Légende

Anglais	Français
Byte count leads to the check octet field	Compteur d'octet conduit au champ de l'octet Contrôle
Delimiter	Délimiteur
Expansion	Extension
Command	Commande
Octet count	Compteur d'octet
Data	Données
Check	Contrôle
Delimiter leads to the octet count field	Délimiteur conduit au champ du compteur d'octet

Figure 7 – Définition de trame DLPDU

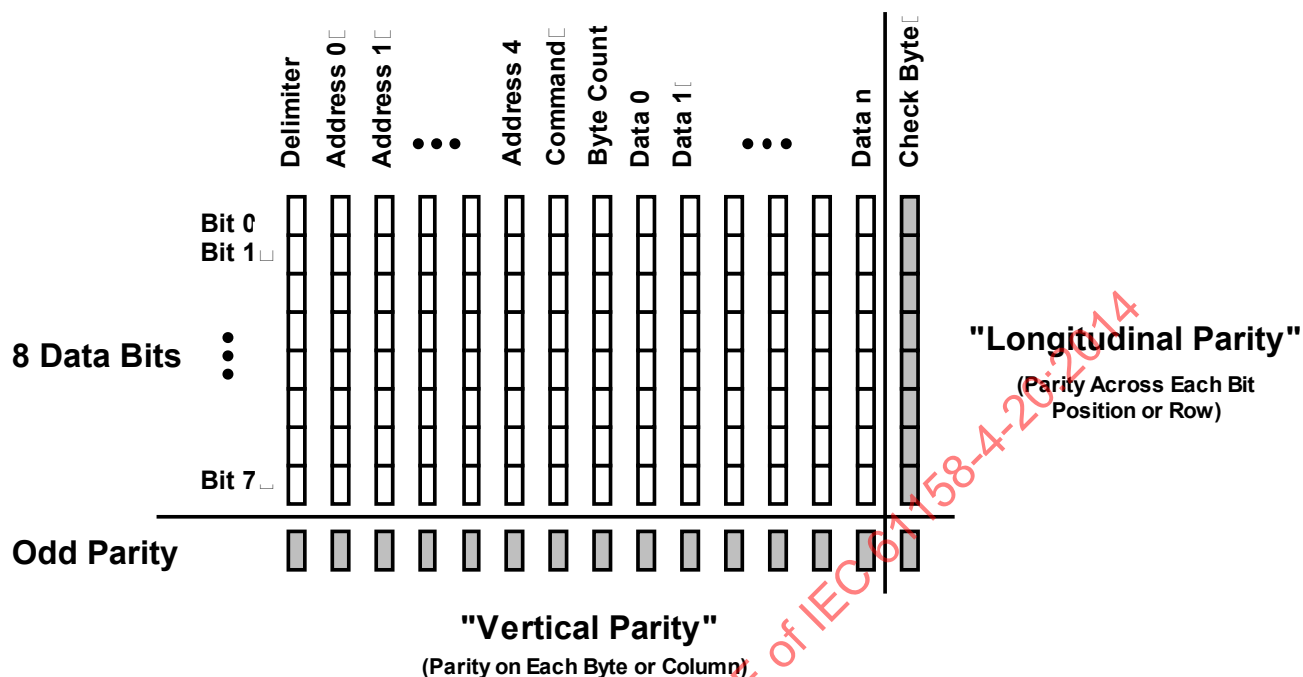
4.3.4 Détection des erreurs

Pour effectuer la détection d'erreur, la présente norme utilise un schéma de codage de contrôle de parité unique dans la PhL – voir CEI 61158-2, "Format de caractère". Cela permet le contrôle de parité dans deux dimensions:

- entre les bits dans un octet unique dans la PhPDU,
- entre les positions de bit dans la DLPDU.

Ces deux dimensions de contrôle de parité sont décrites sur la Figure 8. Chaque octet comprenant l'octet Check (contrôle) est constitué de 8 bits plus un bit de parité impaire (parité

verticale). Il représente l'organisation des octets individuels dans une DLPDU d'adresse longue.



Légende

Anglais	Français
8 data bits	8 bits de données
Odd parity	Parité impaire
"Longitudinal Parity"	"Parité longitudinale"
(Parity across each bit Position or Row)	(parité entre chaque position de bit ou ligne)
"Vertical Parity" (Parity on each byte or Column)	"Parité verticale" (parité sur chaque octet ou colonne)
Check byte	octet de contrôle
Byte count	compteur d'octet

Figure 8 – Détection de parité bidimensionnelle

La deuxième dimension de détection des erreurs est générée par un "OU exclusif" de tous les octets du délimiteur jusqu'au dernier octet de DLL payload (données utiles DLL) inclus (parité longitudinale). Le résultat est transmis en tant que dernier octet (c'est-à-dire, le champ Check (contrôle)) de la DLPDU. Pendant la réception, un OU exclusif au niveau du bit de tous les octets reçus, commençant au champ Delimiter (délimiteur) et comprenant l'octet Check (contrôle) doit être effectué. Si le résultat est hexadécimal "0x00", il n'y a pas d'erreur dans la réception.

4.3.5 Réponse d'esclave à une erreur de communication

Des erreurs de communication pourraient se produire dans une partie quelconque de la DLPDU. En conséquence, la réponse de l'appareil esclave dépend du champ dans la DLPDU dans lequel l'erreur a été détectée. Le Tableau 1 résume l'action d'esclave requise après la détection d'une erreur de communication dans un champ particulier.

Tableau 1 – Réponse d'esclave à une erreur de communication

Champ de DLPDU de récepteur en erreur	Réponse d'appareil esclave
Delimiter	La définition de trame de la DLPDU doit être abandonnée. Si l'esclave est en mode salve, le minuteur de salve Burst timer doit être défini à RT1 (Primary). Aucune réponse ne doit être générée.
Address	La DLPDU doit être traitée comme si elle était adressée à un autre appareil. Aucune réponse ne doit être générée.
Expansion	Si l'esclave est en mode salve, le minuteur de salve Burst timer doit être défini à RT1 (Primary). Si le champ Expansion (extension) affecte l'adressage, aucune réponse ne doit être générée. Si l'appareil esclave n'utilise pas le champ Expansion (extension), aucune réponse ne doit être générée.
Command	L'appareil doit envoyer la réponse. La DLPDU de réponse doit être constituée de la commande que l'esclave a détectée et l'octet d'état d'erreur de communication doit indiquer l'erreur appropriée. Aucune donnée ne doit être retournée.
Octet count	La définition de trame de la DLPDU doit être abandonnée. Si l'esclave est en mode salve, puis le minuteur de salve Burst timer doit être défini à RT1 (Primary). Aucune réponse ne doit être générée.
Data	L'appareil doit envoyer une réponse. La réponse doit indiquer l'erreur appropriée dans l'octet d'état d'erreur de communication. Aucune donnée ne doit être retournée.
Check	L'appareil doit envoyer une réponse. La réponse doit indiquer l'erreur appropriée dans l'octet d'état d'erreur de communication. Aucune donnée ne doit être retournée.

Si l'indication PH-END est reçue avant la fin de l'octet Check (contrôle), la DLPDU reçue doit être ignorée et aucune réponse ne doit être générée. Si l'indication PH-DATA avec un état d'erreur de réception de données discontinuée est reçue, la DLPDU reçue doit être ignorée et aucune réponse ne doit être générée.

Si la DLE est tenue d'envoyer la réponse, les données utiles DLL doivent être telles que décrites sur la Figure 9. La valeur du champ Command number (numéro de commande) doit être identique au premier octet des données utiles DLL dans la DLPDU STX reçue. Le code d'erreur de communication doit être comme décrit dans le Tableau 2. Le statut de processus d'application doit être le statut courant comme décrit dans le Tableau 3 de la CEI 61158-26-20.

Command number	Octet count = '2'	Communication error code	Application process status
----------------	-------------------	--------------------------	----------------------------

Légende

Anglais	Français
Command number	Numéro de commande
Octet count	Compteur d'octet
Communication error code	Code d'erreur de communication
Application process status	Statut de processus d'application

Figure 9 – Données utiles DLL de réponse d'erreur de communication