

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 4-18: Data-link layer protocol specification – Type 18 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 4-18: Spécification des protocoles des couches de liaison de données –
Éléments de Type 18**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 4-18: Data-link layer protocol specification – Type 18 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 4-18: Spécification des protocoles des couches de liaison de données –
Éléments de Type 18**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 25.040.40; 35.100.20

ISBN 978-2-8322-1945-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
1.1 General.....	8
1.2 Specifications.....	8
1.3 Procedures.....	8
1.4 Applicability.....	9
1.5 Conformance.....	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions	9
3.1 Reference model terms and definitions.....	9
3.2 Type 18: Symbols.....	10
3.3 Type 18: Additional conventions.....	11
4 DL-protocol overview.....	11
4.1 Introduction	11
4.2 Polled DLE classes	11
4.3 Packed DLE classes.....	11
5 DLPDU encoding and transmission.....	11
5.1 DL – PhL interface	11
5.2 DLPDU transmission encoding.....	12
6 DLPDU – basic structure.....	15
6.1 Overview.....	15
6.2 Address field.....	15
6.3 Status field.....	16
6.4 Data field.....	18
7 DLPDU – Detailed structure, segmenting and reassembly	20
8 Data transmission methods.....	24
8.1 Overview.....	24
8.2 Master-polled method.....	24
8.3 Level A slave-polled method.....	25
8.4 Level B slave-polled method.....	26
8.5 Level C slave-polled method	26
8.6 Master-packed method.....	27
8.7 Slave-packed method.....	28
9 DL-management – procedures.....	29
9.1 Overview	29
9.2 Establish master-polled DLE procedure.....	29
9.3 Establish slave-polled DLE procedure	30
9.4 Establish master-packed DLE procedure.....	32
9.5 Establish slave-packed DLE procedure	33
9.6 Release connection procedure	34
9.7 Suspend connection procedure	34
9.8 Resume connection procedure	34
9.9 Activate standby Master procedure.....	35
Bibliography.....	36

Figure 1 – HDLC flag	12
Table 1 – HDLC convention summary	13
Table 2 – HDLC exception summary	14
Table 3 – Master-polled DLE address octet 0	15
Table 4 – Slave-polled DLE address octet 0	15
Table 5 – Master-packed DLE address octet 0	16
Table 6 – Master-polled DLE status octet 0	16
Table 7 – Master-polled DLE status octet 1	17
Table 8 – Slave-polled DLE status octet 0	17
Table 9 – slave-polled DLE status octet 1	18
Table 10 – Slave-packed DLE status	18
Table 11 – DLPDU – Master-polled DLE acyclic data field	19
Table 12 – DLPDU – Slave-polled DLE acyclic data field	20
Table 13 – Example master-polled DLE RY contiguous data field	21
Table 14 – Example slave-polled DLE RX contiguous data field	21
Table 15 – Example master-polled DLE RWw contiguous data field	21
Table 16 – Example slave-polled DLE RWr contiguous data field	21
Table 17 – Bit-oriented segment header	22
Table 18 – Polled DLE acyclic segment number field	23
Table 19 – Slave-polled DLE acyclic data type and sequence field	23
Table 20 – DLPDU – Polled class poll with data	24
Table 21 – Slave-polled DLE response timeout	24
Table 22 – DLPDU – Poll	25
Table 23 – DLPDU – End of cycle	25
Table 24 – slave-polled DLE request timeout	25
Table 25 – DLPDU – Level A poll response	26
Table 26 – DLPDU – Level B poll response	26
Table 27 – DLPDU – Level C poll response	27
Table 28 – DLPDU – Packed class poll with data	27
Table 29 – Slave-packed DLE response timeout	27
Table 30 – Slave-packed DLE request timeout	28
Table 31 – DLPDU – Packed class poll response	28
Table 32 – Slave-packed DLE time constraints	29
Table 33 – DLPDU – Poll with test data	29
Table 34 – Slave-polled DLE response timeout	30
Table 35 – DLPDU – Poll test	30
Table 36 – Slave-polled DLE request timeout	30
Table 37 – DLPDU – Poll test response	31
Table 38 – Slave-polled DLE configuration parameter	31
Table 39 – DLPDU – Baud rate synchronization	32
Table 40 – DLPDU – Poll test	32
Table 41 – Slave-packed DLE response timeout	32

Table 42 – Slave-packed DLE number of occupied DLE station slots	33
Table 43 – Slave-packed DLE baud rate synchronization timeout	33
Table 44 – Slave-packed DLE Master timeout.....	34
Table 45 – DLPDU – Packed poll test response	34

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-18:2007

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELD BUS SPECIFICATIONS –

Part 4-18: Data-link layer protocol specification – Type 18 elements

FOREWORD

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

NOTE Use of some of the associated protocol types is restricted by their intellectual-property-right holders. In all cases, the commitment to limited release of intellectual-property-rights made by the holders of those rights permits a particular data-link layer protocol type to be used with physical layer and application layer protocols in Type combinations as specified explicitly in the IEC 61784 series. Use of the various protocol types in other combinations may require permission from their respective intellectual-property-right holders.

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

Type 18 and possibly other Types:

3343036/Japan	[MEC]	"Network System for a Programmable Controller"
5896509/USA	[MEC]	"Network System for a Programmable Controller"
246906/Korea	[MEC]	"Network System for a Programmable Controller"
Pending/Germany	[MEC]	"Network System for a Programmable Controller"

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

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

[MEC] Mitsubishi Electric Corporation
Corporate Licensing Division
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8310, Japan

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

International Standard IEC 61158-4-18 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This first edition and its companion parts of the IEC 61158-4 subseries cancel and replace IEC 61158-4:2003. This edition of this part constitutes a technical addition.

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

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

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

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

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

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

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 ISO/IEC Directives, Part 2.

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

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

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

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

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 4-18: Data-link layer protocol specification – Type 18 elements

1 Scope

1.1 General

The data-link layer provides basic time-critical messaging communications between devices in an automation environment.

This protocol provides communication opportunities to all participating data-link entities

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

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

1.2 Specifications

This part of IEC 61158 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) procedures for giving communications opportunities to all participating DL-entities, sequentially and in a cyclic manner for deterministic and synchronized transfer at cyclic intervals up to one millisecond;
- c) procedures for giving communication opportunities available for time-critical data transmission together with non-time-critical data transmission without prejudice to the time-critical data transmission;
- d) procedures for giving cyclic and acyclic communication opportunities for time-critical data transmission with prioritized access;
- e) procedures for giving communication opportunities based on standard ISO/ IEC 8802-3 medium access control, with provisions for nodes to be added or removed during normal operation;
- f) the structure of the fieldbus DLPDUs used for the transfer of data and control information by the protocol of this 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 part of IEC 61158 does not specify individual implementations or products, nor do they constrain the implementations of data-link entities within industrial automation systems.

There is no conformance of equipment to this data-link layer service definition standard. Instead, conformance is achieved through implementation of the corresponding data-link protocol that fulfills the Type 18 data-link layer services defined in this standard.

2 Normative references

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

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

IEC 61158-3-18, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-18: Data-link layer service definition – Type 18 elements*

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

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

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

3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions

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 additional terms:

3.1.1

DLE station identifier

network address assigned to a DLE

3.1.2

DLE station slot

unit (granularity of one) of position dependent mapping (for cyclic data field) of which a DLE may occupy one or more, delineated by the range beginning at the DLE station identifier with a length equal to the configured number of occupied slots

3.1.3

Master DLE

DLE that performs the functions of network master

3.1.4

Master-packed DLE

master DLE that uses the packed response access protocol

3.1.5

Master-polled DLE

master DLE that uses the polled response access protocol

3.1.6

Packed response

transmission of data managed by the process of a master broadcasting a trigger message whereupon each slave waits a time period unique to its DLE station identifier then transmits its response resulting in a time-sliced packing of all slave responses triggered by a single master request

3.1.7

Polled response

transmission of data managed by the process of a master individually interrogating each slave in a request/response paradigm

3.1.8

Slave DLE

DLE that performs the functions of network slave

3.1.9

Slave-packed DLE

slave DLE that uses the packed response access protocol

3.1.10

Slave-polled DLE

slave DLE that uses the polled response access protocol

3.2 Type 18: Symbols

Symbol	Definition
RX	DLS-user visible register containing bit-oriented cyclic data of type input data that is transmitted from a slave DLE to a master DLE
RY	DLS-user visible register containing bit-oriented cyclic data of type output data that is transmitted from a master DLE to a slave DLE
RWr	DLS-user visible register containing word-oriented cyclic data of type input data that is transmitted from a slave DLE to a master DLE
RWw	DLS-user visible register containing word-oriented cyclic data of type input data that is transmitted from a master DLE to a slave DLE

3.3 Type 18: Additional conventions

3.3.1 DLE support level

There are three levels of data transmission support for a DLE.

- Level A – supports only bit-oriented cyclic data transmission
- Level B – includes level A as well as word-oriented cyclic data transmission
- Level C – includes level B as well as acyclic data transmission

4 DL-protocol overview

4.1 Introduction

There are four classes of Type 18 DLE:

- a) Master-polled DLE
- b) Slave-polled DLE
- c) Master-packed DLE
- d) Slave-packed DLE.

Only the master DLE classes are able to initiate traffic. Slave DLEs only transmit in response to master DLE requests.

4.2 Polled DLE classes

A slave-polled DLE transmits a response immediately upon receipt of an explicitly coded poll request addressed to the slave-polled DLE from a master-polled DLE. The polled classes support both cyclic and acyclic data transport.

4.3 Packed DLE classes

A slave-packed DLE transmits a response after a unique time has elapsed following a receipt of an explicitly coded poll request broadcast from a master-packed DLE. This results in a time-sliced packing of all slave-packed DLE responses to a single master-packed DLE request. The packed classes support cyclic data transport only.

5 DLPDU encoding and transmission

5.1 DL – PhL interface

5.1.1 Overview

The polled DLE classes employ the Type 18 Ph-MDS standard type. The packed DLE classes employ the Type 18 Ph-MDS high-density type.

In order to effect transmission, reception and management via the PhE, the DLE assumes a requisite set of support services as described in the following subclauses.

5.1.2 Transmission

A Type 18 DLE uses the following procedure to transmit data:

- 1) Segment DLPDUs into PhSDUs (single bits) using the HDLC protocol specified in 5.1
- 2) PH-DATA request (START-OF-ACTIVITY)
- 3) PH-DATA request (PhSDU)

- 4) PH-DATA confirm (SUCCESS)
- 5) repeat steps (3) and (4)
- 6) PH-DATA request (END-OF-ACTIVITY).

The DLE must sustain a rate of PhS requests that supports the configured baud rate as regulated by the PH-DATA success confirmation.

5.1.3 Reception

A Type 18 DLE uses the following procedure to receive data:

- 1) Ph-Data indication (START-OF-ACTIVITY)
- 2) Ph-Data indication (PhSDU)
- 3) If not Ph-Data indication (END-OF-ACTIVITY), repeat step (2), otherwise proceed to step (4)
- 4) Reassemble PhSDUs (single bits) into a DLPDU using the HDLC protocol specified in 5.1.

The DLE must sustain a rate of PhS indications that supports the configured baud rate.

5.1.4 Management

A Type 18 DLE assumes that the PhE supports the following services:

- PH-RESET
- PH-SET-VALUE (baud-rate)

5.2 DLPDU transmission encoding

5.2.1 General

The Type 18 DL implements a subset of the High-level Data Link Control (HDLC) protocol corresponding to ISO/IEC 13239:2002, named HDLC throughout the remainder of this clause, with some exceptions as noted.

5.2.2 Polled DLE

5.2.2.1 Preamble

A preamble of three consecutive HDLC flags is transmitted as defined by ISO/IEC 13239:2002 and shown in Figure 1.

0	1	1	1	1	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Figure 1 – HDLC flag

5.2.2.2 End of activity

An end-of-frame (EOF) of three consecutive HDLC flags is transmitted as defined by ISO/IEC 13239:2002 and shown in Figure 1.

5.2.3 Packed DLE

5.2.3.1 Start of activity

A preamble of one HDLC flag is transmitted as defined by ISO/IEC 13239:2002 and shown in Figure 1.

5.2.3.2 End of activity

An end-of-frame (EOF) of one HDLC flag is transmitted as defined by ISO/IEC 13239:2002 and shown in Figure 1.

5.2.4 HDLC conventions

5.2.4.1 Data encoding

Data is encoded using NRZI encoding as defined by ISO/IEC 9314-1.

5.2.4.2 Frame format

The non-basic frame format is specified with a non-standard address field, as specified in 5.2.5.1, and a non-standard control field, as specified in 5.2.5.2.

5.2.4.3 Frame checking sequence field

The 16-bit frame checking sequence (Cyclic Redundancy Check, CRC) option shall be implemented for all DLEs of the polled class. The 8-bit frame checking sequence (CRC) option shall be implemented for all DLEs of the packed class.

5.2.4.4 Header check sequence field

The header check sequence field shall not be implemented.

5.2.4.5 Operational mode

The Normal Response Mode (NRM) shall be implemented.

5.2.4.6 Start/stop transmission – basic transparency

The protocol for basic transparency shall not be implemented.

5.2.4.7 Summary

The HDLC conventions implemented by the DL are summarized in Table 1.

Table 1 – HDLC convention summary

Component	Implementation
Data encoding	NRZI
Frame format	non-basic frame
Frame checking sequence field	16-bit / 8-bit
Header check sequence field	not implemented
Operational mode	normal response mode
Start/stop transmission – basic transparency	not implemented

5.2.5 HDLC exceptions

5.2.5.1 Address field

The DLE implements a two-octet address field the encoding of which does not conform to HDLC. A special subset of the response type messages are defined that exclude the address field entirely (field length = 0).

5.2.5.2 Control field

The DLE implements a two-octet control field the encoding of which does not conform to HDLC. Throughout the remainder of this clause, the control field is named the status field.

A special subset of the request type transmissions are defined that exclude the status field entirely. Another special subset of the response type transmissions are defined with an abbreviated 4-bit status field.

5.2.5.3 Inter-frame time fill

The polled DLE class implements an inter-frame time fill the encoding of which does not conform to HDLC. The polled DLE class inter-frame time fill shall be accomplished by transmitting a continuous stream of alternating zeros and ones.

5.2.5.4 Summary

The HDLC exceptions implemented by the DLE are summarized in Table 2.

Table 2 – HDLC exception summary

Component	Implementation
Address field	conditional 16-bit field with non-standard encoding
Control field	conditional 16-bit/4-bit field with non-standard encoding
Inter-frame time fill	alternating zero-one data fill / one followed by all zeroes

5.2.6 Error handling

The HDLC frame encoding and decoding for data transmission and reception may, as appropriate, send one or more Error indication to the DLS-user, as listed in the following list, and as explained by ISO/IEC 13239:2002.

- frame-error – any framing related error
- crc-error – a received transmission contained an invalid CRC value
- abort-error – an abort flag was received during transmission or reception
- buffer-overflow – a DLE implementation has exceeded its allocated memory for data reception
- invalid-address – an unexpected source address or destination address was received

6 DLPDU – basic structure

6.1 Overview

Described in this clause is the basic structure of the DLPDU. In general, the Type 18 DLPDU includes an address field, a status field and a data field. There are cases explained in the Type 18 DL-protocol where one or more of these fields are zero length. The specific formats of the DLPDU are detailed in Clause 7.

6.2 Address field

6.2.1 Master-polled DLE generated address field

The address field contains two octets. The first octet (octet 0) identifies the transmission type as specified in Table 3. The second octet (octet 1) specifies the destination address (DLE station identifier).

Table 3 – Master-polled DLE address octet 0

Value (hexadecimal)	Transmission type
FF	Poll-with-data
FE	Poll
FD	Poll-with-test-data
FC	Poll-test
FA	End-of-cycle

6.2.2 Slave-polled DLE generated address field

The address field contains two octets. The first octet (octet 0) specifies the source address (DLE station identifier). The second octet (octet 1) identifies the transmission type as specified in Table 4.

Table 4 – Slave-polled DLE address octet 0

Value (hexadecimal)	Transmission type
FF	Poll-with-data-response
FE	Poll-response
FD	Poll-with-test-data-response
FC	Poll-test-response

NOTE The response transmission type is an echo of the requesting transmission type.

6.2.3 Master-packed DLE generated address field

The address field contains two octets.

The first octet (octet 0) identifies the transmission type as specified in Table 5. The values to identify the transmission types are correlated to the configured bit width of the master-packed DLE as noted.

The second octet (octet 1) specifies the highest DLE station identifier included in the list of slave-packed DLE. For the purposes of the baud-rate-synchronization type and initial poll-with-test-data type transmissions, this value is set to 64.

Table 5 – Master-packed DLE address octet 0

Value (hexadecimal)	Corresponding bit width	Transmission type
DE	all	Baud rate synchronization
9E	4	Poll-with-test-data
AE	8	
BE	16	
9A	4	Connected slave-packed DLE list
AA	8	
BA	16	
5E	4	Poll-with-data
6E	8	
7E	16	

6.2.4 Slave-packed DLE generated address field

The address field for the slave-packed DLE class is zero length.

6.3 Status field

6.3.1 Master-polled DLE generated status field

The status field contains two octets. These are specified in Table 6 and Table 7. The specific values are updated from the most recent DLSDUs of corresponding DL-services.

Table 6 – Master-polled DLE status octet 0

Bit	Definition
0	DLS-user state (0 = Stop; 1 = Run)
1	DLS-user status (0 = Normal, 1 = Fault)
2	Cyclic refresh status (0 = Stop; 1 = Run)
3	Acyclic status (0 = Normal; 1 = Error)
4	Acyclic enabled (0 = Disabled; 1 = Enabled)
5	reserved
6	reserved
7	Master DLE type (0 = Active; 1 = Standby)

Table 7 – Master-polled DLE status octet 1

Bit	Value	Definition
3 – 0	0	octets of bit oriented data in cyclic data field
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9 – 15	
7 – 4	0	octets of word oriented data in cyclic data field
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9 – 15	

6.3.2 Slave-polled DLE generated status field

The status field contains two octets. These are specified in Table 8 and Table 9. The specific values are updated from the most recent DLSDUs of corresponding DL-services.

Table 8 – Slave-polled DLE status octet 0

Bit	Definition
0	DSL-user fuse status (0 = Normal; 1 = Abnormal)
1	DLS-user status (0 = Normal, 1 = Fault)
2	Cyclic refresh status (0 = Complete; 1 = Not received)
3	Slave DLE parameter receive status (0 = Complete; 1 = Not received)
4	DLS-user switch status (0 = No change; 1 = Changed)
5	Cyclic transmission enabled (0 = Enabled; 1 = Disabled)
6	reserved
7	DLS-user watchdog timer status (0 = Normal; 1 = WDT error detected)

Table 9 – Slave-polled DLE status octet 1

Bit	Definition
0	Acyclic status (0 = Normal; 1 = Error)
1	Acyclic enabled (0 = Disabled; 1 = Enabled)
2	Acyclic type (0 = Master/Slave; 1 = Peer/Peer)
3	reserved
4	Transmission status (0 = Normal; 1 = Fault)
5	reserved (set to 1)
7 – 6	0 = 1x cyclic segmenting factor (or cyclic data segmenting not supported) 1 = 2x cyclic segmenting factor 2 = 4x cyclic segmenting factor 3 = 8x cyclic segmenting factor

6.3.3 Master-packed DLE generated status field

The status field for the master-packed DLE class is zero length.

6.3.4 Slave-packed DLE generated status field

The status field for the slave-packed DLE class is 4 bits in length as specified in Table 10.

Table 10 – Slave-packed DLE status

Bit	Definition
0	slave-packed DLE status (0 = Normal; 1 = Error)
1	slave-packed DLE configuration data transmitted (0 = false; 1 = true)
2	parity (provides even parity for status field and data field combined)
3	reserved (set = 0)

6.4 Data field**6.4.1 Master-polled DLE generated data field****6.4.1.1 Overview**

The data field is composed of 3 sequential parts: bit-oriented cyclic data, word-oriented cyclic data and acyclic data. However, the data field is formatted differently for some management related procedures as specified in Clause 9.

6.4.1.2 Bit-oriented cyclic data field

The length of the bit-oriented cyclic data field is specified in the status field. The octets are assigned by position to DLE station slots with 4 octets per slot (the first 4 octets belonging to DLE station slot 1).

6.4.1.3 Word-oriented cyclic data field

The length of the word-oriented cyclic data field is specified in the status field. The words are assigned by position to DLE station slots with 4 words per slot (the first 4 words belonging to DLE station slot 1).

6.4.1.4 Acyclic data field

The acyclic data field is specified in Table 11.

Table 11 – DLPDU – Master-polled DLE acyclic data field

Field	Size (octets)	Value
Length	1	Number of octets starting with the Segment number field in the range 0 – 148
Type and sequence	1	bits 3 – 0 = type (set = 0) <u>master-polled DLE:</u> bits 4 – 7 = sequence number in the range 1-7 (incremented by 1 upon each successive ACYCLIC-DATA-SEND request, rolling back to 1 after 7) <u>slave-polled DLE:</u> bits 6 – 4 = used by DL-protocol for segmenting and reassembly Bit 7 = sequence flag, alternating 0 and 1 for each successive ACYCLIC-DATA-SEND request
Segment number	0 or 1	Used for segmenting and reassembly as specified in 7.1.3
Data type	0 or 1	b7 = priority (0 = low; 1 = high) b6 = response required (0 = true; 1 = false) b5 – b0 = reserved
Destination address	0 or 1	DLE station identifier of the destination DLE
Source address	0 or 1	DLE station identifier as specified in the DLSDU of the ESTABLISH-MASTER-POLLED service used to instantiate this DLE
data	0 – 144	Acyclic message as specified in 7.1.3

6.4.2 Slave-polled DLE generated data field

6.4.2.1 Overview

The data field is composed of 3 sequential parts: bit-oriented cyclic data, word-oriented cyclic data and acyclic data. However, the data field is formatted differently for some management related procedures as specified in Clause 9.

6.4.2.2 Bit-oriented cyclic data field

The length of the bit-oriented cyclic data field is specified by the number of occupied DLE station slots. There are 4 octets per slot.

6.4.2.3 Word-oriented cyclic data field

The length of the word-oriented cyclic data field is specified by the number of occupied DLE station slots. There are 4 words per slot.

6.4.2.4 Acyclic data field

The acyclic data field is specified in Table 12.

Table 12 – DLPDU – Slave-polled DLE acyclic data field

Field	Size (octets)	Value
Length	1	Number of octets starting with the Segment number field in the range 0 – 32
Type and sequence	1	As specified in the DLSDU bits 5-7 are used in segmenting and reassembly as specified in 7.1.3.
Segment number	0 or 1	used for segmenting and reassembly as specified in 7.1.3.
Data type	0 or 1	As specified in the DLSDU
Destination address	0 or 1	DLE station identifier of the destination DLE
Source address	0 or 1	DLE station identifier as specified in the DLSDU of the ESTABLISH-SLAVE-POLLED SERVICE used to instantiate this DLE
data	0 – 28	Acyclic message segment as specified in 7.1.3.

6.4.3 Master-packed DLE generated data field

In general, based on the master-packed DLE configured bit width, the data field is packed with RY (bit-oriented) data in a position dependent sequence correlated to the DLE station identifier. More detail is specified in the description of the master-packed DLE method in 8.6.

The format of the master-packed DLE data field does not contain RY data for some instances of management related procedures as specified in Clause 9.

6.4.4 Slave-packed DLE generated data field

In general, the data field for the slave-packed DLE class is based on the configured bit width and contains only RX (bit-oriented) data.

The format of the slave-packed DLE data field does not contain RX data for some instances of management related procedures as specified in Clause 9.

7 DLPDU – Detailed structure, segmenting and reassembly

7.1.1 Overview

Described in this clause is the detailed structure and formatting of the Type 18 DLPDU. This includes the format specification as well as the segmenting and reassembling of the DLPDU as required.

7.1.2 Cyclic data

7.1.2.1 Contiguous polled DLE cyclic data field

7.1.2.1.1 Bit-oriented data field

A master-polled DLE DLPDU bit-oriented data field (RY data) has a length, which is specified in the DLPDU status field, as long as 256 octets. The RY data is aligned in the data field sequentially according to DLE station identifier value in a contiguous order from DLE station identifier value 1 up to the maximum DLE station identifier value as represented by the length code in the DLPDU status field. See Table 13 for an example of a maximum length master-polled DLE RY contiguous data field.

Table 13 – Example master-polled DLE RY contiguous data field

Octet	Data
0 – 3	RY data for DLE station identifier = 1
4 – 7	RY data for DLE station identifier = 2
$4^n - (4^n + 3)$	RY data for DLE station identifier = $n + 1$
...	
252 – 255	RY data for DLE station identifier = 64

A slave-polled DLE DLPDU bit-oriented data field (RX data) has a length equal to 4 octets for each occupied DLE station slot (1 – 4) for which the slave-polled DLE is configured. See Table 14 for an example of a maximum length slave-polled DLE RX contiguous data field.

Table 14 – Example slave-polled DLE RX contiguous data field

Octet	Data
0 – 3	RX data for occupied DLE station slot = 1
4 – 7	RX data for occupied DLE station slot = 2
8 – 11	RX data for occupied DLE station slot = 3
12 – 15	RX data for occupied DLE station slot = 4

7.1.2.1.2 Word-oriented data field

A master-polled DLE DLPDU word-oriented data field (RWw data) has a length, which is specified in the DLPDU status field, as long as 256 words (512 octets). The RWw data is aligned in the data field sequentially according to DLE station identifier value in a contiguous order from DLE station identifier value 1 up to the maximum DLE station identifier value as represented by the length code in the DLPDU status field. See Table 15 for an example of a maximum length master-polled DLE RWw contiguous data field.

Table 15 – Example master-polled DLE RWw contiguous data field

Word	Data
0 – 3	RWw data for DLE station identifier = 1
4 – 7	RWw data for DLE station identifier = 2
$4^n - (4^n + 3)$	RWw data for DLE station identifier = $n + 1$
...	
252 – 255	RWw data for DLE station identifier = 64

A slave-polled DLE DLPDU word-oriented data field (RWr data) has a length equal to 4 words (8 octets) for each occupied DLE station slot (1 – 4) for which the slave-polled DLE is configured. See Table 16 for an example of a maximum length slave-polled DLE RWr contiguous data field.

Table 16 – Example slave-polled DLE RWr contiguous data field

Word	Data
0 – 3	RWr data for occupied DLE station slot = 1
4 – 7	RWr data for occupied DLE station slot = 2
8 – 11	RWr data for occupied DLE station slot = 3
12 – 15	RWr data for occupied DLE station slot = 4

7.1.2.2 Segmented polled DLE cyclic data field

7.1.2.2.1 Bit-oriented data field

A segmented bit-oriented data field configured with a cyclic segmenting factor of x1 is identical in format to its contiguous counterpart. Segmenting and reassembling is required for configured cyclic segmenting factor values of 2x, 4x and 8x.

A segmented bit-oriented data field (master-polled DLE RY data, or slave-polled DLE RX data) has the same format as its contiguous counterpart with the addition of a two-octet segment header replacing the first two octets of RX and RY data field for each DLE station identifier for which cyclic data segmenting is enabled. The segment header is specified in Table 17.

Table 17 – Bit-oriented segment header

Octet	Bit	Description
0	0 – 7	reserved
1	0 – 3	master segment identifier
	4 – 7	slave segment identifier

The segment identifier is started with a value equal to the cyclic segmenting factor minus one and decremented for each subsequent segment until the final segment is transmitted with a segment identifier equal to zero. Hence, the last segment is transmitted first.

In transmissions from the master-polled DLE, the master segment identifier indicates the sequence number of the transmitted cyclic data segment (RY and RWw), while the slave segment identifier indicates the last received cyclic data segment (RX and RWr) from the corresponding slave-polled DLE.

Conversely, in transmissions from the DLE-Slave-polled, the master segment identifier indicates the last received cyclic data segment (RY and RWw) from the master-polled DLE, while the slave segment identifier indicates the sequence number of the transmitted cyclic data segment (RX and RWr).

7.1.2.2.2 Word-oriented data field

A segmented word-oriented data field configured with a cyclic segmenting factor of x1 is identical in format to its contiguous counterpart.

A segmented word-oriented data field (master-polled DLE RWw data, or slave-polled DLE RWr data) also has the same format as its contiguous counterpart. However, the data contained therein is segmented using the segment header of the corresponding bit-oriented data field for the segmenting and reassembling process.

7.1.2.3 Packed DLE cyclic data field

The packed DLE class DLPDU data field contains only packed bit-oriented data, RY for master-packed DLE, and RX for DLE-Slave-packed, as specified by the DLPDU basic structure for the packed DLE class in 6.4.

7.1.3 Acyclic data

7.1.3.1 Contiguous polled DLE acyclic data field

For master-polled DLE ACYCLIC-DATA-TRANSMIT request DLSDU that fit within the data field of the master-polled DLE acyclic data field, as specified in 6.4.1.4, the DLSDU is transmitted in its entirety in that field and a value of 0 in the segment number field.

Similarly, for slave-polled DLE ACYCLIC-DATA-TRANSMIT response DLSDU that fit within the data field of the slave-polled DLE acyclic data field, as specified in 6.4.2.4, the DLSDU is transmitted in its entirety in that field and a value of 0 in the segment number field.

7.1.3.2 Segmented polled DLE acyclic data field

7.1.3.2.1 General

A segmented acyclic data field is identical in structure to its contiguous counterpart, however the data contained therein is transmitted in successive segments and the type and sequence field and the segment number field are used to identify these segments.

The format of the segment number field is specified in Table 18.

Table 18 – Polled DLE acyclic segment number field

Bit	Data
0 – 2	segment identifier
3 – 6	reserved
7	first segment (0 = false; 1 = true)

The segment identifier is started with a value equal to the number of segments required to transmit the acyclic data and decremented for each subsequent segment until the final segment is transmitted with a segment identifier equal to one. Hence, the last segment is transmitted first.

A contiguous acyclic data field, containing only one segment, is identified with a segment identifier value of zero.

7.1.3.2.2 Nested segmenting

In addition to general segmenting, due to the limited length of the slave-polled DLE acyclic data field, a slave-polled DLE uses, as required, additional nested segments within each segment. These nested segments are transmitted in sequence, in a series of slave-polled DLE acyclic data transmissions with the same segment number. The nested segments are identified using the type and sequence field of the slave-polled DLE acyclic data field as specified in Table 19.

Table 19 – Slave-polled DLE acyclic data type and sequence field

Bit	Data
0 – 3	as specified in DLSDU
4 – 6	nested segment identifier
7	as specified in DLSDU

The nested segment identifier is started with a value equal to the number of nested segments required to transmit a complete segment (maximum of 5 nested segments) and decremented for each subsequent nested segment until the final nested segment is transmitted with a nested segment identifier equal to one. Hence, the last nested segment is transmitted first.

The DLPDU for the nested segment is a special case of the acyclic data DLPDU in that nested segments with nested segment identifier values 2 through 5 do not include the fields: data type, destination address, or source address. Therefore, for these nested segments, the data field immediately follows the segment number field.

A contiguous segment, containing only one nested segment, is identified with a nested segment identifier value of zero.

8 Data transmission methods

8.1 Overview

Data transmission methods are the means by which a DLE performs its functions and effects the behavior of the DL-protocol. Methods are initiated, executed and terminated under the control of invoked services, as specified in the Type 18 DL-service, and by the procedures specified in Clause 9.

8.2 Master-polled method

In response to a MASTER-TRANSMISSION-TRIGGER request the master-polled DLE performs the following method once.

- 1) Transmit a poll-with-data type DLPDU as specified in Table 20 segmenting as required the data fields as specified in Clause 7.

Table 20 – DLPDU – Polled class poll with data

Field	Value
Address	Transmission type = Poll-with-data Destination address = 1
Status	Compiled from the DLSDU of the CYCLIC-DATA-UPDATE request and the DLSDU of the ESTABLISH-MASTER-POLLED request.
Data	RY data - followed with RWw data - optionally followed with Acyclic data

- 2) Receive a properly formatted poll-with-data-response type DLPDU from the slave-polled DLE with the DLE station identifier equal to 1. If the received DLPDU is not properly formatted, or upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 21, if this has occurred ten or less consecutive times, go back to step (1), otherwise send a slave DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.

Table 21 – Slave-polled DLE response timeout

Baud rate (kbit/s)	T (us)
10000	160
5000	320
2500	640
625	2 480
156	10 240

- 3) Transmit a poll type DLPDU as specified in Table 22 with n equal to the next consecutive slave DLE station identifier that is active.

Table 22 – DLPDU – Poll

Field	Value
Address	Transmission type = Poll Destination address = n
Status	0 length
Data	0 length

- 4) Receive a properly formatted poll-response type DLPDU from the slave-polled DLE with the DLE station identifier equal to n. If the received DLPDU is not properly formatted, or upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 21, if this has occurred ten or less consecutive times, go back to step (1), otherwise send a slave DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.
- 5) Repeat steps (3) and (4) sequentially (as many as 62 more times) with n stepping through all active slave DLE station identifier values.
- 6) Transmit an end-of-cycle type DLPDU as specified in Table 23.

Table 23 – DLPDU – End of cycle

Field	Value
Address	Transmission type = End-of-cycle Destination address = 1
Status	0 length
Data	0 length

- 7) If all slave DLEs are in the suspended state, send an all-Slaves-suspended type ERROR indication to the DLS-user.
- 8) Transmit inter-frame time fill.
- 9) Assemble the DLSDU from the collected DLPDUs as defined in clause 7 and send a CYCLIC-DATA-UPDATE indication to the DLS-user.

8.3 Level A slave-polled method

Once instantiated, the following slave-polled DLE method runs in a continuous loop until terminated.

- 1) Receive a poll-with-data type DLPDU as specified in Table 20 from a master-polled DLE. Alternatively, upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 24 send a master DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.

Table 24 – Slave-polled DLE request timeout

Baud rate (kbit/s)	T (ms)
10000	1677,7
5000	1677,7
2500	1677,7
625	1677,7
156	1677,7 or 3355,4

- 2) Based upon the slave-polled DLE station identifier and number of occupied DLE station slots, extract the appropriate RY data from the DLPDU as specified in 6.4.1.2.
- 3) Receive a poll type DLPDU as specified in Table 22 from a master-polled DLE. Alternatively, upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 24 send a master DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.

- 4) Transmit a poll-with-data-response type DLPDU or a poll-response type DLPDU as appropriate as specified in Table 25.

Table 25 – DLPDU – Level A poll response

Field	Value
Address	Transmission type = Poll-with-data-response (if DLE station identifier = 1) or Poll-response (if DLE station identifier ≠ 1) Source address = DLE station identifier
Status	slave-pollled DLE status field as specified in the DLSDU
Data	length (octets) = 4 x (number of occupied DLE station slots)

- 5) Receive an end-of-cycle type DLPDU as specified in Table 23. Alternatively, upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 24 send a master DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.
- 6) Assemble the DLSDU from the collected DLPDUs as defined in clause 7 and send a CYCLIC-DATA-UPDATE indication to the DLS-user, if appropriate based on the completion of reassembling if specified.

Upon concluding the final step, the above method repeats until terminated.

8.4 Level B slave-pollled method

The method for slave-pollled DLE with DL support level B is identical to level A with the following exceptions.

Step (2) also includes the extraction of RWr data from the DLPDU as specified in 6.4.1.3.

Step (4) the DLPDU specified in Table 25 is replaced with the poll-with-data-response type DLPDU or poll-response type DLPDU specified in Table 26.

Table 26 – DLPDU – Level B poll response

Field	Value
Address	Transmission type = Poll-with-data-response (if DLE station identifier = 1) or Poll-response (if DLE station identifier ≠ 1) Source address = DLE station identifier
Status	slave-pollled DLE status field as specified in the DLSDU
RX data	length (octets) = 4 x (number of occupied DLE station slots)
RWr data	length (octets) = 8 x (number of occupied DLE station slots)

8.5 Level C slave-pollled method

The method for slave-pollled DLE with DL support level C is identical to level B with the following exceptions.

Step (2) also includes the extraction of acyclic data from the DLPDU as specified in 6.4.1.4

Step (4) the DLPDU specified in Table 26 is replaced with the poll-with-data-response type DLPDU or poll-response type DLPDU specified in Table 27.

Table 27 – DLPDU – Level C poll response

Field	Value
Address	Transmission type = Poll-with-data-response (if DLE station identifier = 1) or Poll-response (if DLE station identifier ≠ 1) Source address = DLE station identifier
Status	slave-polled DLE status field as specified in the DLSDU
RX data	length (octets) = 4 x (number of occupied DLE station slots)
RWr data	length (octets) = 8 x (number of occupied DLE station slots)
acyclic data	length (octets) = 0 – 34

Add Step (7) as specified:

- 7) Assemble the DLSDU from the collected DLPDUs as defined in Clause 7 and send an ACYCLIC-DATA-UPDATE indication to the DLS-user if appropriate based on the completion of reassembling if specified.

8.6 Master-packed method

In response to a MASTER-TRANSMISSION-TRIGGER request the master-packed DLE performs the following method once.

- 1) Transmit a poll-with-data type DLPDU as specified in Table 28.

Table 28 – DLPDU – Packed class poll with data

Field	Value
Address	Transmission type = Poll-with-data (based on configured bit width) Highest connected DLE station identifier
Data	RX data

- 2) Receive a properly formatted DLPDU from each slave-packed DLE. If the received DLPDU is not properly formatted, or upon expiration of a timeout T as specified in Table 29 send a slave DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.

Table 29 – Slave-packed DLE response timeout

Baud rate (kbit/s)	Bit width	T (us)
2500	4	16,4
	8	18,4
	16	22,4
625	4	57,6
	8	65,6
	16	81,6
156	4	204,8
	8	236,8
	16	300,8

- 3) If all slave DLEs are in the suspended state, send an all-Slaves-suspended type ERROR indication to the DLS-user.
- 4) Transmit inter-frame time fill.

- 5) Assemble the DLSDU from the collected DLPDUs as defined in Clause 7 and send a CYCLIC-DATA-UPDATE indication to the DLS-user if appropriate based on the completion of reassembling if specified.

Upon concluding the above method, the response DLSDU is assembled and sent to the DLS-user.

8.7 Slave-packed method

Once instantiated, the following slave-packed DLE method runs in a continuous loop until terminated.

- 1) Receive a poll-with-data type DLPDU as specified in Table 28 from a master-packed DLE. Alternatively, upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 30 send a master DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.

Table 30 – Slave-packed DLE request timeout

Baud rate (kbit/s)	T (ms)
2500	66
625	230
156	858

- 2) Based upon the slave-packed DLE station identifier and number of occupied DLE station slots, extract the appropriate RY data from the DLPDU as specified in 6.4.3.
- 3) Transmit a DLPDU as specified in Table 31.

Table 31 – DLPDU – Packed class poll response

Field	Value
Status	4 bits as specified in 6.3.4
Data	length = configured bit width

- 4) Execute step (3) once for every DLE station slot occupied by the slave-packed DLE updating the data field as appropriately extracted from the DLSDU based on configured bit width and number of occupied DLE station slots.
- 5) Assemble the DLSDU from the collected DLPDUs as defined in Clause 7 and send a CYCLIC-DATA-UPDATE indication to the DLS-user.

Upon concluding the final step, the above method repeats until terminated.

A slave-packed DLE method must operate under the time constraints specified in Table 32.

Table 32 – Slave-packed DLE time constraints

Baud rate (kbit/s)	Bit width	Time per DLE station slot (us)	Time accuracy (us)
2 500	4	16,4	0,8
	8	18,4	
	16	22,4	
625	4	57,6	3,2
	8	65,6	
	16	81,6	
156	4	204,8	12,8
	8	236,8	
	16	300,8	

9 DL-management – procedures

9.1 Overview

DL-management procedures are functionally processed in response to DL-management service requests submitted by the DLS-user.

9.2 Establish master-polled DLE procedure

The following procedure is used to instantiate a DLE as a master-polled DLE:

- 1) Send a baud-rate type Ph-Set-Value request to the connected PhLE with the baud rate value specified by the DLS-user in the DLSDU.
- 2) Transmit a poll-with-test-data type DLPDU as specified in Table 33.

Table 33 – DLPDU – Poll with test data

Field	Value
Address	Transmission type = Poll-with-test-data Destination address = 1
Status	master-polled DLE status field as specified in the DLSDU
Data	4 octets of arbitrarily generated data

- 3) Receive a properly formatted poll-with-test-data-response type DLPDU from the slave-polled DLE with the DLE station identifier equal to 1. If the received data field is not verified as the echo of the data field transmitted in step (2) or the DLPDU is not properly formatted flag DLE station identifier 1 in the fault state. Alternatively, upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 34, flag DLE station identifier 1 as non-existent by entering all zero data in the appropriate slave DLE data field.

Table 34 – Slave-polled DLE response timeout

Baud rate (kbit/s)	T (us)
10 000	160
5 000	320
2 500	640
625	2 480
156	10 240

- 4) Transmit a poll-test type DLPDU as specified in Table 35 with $n = 2$.

Table 35 – DLPDU – Poll test

Field	Value
Address	Transmission type = Poll-test Destination address = n
Status	master-polled DLE status field as specified in the DLSDU
Data	0 length

- 5) Receive a properly formatted poll-test-response type DLPDU from the slave-polled DLE with the DLE station identifier equal to n . If the received data field is not verified as the echo of the data field transmitted in step (2) or the DLPDU is not properly formatted flag DLE station identifier n in the fault state. Alternatively, upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 34, flag DLE station identifier n as non-existent by entering all zero data in the appropriate slave DLE data field.
- 6) Repeat steps (4) and (5) sequentially 62 more times with n stepping from 3 to 64.
- 7) Initiate the master-polled DLE method.

Upon concluding the above method, the response DLSDU is assembled and sent to the DLS-user.

9.3 Establish slave-polled DLE procedure

The following procedure is used to instantiate a DLE as a slave-polled DLE:

- 1) Send a baud-rate type Ph-Set-Value request to the connected PhLE with the baud rate value specified by the DLS-user in the DLSDU.
- 2) Receive a properly formatted poll-with-test-data type DLPDU, with the destination address equal to 1 and retain the data in the data field. Alternatively, upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 36 send a master DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.

Table 36 – Slave-polled DLE request timeout

Baud rate (kbit/s)	T (ms)
10 000	1677,7
5 000	1677,7
2 500	1677,7
625	1677,7
156	1 677,7 or 3 355,4

- 3) If DLE station identifier specified in the DLSDU is equal to 1, skip to step (5).

- 4) Receive a properly formatted poll-test type DLPDU, with the destination address equal to the DLE station identifier specified by the DLS-user in the DLSDU. If the DLPDU is addressed properly but not properly formatted flag the DLE in the fault state. Alternatively, upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 36 send a master DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.
- 5) Transmit a poll-with-test-data-response type DLPDU or a poll-test-response as appropriate as specified in Table 37.

Table 37 – DLPDU – Poll test response

Field	Value
Address	Transmission type = Poll-with-test-data-response (if DLE station identifier = 1) or Poll-test-response (if DLE station identifier ≠ 1) Source address = DLE station identifier
Status	slave-polled DLE status field as specified in the DLSDU
Data	6 octets = slave-polled DLE configuration parameter (see Table 38) 4 octets = data retained in step (2)

Table 38 – Slave-polled DLE configuration parameter

Octet	Bit	Description	Value
0 – 1	15 – 0	Vendor code	DLS-user specific
2	1 – 0	Total number of used bit-oriented data bits (both RX and RY combined)	0 = full use 1 = 8 used 2 = 32 used 3 = 16 used
	3 – 2	Distribution of used bit-oriented data bits	0 = RX and RY in equal sizes 1 = RX only 2 = RY only 3 = other RX / RY mix
	5 – 4	Number of occupied DLE station slots	0 = 1 slot 1 = 2 slots 2 = 3 slots 3 = 4 slots
	7 – 6	reserved	(set = 0)
3	0	DLS-user switch setting	0 = normal 1 = abnormal
	1	DLS-user output upon fault	0 = clear 1 = hold
	5 – 2	reserved	(set = 0)
	7 – 6	DLE support level	0 = level A 1 = level B 2 = level C 3 = reserved
4	6 – 0	reserved	(set = 0)
	7	DLS-user messaging system support. Acyclic data format supports messaging type commands.	0 = not supported 1 = supported
5	5 – 0	DLS-user software revision	1 – 63
	7 – 6	Cyclic data segmenting support	0 = does not support cyclic data segmenting 1 = supports cyclic data segmenting 2 = reserved 3 = reserved

- 6) Receive an end-of-cycle type DLPDU from the master DLE polled. Alternatively, upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 36 send a master DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.
- 7) Initiate the slave-polled DLE (level A, B, or C) method with the support level specified by the DLS-user in the DLSDU.

Upon concluding the above method, the response DLSDU is assembled and sent to the DLS-user.

9.4 Establish master-packed DLE procedure

The following procedure is used to instantiate a DLE as a master-packed DLE:

- 1) Send a baud-rate type PH-SET-VALUE request to the connected PhLE with the baud rate value specified by the DLS-user in the DLSDU.
- 2) For 560 msec transmit a continuous stream of baud-rate-synchronization type DLPDU as specified in Table 39.

Table 39 – DLPDU – Baud rate synchronization

Field	Value
Address	Transmission type = baud-rate-synchronization
Data	4 octets, all set = 0

- 3) Transmit a poll-test type DLPDU, as specified in Table 35.

Table 40 – DLPDU – Poll test

Field	Value
Address	Transmission type = Poll-with-test-data Maximum DLE station identifier = 64
Data	4 octets, all set = 0

- 4) Receive a properly formatted DLPDU from each slave-packed DLE. If the received DLPDU is not properly formatted, or upon expiration of a timeout T as specified in Table 41 send a slave DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.

Table 41 – Slave-packed DLE response timeout

Baud rate (kbit/s)	Bit width	T (us)
2 500	4	16,4
	8	18,4
	16	22,4
625	4	57,6
	8	65,6
	16	81,6
156	4	204,8
	8	236,8
	16	300,8

- 5) Initiate the master-packed DLE method.

Upon concluding the above method, the response DLSDU is assembled and sent to the DLS-user from the received DLPDUs. For slave-packed DLE response timeout events, the associated DLE station identifier array element is set to all zeroes.

9.5 Establish slave-packed DLE procedure

The following procedure is used to instantiate a DLE as a slave-packed DLE:

- 1) Calculate the number of occupied DLE station slots using the values from

Table 42 – Slave-packed DLE number of occupied DLE station slots

Number of station points	Bit width	Number of occupied DLE station slots
1	4	1
	8	1
	16	1
2	4	1
	8	1
	16	1
4	4	1
	8	1
	16	1
8	4	2
	8	1
	16	1
12	4	3
	8	2
	16	1
16	4	4
	8	2
	16	1

- 2) Send a baud-rate type Ph-Set-Value request to the connected PhLE with the baud rate value = 2500 kbit/s.
- 3) Receive a properly formatted buad-rate-synchronization type DLPDU. Alternatively, upon expiration of a timeout as specified in Table 43, send a baud-rate type Ph-Set-Value request to the connected PhLE with the next baud rate value as specified in Table 43. Then repeat this Step.

Table 43 – Slave-packed DLE baud rate synchronization timeout

Baud rate (kbit/s)	Timeout (us)	Next baud rate (kbit/s)
2 500	52,8	625
625	211,2	156
156	846,2	2 500

- 4) Receive a properly formatted poll-with-test-data type DLPDU. Alternatively, upon expiration of a timeout of time T as specified in Table 44 send a master DLE-timeout type ERROR indication to the DLS-user.

Table 44 – Slave-packed DLE Master timeout

Baud rate (kbit/s)	T (ms)
2 500	66
625	230
156	858

- 5) Transmit a poll-with-test-data-response type DLPDU as specified in Table 45, with values specified in the DLSDU.

Table 45 – DLPDU – Packed poll test response

Field	Bit	Value
Status	3 – 0	as specified in 6.3.4
Data	2 – 0	0 = 1 i/o point 1 = 2 i/o points 2 = 4 i/o points 3 = 8 i/o points 4 = 16 i/o points 5 = 12 i/o points 6 = reserved 7 = reserved
	3	output i/o type present (0 = false; 1 = true)
	4	input i/o type present (0 = false; 1 = true)
	5	device type: (0 = remote i/o station; 1 = remote device station)
	6	configured as a head station (for a slave-packed DLE with number of occupied DLE station slots > 1) (0 = false; 1 = true)
	7	input time constant (0 = normal; 1 = high speed)
	8	output state for abnormal operating states (0 = clear; 1 = hold)
	15 – 9	reserved

- 6) Initiate the slave-packed DLE method.

9.6 Release connection procedure

The DLE terminates all methods currently in operation.

9.7 Suspend connection procedure

For the master DLE class, this procedure involves removing the connected slave DLE, specified in the DLSDU, from the list of active Slaves, in effect, terminating the cyclic data and acyclic data communications to the Slave. All other configurations setting remain in effect.

For the slave DLE class, this procedure involves terminating the slave DLE related data transmission method. All configuration settings remain in effect.

9.8 Resume connection procedure

For the master DLE class, this procedure performs in the same way as the establish master DLE procedure (polled or packed) with the following exceptions.

- 1) Configuration parameters are taken from memory rather than the DLSDU.
- 2) Connections are only attempted to the slave DLEs specified by the DLE station identifier array in the DLSDU.

For the slave DLE class, this procedure performs in the same way as the establish slave DLE procedure (polled or packed class) with the following exceptions.

- 1) Configuration parameters are taken from memory rather than the DLSDU.

9.9 Activate standby Master procedure

The slave-polled DLE terminates all methods currently in operation and becomes a master-polled DLE. It is expected that the DLS-user performs the appropriate procedures for translating the values of input registers to the values for output registers and assuming the behavior of a Master type DLS-user.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-18:2007

Bibliography

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

IEC/TR 61158-1 (Ed.2.0), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*

IEC 61158-5-18, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-18: Application layer service definition – Type 18 elements*

IEC 61158-6-18, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-18: Application layer protocol specification – Type 18 elements*

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-18:2007

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-18:2007

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	41
INTRODUCTION	43
1 Domaine d'application	44
1.1 Généralités	44
1.2 Spécifications	44
1.3 Procédures	44
1.4 Applicabilité	45
1.5 Conformité	45
2 Références normatives	45
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	45
3.1 Termes et définitions du modèle de référence	46
3.2 Type 18 : Symboles	46
3.3 Type 18 : Conventions supplémentaires	47
4 Présentation du protocole DL	47
4.1 Introduction	47
4.2 Classes de DLE sur interrogation	47
4.3 Classes de DLE compactes	47
5 Codage et transmission de DLPDU	47
5.1 Interface DL - PhL	47
5.2 Codage de transmission des DLPDU	48
6 DLPDU – structure de base	51
6.1 Présentation générale	51
6.2 Champ d'adresse	51
6.3 Champ d'état	52
6.4 Champ de données	54
7 DLPDU – Structure détaillée, segmentation et réassemblage	56
8 Méthodes de transmission de données	60
8.1 Présentation générale	60
8.2 Méthode utilisant une DLE d'interrogation séquentielle du maître	60
8.3 Méthode utilisant une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave de niveau A	62
8.4 Méthode utilisant une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave de niveau B	63
8.5 Méthode utilisant une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave de niveau C	63
8.6 Méthode utilisant une DLE de protocole compact du maître	64
8.7 Méthode utilisant une DLE de protocole compact de l'esclave	64
9 Gestion DL – procédures	66
9.1 Présentation générale	66
9.2 Etablissement d'une procédure utilisant une DLE d'interrogation séquentielle du maître	66
9.3 Etablissement d'une procédure utilisant une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave	67
9.4 Etablissement d'une procédure utilisant une DLE de protocole compact du maître	69
9.5 Etablissement d'une procédure utilisant une DLE de protocole compact de l'esclave	70

9.6	Procédure de libération de connexion.....	72
9.7	Procédure de suspension de connexion	72
9.8	Procédure de reprise de connexion	72
9.9	Procédure d'activation de maître en veille	73
	Bibliographie.....	74
	Figure 1 – Balise HDLC	48
	Tableau 1 – Récapitulatif des conventions HDLC	50
	Tableau 2 – Récapitulatif des exceptions HDLC	50
	Tableau 3 – Adresse de DLE d'interrogation séquentielle du maître, octet 0	51
	Tableau 4 – Adresse de DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave, octet 0	51
	Tableau 5 – Adresse de DLE de protocole compact du maître, octet 0	52
	Tableau 6 – Etat d'une DLE de protocole compact du maître, octet 0	52
	Tableau 7 – Etat d'une DLE de protocole compact du maître, octet 1	53
	Tableau 8 – Etat d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave, octet 0	53
	Tableau 9 – Etat d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave, octet 1	54
	Tableau 10 – Etat d'une DLE de protocole compact de l'esclave	54
	Tableau 11 – DLPDU – Champ de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître	55
	Tableau 12 – DLPDU – Champ de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave	56
	Tableau 13 – Exemple de champ de données contiguës RY d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître	57
	Tableau 14 – Exemple de champ de données contiguës RX d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave	57
	Tableau 15 – Exemple de champ de données contiguës RWw d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître	57
	Tableau 16 – Exemple de champ de données contiguës RWr d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave	58
	Tableau 17 – En-tête de segment orienté sur les bits	58
	Tableau 18 – Champ de nombre de segments de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle	59
	Tableau 19 – Champ de type et de séquence du champ de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave	60
	Tableau 20 – DLPDU – Interrogation de classes d'interrogation séquentielle avec données	61
	Tableau 21 – Temporisation de la réponse d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave	61
	Tableau 22 – DLPDU – Interrogation séquentielle	61
	Tableau 23 – DLPDU - Fin de cycle	62
	Tableau 24 – Temporisation de la demande d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave	62
	Tableau 25 – DLPDU – Réponse sur interrogation séquentielle de niveau A	62
	Tableau 26 – DLPDU – Réponse sur interrogation séquentielle de niveau B	63
	Tableau 27 – DLPDU – Réponse sur interrogation séquentielle de niveau C	63
	Tableau 28 – DLPDU – Interrogation de classes compactes avec données	64

Tableau 29 – Temporisation de la réponse d'une DLE de protocole compact de l'esclave	64
Tableau 30 – Temporisation de la demande d'une DLE de protocole compact de l'esclave	65
Tableau 31 – DLPDU – Réponse sur interrogation séquentielle de classes compactes	65
Tableau 32 – Contraintes de temps d'une DLE de protocole compact de l'esclave	65
Tableau 33 – DLPDU – Interrogation avec données d'essai	66
Tableau 34 – Temporisation de la réponse d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave	66
Tableau 35 – DLPDU - Essai d'interrogation séquentielle	67
Tableau 36 – Temporisation de la demande d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave	67
Tableau 37– DLPDU - Réponse à l'essai d'interrogation séquentielle	68
Tableau 38 – Paramètre de configuration d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave	68
Tableau 39 – DLPDU - Synchronisation du débit en bauds	69
Tableau 40 – DLPDU - Essai d'interrogation séquentielle	69
Tableau 41 – Temporisation de la réponse d'une DLE de protocole compact de l'esclave	70
Tableau 42 – Nombre d'emplacements de station DLE occupés pour une DLE de protocole compact de l'esclave	71
Tableau 43 – Temporisation de synchronisation du débit en bauds d'une DLE de protocole compact de l'esclave	71
Tableau 44 – Temporisation du maître d'une DLE de protocole compact de l'esclave	72
Tableau 45 – DLPDU - Réponse à l'essai d'interrogation séquentielle de protocole compact	72

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –
SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –****Partie 4-18: Spécification des protocoles des couches de liaison de
données – Éléments de Type 18**

AVANT-PROPOS

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

NOTE L'utilisation de certains types de protocole associés est limitée par leurs détenteurs de droit à la propriété intellectuelle. Dans tous les cas, l'engagement visant à limiter l'abandon des droits de propriété intellectuelle prévus par les détenteurs de ces droits permet d'utiliser un type de protocole de couche de liaison de données particulier avec les protocoles de couche physique et de couche d'application dans les combinaisons de type explicitement spécifiées dans la série CEI 61784. L'utilisation de différents types de protocole dans d'autres combinaisons peut impliquer d'obtenir l'autorisation auprès de leurs détenteurs de droit de propriété intellectuelle respectifs.

La commission électrotechnique internationale (CEI) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec le présent document peut impliquer l'utilisation de brevets comme suit, où [xx] indique le détenteur du droit de brevet:

3343036/Japon
5896509/USA
246906/Corée
En attente/Allemagne

[MEC]
[MEC]
[MEC]
[MEC]

Système réseau pour un automate programmable
Système réseau pour un automate programmable
Système réseau pour un automate programmable
Système réseau pour un automate programmable

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

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

[MEC] Mitsubishi Electric Corporation
Corporate Licensing Division
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8310, Japon

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux mentionnés ci-dessus. La CEI ne doit pas être tenue pour responsable de ne pas avoir dûment signalé tout ou partie de ces droits de propriété.

La Norme internationale CEI 61158-4-18 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.

Cette première édition et les autres normes de la sous-partie CEI 61158-4 annulent et remplacent la CEI 61158-4:2003. Cette édition de la présente partie constitue une addition technique.

La présente édition de la CEI 61158-4 inclut les modifications majeures suivantes par rapport à l'édition antérieure:

- a) suppression de l'ancien bus de terrain de type 6 et substitution pour une couche de liaison de données de bus de terrain de type 5, en raison du manque d'adéquation au marché;
- b) ajout de nouveaux types de bus de terrain;
- c) éclatement de la présente partie en plusieurs parties numérotées -4-1, -4-2...4.19.

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

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

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

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

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

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

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

NOTE La révision de la présente norme fera l'objet d'une synchronisation avec les autres parties de la série CEI 61158.

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*, est disponible sur le site web de la CEI.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61158 fait partie d'une série élaborée pour faciliter l'interconnexion des composants de systèmes d'automatisation. Elle est apparentée à d'autres normes dans l'ensemble, comme défini par le modèle de référence de bus de terrain "à trois couches" décrit 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 que doivent réaliser des entités de liaison de données homologues (DLE) au moment de la communication. Ces règles de communication ont pour vocation de fournir une base de développement stable visant à atteindre différents objectifs.

- a) guider les implémenteurs et les concepteurs;
- b) réaliser les essais et acquérir l'équipement;
- c) dans le cadre d'un accord d'intégration des systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- d) dans le cadre d'une meilleure compréhension des communications à contrainte de temps au sein de l'OSI.

La présente norme porte en particulier sur la communication et l'interfonctionnement des capteurs, des effecteurs et d'autres dispositifs d'automatisation. Grâce à la présente norme associée à d'autres normes des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, des systèmes par ailleurs incompatibles peuvent fonctionner ensemble, quelle que soit leur combinaison.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-18: Spécification des protocoles des couches de liaison de données – Éléments de Type 18

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La couche de liaison de données assure les communications de messagerie à contrainte de temps de base entre les dispositifs d'un environnement d'automatisation.

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

- a) de manière cyclique à démarrage synchrone, selon un ordre préétabli, et
- b) de manière asynchrone cyclique ou acyclique, tel que requis par chaque cycle de chacune de ces entités de liaison de données.

Ainsi, ce protocole peut être caractérisé comme un protocole qui offre un accès cyclique et acyclique asynchrone, mais avec un redémarrage synchrone de chaque cycle.

1.2 Spécifications

La présente partie de la CEI 61158 spécifie

- a) les procédures de transfert opportun des données et des informations de commande entre une entité utilisateur de liaison de données et une entité utilisateur homologue, et parmi les entités de liaison de données formant le fournisseur de service de liaison de données distribué;
- b) les procédures permettant à toutes les entités DL participantes de communiquer, de manière séquentielle et cyclique dans le cadre d'un transfert déterministe et synchronisé, à intervalles cycliques d'une milliseconde au maximum;
- c) les procédures permettant à la transmission de données à contrainte de temps de communiquer avec une transmission de données sans contrainte de temps, sans préjudice pour la première;
- d) les procédures permettant à la transmission de données à contrainte de temps de communiquer de manière cyclique et acyclique, avec un accès en priorité ;
- e) les procédures permettant d'assurer la communication en fonction du contrôle d'accès au support ISO/CEI 8802-3, avec des dispositions relatives aux nœuds à ajouter ou retirer pendant le fonctionnement normal;
- f) la structure des DLPDU de bus de terrain utilisée par le protocole de la présente norme pour le transfert des données et des informations de commande, et leur représentation sous forme d'unités de données d'interface physique.

1.3 Procédures

Les procédures sont définies en termes

- a) d'interactions entre les entités DL (DLE) homologues par l'échange de DLPDU de bus de terrain;

- b) d'interactions entre un fournisseur de service DL (DLS) et un utilisateur DLS au sein du même système par l'échange de primitives DLS;
- c) d'interactions entre un fournisseur DLS et un fournisseur de service Ph au sein du même système par l'échange de primitives de service Ph.

1.4 Applicabilité

Ces procédures s'appliquent aux instances de communication entre des systèmes qui prennent en charge des services de communications à contrainte de temps dans la couche de liaison de données des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, et qui peuvent être connectés dans un environnement d'interconnexion de systèmes ouverts.

Les profils sont un moyen simple à plusieurs attributs de récapituler les capacités d'une mise en œuvre, et donc son applicabilité en fonction des différents besoins de communications à contrainte de temps.

1.5 Conformité

La présente partie de la CEI 61158 ne spécifie aucune mise en œuvre ou aucun produit individuel, de même qu'elle ne restreint nullement les mises en œuvre des entités de liaison de données dans les systèmes d'automatisation industriels.

Il n'y a pas de conformité des équipements à la présente norme de définition du service de couche de liaison de données. En revanche, la conformité est obtenue par la mise en œuvre du protocole de liaison de données correspondant qui exécute les services de couche de liaison de données de Type 18 définis dans la présente norme.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 61158-2 (Ed.4.0), *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique*

CEI 61158-3-18, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-18: Définition des services de la couche liaison de données – Eléments de type 18*

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

3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions

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 supplémentaires suivants:

3.1.1

identifiant de station DLE

adresse réseau attribuée à une DLE

3.1.2

emplacement de station DLE

unité (granularité de un) de mappage dépendant de la position (pour un champ de données cycliques) dont une DLE peut occuper un ou plusieurs emplacements, délimités par l'intervalle dont le début est l'identifiant de station DLE, sa longueur étant égale au nombre configuré d'emplacements occupés

3.1.3

DLE maître

DLE qui exécute les fonctions du maître de réseau

3.1.4

DLE de protocole compact du maître

DLE maître utilisant le protocole d'accès en réponse compacte

3.1.5

DLE d'interrogation séquentielle du maître

DLE maître utilisant le protocole d'accès en réponse sur interrogation séquentielle

3.1.6

réponse compacte

transmission de données gérée par le processus selon lequel un maître diffuse un message déclencheur, à la suite duquel chaque esclave attend pendant une période unique correspondant à son identifiant de station DLE, puis transmet sa réponse qui génère un compactage à partage de temps des réponses de tous les esclaves, ce compactage étant déclenché par une demande unique du maître

3.1.7

réponse sur interrogation séquentielle

transmission de données gérée par le processus selon lequel un maître interroge de manière individuelle chaque esclave dans un paradigme demande/réponse

3.1.8

DLE esclave

DLE qui exécute les fonctions de l'esclave de réseau

3.1.9

DLE de protocole compact de l'esclave

DLE esclave utilisant le protocole d'accès en réponse compacte

3.1.10

DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave

DLE esclave utilisant le protocole d'accès en réponse sur interrogation

3.2 Type 18 : Symboles

Symbole	Définition
RX	registre visible par l'utilisateur DLS contenant des données cycliques orientées sur les bits du type données d'entrée, transmis entre une DLE esclave et une DLE maître
RY	registre visible par l'utilisateur DLS contenant des données cycliques orientées sur les bits du type données de sortie, transmis entre une DLE maître et une DLE esclave

RWr	registre visible par l'utilisateur DLS contenant des données cycliques par mots du type données d'entrée, transmis entre une DLE esclave et une DLE maître
RWw	registre visible par l'utilisateur DLS contenant des données cycliques par mots du type données d'entrée, transmis entre une DLE maître et une DLE esclave

3.3 Type 18 : Conventions supplémentaires

3.3.1 Niveau de prise en charge d'une DLE

Il existe trois niveaux de prise en charge de la transmission de données applicables à une DLE.

- Niveau A – prend en charge uniquement la transmission de données cycliques orientées sur les bits
- Niveau B – inclut le niveau A, ainsi que la transmission de données cycliques par mots
- Niveau C – inclut le niveau B, ainsi que la transmission de données acycliques

4 Présentation du protocole DL

4.1 Introduction

Il existe quatre classes de DLE de Type 18:

- a) DLE d'interrogation séquentielle du maître
- b) DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave
- c) DLE de protocole compact du maître
- d) DLE de protocole compact de l'esclave.

Seules les classes DLE maîtres sont capables de générer un trafic de communication. Les DLE esclaves transmettent des données uniquement en réponse à des demandes de la DLE maître.

4.2 Classes de DLE sur interrogation

Une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave transmet une réponse immédiatement sur réception d'une demande d'interrogation séquentielle à codage explicite transmise par une DLE d'interrogation séquentielle du maître à la DLE esclave de même nature. Les classes d'interrogation séquentielle prennent en charge le transport de données tant cycliques qu'acycliques.

4.3 Classes de DLE compactes

Une DLE de protocole compact de l'esclave transmet une réponse après écoulement d'une période unique suite à la réception d'une demande d'interrogation séquentielle à codage explicite, émise par une DLE de protocole compact du maître. Ceci entraîne un compactage à partage de temps des réponses de toutes les DLE esclaves compactes, à la demande d'une DLE maître de même nature unique. Les classes compactes prennent en charge uniquement le transport de données cycliques.

5 Codage et transmission de DLPDU

5.1 Interface DL - PhL

5.1.1 Présentation générale

Les classes de DLE d'interrogation séquentielle utilisent le type d'interface standard Ph-MDS de Type 18. Les classes de DLE compactes utilisent le type haute densité Ph-MDS de Type 18.

La DLE suppose le recours à un ensemble de services d'assistance tel que décrit dans les paragraphes suivants, pour pouvoir exécuter les opérations de transmission, réception et gestion des données via la PhE.

5.1.2 Transmission

Une DLE de type 18 utilise la procédure de transmission de données suivante :

- 1) Segmenter les DLPDU en PhSDU (bits uniques) à l'aide du protocole HDLC spécifié en 5.1
- 2) demande Ph-Data (START-OF-ACTIVITY)
- 3) demande Ph-Data (PhSDU)
- 4) confirmation Ph-Data (SUCCÈS)
- 5) répéter les étapes (3) et (4)
- 6) demande Ph-Data (END-OF-ACTIVITY).

La DLE doit soutenir une fréquence de demandes PhS qui prend en charge le débit en bauds configuré réglementé par la confirmation de succès PH-DATA.

5.1.3 Réception

Une DLE de type 18 utilise la procédure de réception de données suivante :

- 1) indication Ph-Data (START-OF-ACTIVITY)
 - 2) indication Ph-Data (PhSDU)
 - 3) En l'absence d'indication Ph-Data (END-OF-ACTIVITY), répéter l'étape (2), dans le cas contraire, passer à l'étape (4)
- Reconstituer les PhSDU (bits uniques) en une DLPDU à l'aide du protocole HDLC spécifié en 5.1.

La DLE doit soutenir une fréquence d'indications PhS qui prend en charge le débit en bauds configuré.

5.1.4 Gestion

Une DLE de type 18 suppose que la PhE prend en charge les services suivants:

- PH-RESET
- PH-SET-VALUE (débit en bauds)

5.2 Codage de transmission des DLPDU

5.2.1 Généralités

La DL de Type 18 met en œuvre un sous-ensemble du protocole de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC) correspondant à l'ISO/CEI 13239:2002, appelé HDLC dans le reste du présent article, avec des exceptions spécifiées.

5.2.2 DLE sur interrogation

5.2.2.1 Préambule

Un préambule constitué de trois balises HDLC consécutives est transmis tel que défini par l'ISO/CEI 13239:2002 et présenté à la Figure 1.

0	1	1	1	1	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Figure 1 – Balise HDLC

5.2.2.2 Fin d'activité (end of activity)

Une fin de trame (end-of-frame) ou EOF constituée de trois balises HDLC consécutives est transmise tel que défini par l'ISO/CEI 13239:2002 et présenté à la Figure 1.

5.2.3 DLE compacte

5.2.3.1 Début d'activité (Start of activity)

Un préambule constitué d'une balise HDLC est transmis tel que défini par l'ISO/CEI 13239:2002 et présenté à la Figure 1.

5.2.3.2 Fin d'activité (end of activity)

Une fin de trame (end-of-frame) ou EOF constituée de une balise HDLC est transmise tel que défini par l'ISO/CEI 13239:2002 et présenté à la Figure 1.

5.2.4 Conventions HDLC

5.2.4.1 Codage des données

Le codage des données s'effectue par le codage NRZI défini par l'ISO/CEI 9314-1.

5.2.4.2 Format de trame

Le format de trame explicite est spécifié avec un champ d'adresse non normalisé, tel que spécifié en 5.2.5.1, et un champ de commande non normalisé, tel que spécifié en 5.2.5.2.

5.2.4.3 Champ de séquence de contrôle de trame

L'option Séquence de contrôle de trame à 16 bits (Contrôle de redondance cyclique, CRC) doit être mise en œuvre pour toutes les DLE de la classe sur interrogation. L'option Séquence de contrôle de trame à 8 bits (CRC) doit être mise en œuvre pour toutes les DLE de la classe compacte.

5.2.4.4 Champ de séquence de contrôle d'en-tête

Le champ de séquence de contrôle d'en-tête ne doit pas être mis en œuvre.

5.2.4.5 Mode opérationnel

Le mode de réponse normal (NRM) doit être mis en œuvre.

5.2.4.6 Débuter/interrompre la transmission – transparence de base

Le protocole utilisé pour la transparence de base ne doit pas être mis en œuvre.

5.2.4.7 Récapitulatif

Les conventions HDLC mises en œuvre par la DL sont résumées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Récapitulatif des conventions HDLC

Composant	Mise en œuvre
Codage des données	NRZI
Format de trame	trame autre que trame de base (explicite)
Champ de séquence de contrôle de trame	à 16 bits / 8 bits
Champ de séquence de contrôle d'en-tête	non mis en œuvre
Mode opérationnel	mode de réponse normal
Débuter/interrompre la transmission – transparence de base	non mis en œuvre

5.2.5 Exceptions HDLC

5.2.5.1 Champ d'adresse

La DLE met en œuvre un champ d'adresse à deux octets dont le codage n'est pas conforme à HDLC. Un sous-ensemble spécial des messages de type de réponse est défini excluant entièrement le champ d'adresse (longueur de champ = 0).

5.2.5.2 Champ de commande

La DLE met en œuvre un champ de commande à deux octets dont le codage n'est pas conforme à HDLC. Dans l'ensemble du présent article, le champ de commande est appelé champ d'état.

Un sous-ensemble spécial des transmissions de type de demande est défini excluant entièrement le champ d'état. Un autre sous-ensemble spécial des transmissions de type de réponse est défini avec un champ d'état de 4 bits abrégé.

5.2.5.3 Temporisation entre trames

La classe de DLE d'interrogation séquentielle met en œuvre une temporisation entre trames dont le codage n'est pas conforme à HDLC. La temporisation entre trames de la classe de DLE d'interrogation séquentielle doit être effectuée par la transmission d'un flux continu de valeurs 0 et 1 par alternance.

5.2.5.4 Récapitulatif

Les exceptions HDLC mises en œuvre par la DLE sont résumées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Récapitulatif des exceptions HDLC

Composant	Mise en œuvre
Champ d'adresse	champ de 16 bits conditionnel avec codage non normalisé
Champ de commande	champ de 16 bits/4 bits conditionnel avec codage non normalisé
Temporisation entre trames	remplissage de données de valeur 0-1 par alternance / un suivi de tous les zéros

5.2.6 Traitement d'erreur

Le codage et le décodage des trames HDLC dédiés à la transmission et à la réception des données peuvent, selon le cas, transmettre à l'utilisateur DLS une ou plusieurs indications d'erreur, tel qu'énuméré dans la liste suivante, et expliqué par l'ISO/CEI 13239:2002.

- a) erreur de trame – toute erreur liée à la structure de trame
- b) erreur crc – une transmission reçue contenait une valeur CRC non valide

- c) erreur d'abandon – réception d'une balise d'abandon en cours de transmission ou de réception
- d) débordement de la mémoire tampon – une mise en œuvre DLE a dépassé sa mémoire allouée pour la réception des données
- e) adresse non valide – réception d'une adresse source ou destination inattendue

6 DLPDU – structure de base

6.1 Présentation générale

Le présent article décrit la structure de base de la DLPDU. Généralement, la DLPDU de type 18 inclut un champ d'adresse, un champ d'état et un champ de données. Certains cas explicités dans le protocole DL de Type18 décrivent un ou plusieurs champs dont la longueur est nulle. Les formats spécifiques de la DLPDU sont détaillés à l'Article 7.

6.2 Champ d'adresse

6.2.1 Champ d'adresse généré par une DLE d'interrogation séquentielle du maître

Le champ d'adresse contient deux octets. Le premier octet (octet 0) identifie le type de transmission spécifié dans le Tableau 3. Le second octet (octet 1) spécifie l'adresse de destination (identifiant de station DLE).

Tableau 3 – Adresse de DLE d'interrogation séquentielle du maître, octet 0

Valeur (hexadécimale)	Type de transmission
FF	Poll-with-data (Interrogation séquentielle avec données)
FE	Poll (Interrogation séquentielle)
FD	Poll-with-test-data (Interrogation séquentielle avec données d'essai)
FC	Poll-test (Essai d'interrogation séquentielle)
FA	End-of-cycle (Fin de cycle)

6.2.2 Champ d'adresse généré par une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave

Le champ d'adresse contient deux octets. Le premier octet (octet 0) spécifie l'adresse source (identifiant de station DLE). Le second octet (octet 1) identifie le type de transmission spécifié dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Adresse de DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave, octet 0

Valeur (hexadécimale)	Type de transmission
FF	Poll-with-data-response (Interrogation séquentielle avec données-réponse)
FE	Poll-response (Interrogation séquentielle -réponse)
FD	Poll-with-test-data-response (Interrogation séquentielle avec données d'essai-réponse)
FC	Poll-test-response (Essai d'interrogation séquentielle -réponse)

NOTE Le type de transmission de réponse est un écho du type de transmission de demande.

6.2.3 Champ d'adresse généré par une DLE de protocole compact du maître

Le champ d'adresse contient deux octets.

Le premier octet (octet 0) identifie le type de transmission spécifié dans le Tableau 5. Les valeurs d'identification des types de transmission sont corrélées à la largeur de bit configurée de la DLE de protocole compact du maître tel qu'indiqué.

Le second octet (octet 1) spécifie l'identifiant de station DLE le plus élevé inclus dans la liste des DLE esclaves compactes. Pour les besoins des transmissions de type de synchronisation de débit en bauds et de données d'interrogation séquentielle initiale avec données d'essai, cette valeur est fixée à 64.

Tableau 5 – Adresse de DLE de protocole compact du maître, octet 0

Valeur (hexadécimale)	Largeur de bit correspondante	Type de transmission
DE	tous types	Synchronisation du débit en bauds
9E	4	Poll-with-test-data (Interrogation séquentielle avec données d'essai)
AE	8	
BE	16	
9A	4	Liste des DLE esclaves compactes connectées
AA	8	
BA	16	
5E	4	Poll-with-data (Interrogation séquentielle avec données)
6E	8	
7E	16	

6.2.4 Champ d'adresse généré par une DLE de protocole compact de l'esclave

La longueur du champ d'adresse dédié à la classe de DLE esclaves compactes est nulle.

6.3 Champ d'état

6.3.1 Champ d'état généré par une DLE de protocole compact du maître

Le champ d'état contient deux octets. Ces octets sont spécifiés dans le Tableau 6 et le Tableau 7. Les valeurs spécifiques sont actualisées à partir des DLSDU les plus récentes des services DL correspondants.

Tableau 6 – Etat d'une DLE de protocole compact du maître, octet 0

Bit	Définition
0	Etat de l'utilisateur DLS (0 = Arrêt; 1 = Exécution)
1	Etat de l'utilisateur DLS (0 = Normal, 1 = Anomalie)
2	Etat de rafraîchissement cyclique (0 = Arrêt; 1 = Exécution)
3	Etat acyclique (0 = Normal, 1 = Erreur)
4	Activation acyclique (0 = Désactivé; 1 = Activé)
5	Réservé
6	Réservé
7	Type de DLE maître (0 = Active; 1 = En veille)

Tableau 7 – Etat d'une DLE de protocole compact du maître, octet 1

Bit	Valeur	Définition
3 - 0	0	octets des données orientées sur les bits dans le champ de données cycliques
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9 - 15	
7 - 4	0	octets des données par mots dans le champ de données cycliques
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9 - 15	

6.3.2 Champ d'état généré par une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave

Le champ d'état contient deux octets. Ces octets sont spécifiés dans le Tableau 8 et le Tableau 9. Les valeurs spécifiques sont actualisées à partir des DLSDU les plus récentes des services DL correspondants.

Tableau 8 – Etat d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave, octet 0

Bit	Définition
0	Etat de protection de l'utilisateur DLS (0 = Normal, 1 = Anormal)
1	Etat de l'utilisateur DLS (0 = Normal, 1 = Anomalie)
2	Etat de rafraîchissement cyclique (0 = Réalisé 1 = Non reçu)
3	Etat de réception des paramètres de DLE esclave (0 = Réalisé 1 = Non reçu)
4	Etat commutateur de l'utilisateur DLS (0 = Aucune modification, 1 = Modifié)
5	Transmission cyclique activée (0 = Activée; 1 = Désactivée)
6	réservé
7	Etat du temporisateur (chien de garde) de l'utilisateur DLS (0 = Normal, 1 = erreur WDT détectée)

Tableau 9 – Etat d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave, octet 1

Bit	Définition
0	Etat acyclique (0 = Normal, 1 = Erreur)
1	Activation acyclique (0 = Désactivé; 1 = Activé)
2	Type acyclique (0 = Maître/Esclave; 1 = Entre homologues)
3	réservé
4	Etat de transmission (0 = Normal, 1 = Anomalie)
5	réservé (réglé sur 1)
7 - 6	0 = 1x facteur de segmentation cyclique (ou segmentation de données cycliques non prise en charge) 1 = 2x facteur de segmentation cyclique 2 = 4x facteur de segmentation cyclique 3 = 8x facteur de segmentation cyclique

6.3.3 Champ d'état généré par une DLE de protocole compact du maître

La longueur du champ d'état dédié à la classe de DLE maîtres compacts est nulle.

6.3.4 Champ d'état généré par une DLE de protocole compact de l'esclave

La longueur du champ d'état dédié à la classe de DLE esclaves compacts est de 4 bits, tel que spécifié dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Etat d'une DLE de protocole compact de l'esclave

Bit	Définition
0	état d'une DLE de protocole compact de l'esclave (0 = Normal, 1 = Erreur)
1	données de configuration d'une DLE de protocole compact de l'esclave transmises (0 = faux, 1 = vrai)
2	parité (prévoit une parité paire pour une combinaison champ d'état et champ de données)
3	réservé (valeur définie = 0)

6.4 Champ de données

6.4.1 Champ d'état généré par une DLE d'interrogation séquentielle du maître

6.4.1.1 Présentation générale

Le champ de données est constitué de 3 parties séquentielles : données cycliques orientées sur les bits, données cycliques par mots et données acycliques. Toutefois, le champ de données est formaté de manière différente pour certaines procédures de gestion tel que spécifié à l'Article 9.

6.4.1.2 Champ de données cycliques orientées sur les bits

La longueur du champ de données cycliques orientées sur les bits est spécifiée dans le champ d'état. Les octets sont attribués par position aux emplacements de station DLE avec 4 octets par emplacement (les 4 premiers octets appartenant à l'emplacement de station DLE 1).

6.4.1.3 Champ de données cycliques par mots

La longueur du champ de données cycliques par mots est spécifiée dans le champ d'état. Les mots sont attribués par position aux emplacements de station DLE avec 4 mots par emplacement (les 4 premiers mots appartenant à l'emplacement de station DLE 1).

6.4.1.4 Champ de données acycliques

Le champ de données acycliques est spécifié dans le Tableau 11.

Tableau 11 – DLPDU – Champ de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître

Champ	Taille (octets)	Valeur
Longueur	1	Nombre d'octets en commençant par le champ Nombre de segments dans la plage 0 – 148
Type et séquence	1	bits 3 – 0 = type (valeur définie = 0) <u>DLE d'interrogation séquentielle du maître:</u> bits 4 – 7 = numéro de séquence dans la plage 1-7 (incrémenté de 1 à chaque demande successive ACYCLIC-DATA-SEND, retour à 1 après la valeur 7) <u>DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave:</u> bits 6 – 4 = utilisé par le protocole DL pour segmentation et réassemblage Bit 7 = balise de séquence, alternant la valeur 0 et 1 pour chaque demande successive ACYCLIC-DATA-SEND
Nombre de segments	0 ou 1	Utilisé pour la segmentation et le réassemblage tel que spécifié en 7.1.3
Type de données	0 ou 1	b7 = priorité (0 = basse; 1 = élevée) b6 = réponse requise (0 = vrai; 1 = faux) b5 – b0 = réservé
Adresse de destination	0 ou 1	Identifiant de station DLE de la DLE de destination
Adresse source	0 ou 1	Identifiant de station DLE spécifié dans la DLSDU du service ESTABLISH-MASTER-POLLED utilisé pour instancier cette DLE
Données	0 – 144	Message acyclique tel que spécifié en 7.1.3

6.4.2 Champ de données généré par une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave

6.4.2.1 Présentation générale

Le champ de données est constitué de 3 parties séquentielles : données cycliques orientées sur les bits, données cycliques par mots et données acycliques. Toutefois, le champ de données est formaté de manière différente pour certaines procédures de gestion tel que spécifié à l'Article 9.

6.4.2.2 Champ de données cycliques orientées sur les bits

La longueur du champ de données cycliques orientées sur les bits est spécifiée par le nombre d'emplacements de station DLE occupés. Il existe 4 octets par emplacement.

6.4.2.3 Champ de données cycliques par mots

La longueur du champ de données cycliques par mots est spécifiée par le nombre d'emplacements de station DLE occupés. Il existe 4 mots par emplacement.

6.4.2.4 Champ de données acycliques

Le champ de données acycliques est spécifié dans le Tableau 12.

Tableau 12 – DLPDU – Champ de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave

Champ	Taille (octets)	Valeur
Longueur	1	Nombre d'octets en commençant par le champ Nombre de segments dans la plage 0 – 32
Type et séquence	1	Tel que spécifié dans la DLSDU Les bits 5-7 sont utilisés dans la segmentation et le réassemblage tel que spécifié en 7.1.3.
Nombre de segments	0 ou 1	utilisé pour la segmentation et le réassemblage tel que spécifié en 7.1.3.
Type de données	0 ou 1	Tel que spécifié dans la DLSDU
Adresse de destination	0 ou 1	Identifiant de station DLE de la DLE de destination
Adresse source	0 ou 1	identifiant de station DLE spécifié dans la DLSDU du service ESTABLISH-SLAVE-POLLED utilisé pour instancier cette DLE
Données	0 – 28	Segment de message acyclique tel que spécifié en 7.1.3

6.4.3 Champ de données généré par une DLE de protocole compact du maître

En règle générale, sur la base de la largeur de bit configurée d'une DLE de protocole compact du maître, le compactage du champ de données s'effectue avec les données (orientées sur les bits) RY dans une séquence dépendant de la position corrélée à l'identifiant de station DLE. De plus amples détails sont spécifiés dans la description de la méthode de traitement des DLE maîtres compactes définie en 8.6.

Le format du champ de données d'une DLE de protocole compact du maître ne comporte pas de données RY pour certaines instances de procédures de gestion tel que spécifié à l'Article 9.

6.4.4 Champ de données généré par une DLE de protocole compact de l'esclave

En règle générale, le champ de données dédié à la classe de DLE esclaves compactes est basé sur la largeur de bit configurée et comporte uniquement les données (orientées sur les bits) RX.

Le format du champ de données d'une DLE de protocole compact de l'esclave ne comporte pas de données RX pour certaines instances de procédures de gestion tel que spécifié à l'Article 9.

7 DLPDU – Structure détaillée, segmentation et réassemblage

7.1.1 Présentation générale

Le présent article décrit la structure détaillée et le formatage de la DLPDU de Type 18. Ceci inclut la spécification de format, ainsi que la segmentation et le réassemblage de la DLPDU le cas échéant.

7.1.2 Données cycliques

7.1.2.1 Champ de données cycliques d'une DLE contiguë sur interrogation séquentielle

7.1.2.1.1 Champ de données orientées sur les bits

La longueur d'un champ de données orientées sur les bits (données RY) de la DLPDU d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître, et spécifiée dans le champ d'état de la DLPDU, est de 256 octets. Les données RY sont alignées de manière séquentielle dans le champ de

données selon la valeur de l'identifiant de station DLE dans un ordre contigu entre la valeur 1 de l'identifiant de station DLE et la valeur maximale de ce dernier, représentée par le code de longueur dans le champ d'état de la DLPDU. Voir le Tableau 13 pour un exemple de champ de données contiguës RY d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître, le champ ayant une longueur maximale.

Tableau 13 – Exemple de champ de données contiguës RY d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître

Octet	Données
0 – 3	données RY pour un identifiant de station DLE = 1
4 – 7	données RY pour un identifiant de station DLE = 2
$4^n - (4^n + 3)$	données RY pour un identifiant de station DLE = $n + 1$
...	
252 – 255	données RY pour un identifiant de station DLE = 64

La longueur d'un champ de données orientées sur les bits (données RX) de la DLPDU d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave est égale à 4 octets pour chaque emplacement de station DLE occupé (1 – 4) pour lequel la DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave est configurée. Voir le Tableau 14 pour un exemple de champ de données contiguës RX d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave, le champ ayant une longueur maximale.

Tableau 14 – Exemple de champ de données contiguës RX d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave

Octet	Données
0 – 3	données RX pour un emplacement de station DLE occupé = 1
4 – 7	données RX pour un emplacement de station DLE occupé = 2
8 – 11	données RX pour un emplacement de station DLE occupé = 3
12 – 15	données RX pour un emplacement de station DLE occupé = 4

7.1.2.1.2 Champ de données par mots

La longueur d'un champ de données par mots (données RWw) de la DLPDU d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître, et spécifiée dans le champ d'état de la DLPDU, est de 256 mots (512 octets). Les données RWw sont alignées de manière séquentielle dans le champ de données selon la valeur de l'identifiant de station DLE dans un ordre contigu entre la valeur 1 de l'identifiant de station DLE et la valeur maximale de ce dernier, représentée par le code de longueur dans le champ d'état de la DLPDU. Voir le Tableau 15 pour un exemple de champ de données contiguës RWw d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître, le champ ayant une longueur maximale.

Tableau 15 – Exemple de champ de données contiguës RWw d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître

Mot	Données
0 – 3	données RWw pour un identifiant de station DLE = 1
4 – 7	données RWw pour un identifiant de station DLE = 2
$4^n - (4^n + 3)$	données RWw pour un identifiant de station DLE = $n + 1$
...	
252 – 255	données RWw pour un identifiant de station DLE = 64

La longueur d'un champ de données par mots (données RWr) de la DLPDU d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave est égale à 4 mots (8 octets) pour chaque emplacement de station DLE occupé (1 - 4) pour lequel la DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave est configurée. Voir le Tableau 16 pour un exemple de champ de données contiguës RWr d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave, le champ ayant une longueur maximale.

Tableau 16 – Exemple de champ de données contiguës RWr d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave

Mot	Données
0 – 3	données RWr pour un emplacement de station DLE occupé = 1
4 – 7	données RWr pour un emplacement de station DLE occupé = 2
8 – 11	données RWr pour un emplacement de station DLE occupé = 3
12 – 15	données RWr pour un emplacement de station DLE occupé = 4

7.1.2.2 Champ segmenté de données cycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle

7.1.2.2.1 Champ de données orientées sur les bits

Un champ segmenté de données orientées sur les bits, configuré avec un facteur de segmentation cyclique de x1 présente un format identique à celui du champ qui lui est contigu. La segmentation et le réassemblage sont nécessaires pour les valeurs de facteur de segmentation cyclique configurées suivantes: 2x, 4x et 8x.

Un champ segmenté de données orientées sur les bits (données RY d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître ou données RX d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave) présente un format identique à celui du champ qui lui est contigu, en y ajoutant un en-tête de segment à deux octets qui se substitue aux deux premiers octets du champ de données RX et RY pour chaque identifiant de station DLE, pour lequel la segmentation des données cycliques est activée. L'en-tête de segment est spécifié dans le Tableau 17.

Tableau 17 – En-tête de segment orienté sur les bits

Octet	Bit	Description
0	0 – 7	réservé
1	0 – 3	identifiant de segment maître
	4 – 7	identifiant de segment esclave

L'identifiant de segment débute par une valeur égale au facteur de segmentation cyclique moins un et diminue pour chaque segment suivant jusqu'à la transmission du dernier segment avec un identifiant de segment égal à zéro. De ce fait, le dernier segment est transmis en premier lieu.

Dans le cas des transmissions à partir de la DLE d'interrogation séquentielle du maître, l'identifiant de segment maître indique le numéro de séquence du segment de données cycliques transmis (RY et RWw), tandis que l'identifiant de segment esclave indique le dernier segment de données cycliques reçu (RX et RWr) provenant de la DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave correspondante.

Inversement, dans le cas des transmissions à partir de la DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave, l'identifiant de segment maître indique le dernier segment de données cycliques reçu (RY et RWw) provenant de la DLE d'interrogation séquentielle du maître, tandis que l'identifiant de segment esclave indique le numéro de séquence du segment de données cycliques transmis (RX et RWr).

7.1.2.2.2 Champ de données par mots

Un champ segmenté de données par mots, configuré avec un facteur de segmentation cyclique de x1 présente un format identique à celui du champ qui lui est contigu.

Un champ segmenté de données par mots (données RWw d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître ou données RWr d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave) présente également le même format que le champ qui lui est contigu. Toutefois, la segmentation des données contenues dans ce champ s'effectue en utilisant l'en-tête de segment du champ de données orientées sur les bits correspondant pour le processus de segmentation et de réassemblage.

7.1.2.3 Champ de données cycliques d'une DLE compacte

Le champ de données de la DLPDU d'une classe de DLE compactes contient uniquement des données orientées sur les bits compacts, à savoir des données RY pour une DLE de protocole compact du maître, et des données RX pour une DLE de protocole compact de l'esclave, tel que spécifié par la structure de base d'une DLPDU pour la classe de DLE compactes définie en 6.4.

7.1.3 Données acycliques

7.1.3.1 Champ de données acycliques d'une DLE contiguë sur interrogation séquentielle

La DLSDU de demande ACYCLIC-DATA-TRANSMIT d'une DLE d'interrogation séquentielle du maître adaptée au champ de données acycliques de ladite DLE, tel que spécifié en 6.4.1.4, est transmise dans ce champ dans son intégralité, avec inscription d'une valeur de 0 dans le champ de nombre de segments.

De la même façon, la DLSDU de réponse ACYCLIC-DATA-TRANSMIT d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave adaptée au champ de données acycliques de ladite DLE, tel que spécifié en 6.4.2.4, est transmise dans ce champ dans son intégralité, avec inscription d'une valeur de 0 dans le champ de nombre de segments.

7.1.3.2 Champ segmenté de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle

7.1.3.2.1 Généralités

La structure d'un champ segmenté de données acycliques est identique au champ qui lui est contigu, les données contenues dans ce champ étant toutefois transmises dans des segments successifs, les champs de type et de séquence et de nombre de segments servant pour leur part à identifier ces segments.

Le format du champ de nombre de segments est spécifié dans le Tableau 18.

Tableau 18 – Champ de nombre de segments de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle

Bit	Données
0 – 2	identifiant de segment
3 – 6	réservé
7	premier segment (0 = faux; 1 = vrai)

L'identifiant de segment débute par une valeur égale au nombre de segments nécessaires pour transmettre les données acycliques, et diminue pour chaque segment suivant jusqu'à la

transmission du dernier segment avec un identifiant de segment égal à un. De ce fait, le dernier segment est transmis en premier lieu.

Une valeur d'identifiant de segment égale à zéro permet d'identifier un champ de données acycliques contigu, contenant un seul segment.

7.1.3.2.2 Segmentation imbriquée

Outre la segmentation générale, une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave utilise le cas échéant, et ce, en raison de la longueur limitée de son champ de données acycliques, des segments imbriqués supplémentaires internes à chaque segment. Ces segments imbriqués sont transmis en séquence, dans une série de transmissions de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave avec le même nombre de segments. Le champ de type et de séquence du champ de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave permet d'identifier les segments imbriqués, tel que spécifié dans le Tableau 19.

Tableau 19 – Champ de type et de séquence du champ de données acycliques d'une DLE d'interrogation séquentielle de l'esclave

Bit	Données
0 – 3	tel que spécifié dans la DLSDU
4 – 6	identifiant de segment imbriqué
7	tel que spécifié dans la DLSDU

L'identifiant de segment imbriqué débute par une valeur égale au nombre de segments imbriqués nécessaires pour transmettre un segment entier (5 segments imbriqués au maximum), et diminue pour chaque segment imbriqué suivant jusqu'à la transmission du dernier segment imbriqué avec un identifiant de segment de même nature égal à un. De ce fait, le dernier segment imbriqué est transmis en premier lieu.

La DLPDU du segment imbriqué est un cas spécial de DLPDU de données acycliques en ce sens que les segments imbriqués avec des valeurs d'identifiant comprises entre 2 et 5 ne comprennent pas les champs suivants: type de données, adresse de destination ou de source. Par conséquent, pour ces segments imbriqués, le champ de données suit immédiatement le champ de nombre de segments.

Une valeur d'identifiant de segment imbriqué égale à zéro permet d'identifier un segment contigu, contenant un seul segment imbriqué.

8 Méthodes de transmission de données

8.1 Présentation générale

Les méthodes de transmission de données représentent les moyens par lesquels une DLE réalise ses fonctions et affecte le comportement du protocole DL. Les méthodes sont initiées, exécutées et achevées sous le contrôle des services sollicités, tel que spécifié dans le service DL de Type 18, et par les procédures mentionnées à l'Article 9.

8.2 Méthode utilisant une DLE d'interrogation séquentielle du maître

La DLE d'interrogation séquentielle du maître applique la méthode suivante une seule fois, en réponse à une demande MASTER-TRANSMISSION-TRIGGER.

- 1) Transmission d'une DLPDU de type poll-with-data tel que spécifié dans le Tableau 20, par une segmentation, le cas échéant; des champs de données tel que spécifié à l'Article 7.