

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 4-16: Data-link layer protocol specification – Type 16 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 4-16: Spécification de protocole de la couche de liaison de données –
Éléments de Type 16**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-16:2007



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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line 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 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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 la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. 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 au monde 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 les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

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 4-16: Data-link layer protocol specification – Type 16 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 4-16: Spécification de protocole de la couche de liaison de données –
Éléments de Type 16**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XE

ICS 25.040.40; 35.100.20

ISBN 978-2-8322-0990-5

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

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
1.1 General.....	10
1.2 Specifications.....	10
1.3 Procedures.....	10
1.4 Applicability.....	10
1.5 Conformance.....	10
2 Normative references	11
3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions	11
3.1 Reference model terms and definitions.....	11
3.2 Service convention terms and definitions.....	13
3.3 Other terms and definitions	14
3.4 Abbreviations	18
3.5 Symbols	20
3.6 DLPDU IDN concept.....	21
4 DL-protocol overview.....	21
5 Basic DLPDU structure.....	22
5.1 Overview.....	22
5.2 MST DLPDU.....	23
5.3 MDT DLPDU	24
5.4 AT DLPDU	31
6 Network management methods.....	38
6.1 Overview.....	38
6.2 Enable and disable cyclic communication.....	38
6.3 File transfer.....	43
6.4 Status procedures	44
7 Data transmission methods	44
7.1 Overview.....	44
7.2 SVC	44
7.3 RTC	56
8 DL management	57
8.1 Overview.....	57
8.2 Access to PhL	57
9 Error handling and monitoring	62
9.1 Invalid telegrams.....	62
9.2 Response to MDT and AT telegram failure	63
9.3 Reaction to handshake timeout	64
9.4 Service channel error messages.....	65
9.5 Reaction to error messages in the service channel.....	67
9.6 Error counters in the master and the slave	67
9.7 Error effects on communication phases	69
9.8 Monitoring in the master	69
9.9 Monitoring in the slave	70
Annex A (normative) – IDN – Identification numbers	72
A.1 IDN specification	72

A.2 Identification numbers in numerical orders	79
A.3 Detailed specification of communication-related IDNs	80
Bibliography.....	108
Figure 1 – Relationships of DLSAPs, DLSAP-addresses and group DL-addresses	16
Figure 2 – Master service INFO field k	26
Figure 3 – Structure of the master data telegram	27
Figure 4 – Device service INFO field m	32
Figure 5 – Timing of U/D bits in CP5	36
Figure 6 – Timing of U/D bits in CP6	38
Figure 7 – Switching to CP0.....	43
Figure 8 – Phase transitions	43
Figure 9 – Service channel handling diagram.....	46
Figure 10 – Communication step proceeding diagram	48
Figure 11 – State machine for procedure command execution	53
Figure 12 – Interaction of procedure command control and acknowledgement	54
Figure 13 – Procedure command execution without interrupt.....	55
Figure 14 – Procedure command execution with interrupt.....	55
Figure 15 – Procedure command execution with error message.....	56
Figure 16 – Access to the transfer medium	58
Figure 17 – Timing diagram for CP0	59
Figure 18 – Telegram transmission starting times of CP1 and CP2	59
Figure 19 – Timing diagram for cyclic operation	60
Figure 20 – Telegram transmission times in CP5	61
Figure 21 – Telegram transmission times in CP6	61
Figure 22 – Required time intervals between telegrams	62
Figure A.1 – General IDN structure	73
Figure A.2 – IDN name structure.....	73
Figure A.3 – IDN data unit structure.....	76
Figure A.4 – Structure of IDN operation data with variable length	77
Figure A.5 – Example of the structure of an IDN-list.....	78
Figure A.6 – SLKN example.....	95
Table 1 – General telegram structure.....	22
Table 2 – BOF field.....	22
Table 3 – Device address field.....	23
Table 4 – FCS field	23
Table 5 – Master synchronization telegram structure	23
Table 6 – MST INFO field	24
Table 7 – Data fields of the master data telegram	24
Table 8 – Master real-time data (for each device)	25
Table 9 – Control word description (DLL)	25
Table 10 – Structure of the ID request telegram in CP1	26

Table 11 – Structure of MDT in CP5	27
Table 12 – Structure of Data Record in MDT in CP5	28
Table 13 – File block size in CP5	28
Table 14 – U/D control word in CP5	28
Table 15 – Structure of MDT in CP6	29
Table 16 – Structure of data record field in MDT in CP6	30
Table 17 – U/D control word in CP6	30
Table 18 – Data field of the acknowledge telegram	31
Table 19– AT real-time data (for each device).....	31
Table 20 – Status word description (DLL)	32
Table 21 – Structure of the ID acknowledge telegram in CP1	33
Table 22 – Structure of the operation data of device m in acknowledge telegram	33
Table 23 – Structure of AT in CP5	34
Table 24 – Structure of data record in AT in CP5	34
Table 25 – U/D status word in CP5	34
Table 26 – File block index in CP5	35
Table 27 – Structure of AT in CP6	36
Table 28 – Structure of data record in AT in CP6	36
Table 29 – File block size in CP6	36
Table 30 – U/D status word in CP6	37
Table 31 – File block index in CP6	38
Table 32 – List of IDNs element and step numbers	47
Table 33 – Condition for modifying data block elements	47
Table 34 – SVC channel evaluation	49
Table 35 – IDN for list transfer	50
Table 36 – Procedure command control	50
Table 37 – Procedure command acknowledgment (data status)	51
Table 38 – Allowed jitter	58
Table 39 – Jitter in t_2	60
Table 40 – Jitter in t_1	61
Table 41 – Loss or failure of master synchronization telegram (MST)	63
Table 42 – Failure of master data telegrams (MDT)	64
Table 43 – Failure of acknowledge telegrams (AT)	64
Table 44 – Reaction to handshake timeout	64
Table 45 – Error messages	65
Table 46 – Reaction to error message	67
Table 47 – States of error counters 1 in the master for MST and AT failures	67
Table 48 – States of error counter 1 in the devices for MST-failures in CP3 and CP4	67
Table 49 – States of error counter 1 in the devices for MDT-failures in CP4	67
Table 50 – States of error counters 2 in the master for AT-failures	68
Table 51 – States of error counter 2 in the devices for MST-failures	68
Table 52 – States of error counter 2 in the devices for MDT-failures	69
Table 53 – Master monitoring	70

Table 54 – Slave monitoring	71
Table A.1 – Data block structure	72
Table A.2 – IDN structure	73
Table A.3 – Element 3 of IDNs	74
Table A.4 – Valid combinations of the display formats	75
Table A.5 – Data status structure	79
Table A.6 – Communication related IDN list that are relevant for Type 16	79
Table A.7 – Attributes for IDN S-0-0001	81
Table A.8 – Attributes for IDN S-0-0002	81
Table A.9 – Attributes for IDN S-0-0003	82
Table A.10 – Attributes for IDN S-0-0004	82
Table A.11 – Attributes for IDN S-0-0006	83
Table A.12 – Attributes for IDN S-0-0008	83
Table A.13 – Attributes for IDN S-0-0009	84
Table A.14 – Attributes for IDN S-0-0010	84
Table A.15 – Attributes for IDN S-0-0011	85
Table A.16 – Structure of C1D	85
Table A.17 – Attributes for IDN S-0-0014	86
Table A.18 – Structure of interface status	86
Table A.19 – Attributes for IDN S-0-0015	87
Table A.20 – Structure of telegram type parameter	88
Table A.21 – Attributes for IDN S-0-0016	88
Table A.22 – Attributes for IDN S-0-0018	89
Table A.23 – Attributes for IDN S-0-0019	89
Table A.24 – Attributes for IDN S-0-0021	90
Table A.25 – Attributes for IDN S-0-0022	90
Table A.26 – Attributes for IDN S-0-0024	91
Table A.27 – Attributes for IDN S-0-0028	91
Table A.28 – Attributes for IDN S-0-0029	92
Table A.29 – Attributes for IDN S-0-0087	92
Table A.30 – Attributes for IDN S-0-0088	93
Table A.31 – Attributes for IDN S-0-0089	93
Table A.32 – Attributes for IDN S-0-0090	94
Table A.33 – Attributes for IDN S-0-0096	94
Table A.34 – Structure of SLKN	95
Table A.35 – Attributes for IDN S-0-0097	95
Table A.36 – Structure of Mask C2D	96
Table A.37 – Attributes for IDN S-0-0098	96
Table A.38 – Structure of Mask C3D	96
Table A.39 – Attributes for IDN S-0-0127	97
Table A.40 – Attributes for IDN S-0-0128	97
Table A.41 – Attributes for IDN S-0-0134	98
Table A.42 – Attributes for IDN S-0-0135	98

Table A.43 – Attributes for IDN S-0-0143	99
Table A.44 – Structure of Type 16 version	99
Table A.45 – Attributes for IDN S-0-0185	100
Table A.46 – Attributes for IDN S-0-0186	100
Table A.47 – Attributes for IDN S-0-0187	101
Table A.48 – Attributes for IDN S-0-0188	101
Table A.49 – Attributes for IDN S-0-0301	102
Table A.50 – Attributes for IDN S-0-0303	102
Table A.51 – Attributes for IDN S-0-0305	103
Table A.52 – Attributes for IDN S-0-0307	103
Table A.53 – Attributes for IDN S-0-0394	104
Table A.54 – Attributes for IDN S-0-0395	104
Table A.55 – Attributes for IDN S-0-0396	105
Table A.56 – Attributes for IDN S-0-0397	105
Table A.57 – Attributes for IDN S-0-0413	106
Table A.58 – Attributes for IDN S-0-0414	106
Table A.59 – Attributes for IDN S-0-0415	107
Table A.60 – Attributes for IDN S-0-0416	107

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-16:2007

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELDBUS SPECIFICATIONS –****Part 4-16: Data-link layer protocol specification – Type 16 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.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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.

International Standard IEC 61158-4-16 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 publication, together with its companion parts for Type 16, also partially replaces IEC 61491:2002 which is at present being revised. IEC 61491 will be issued as a technical report.

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.

This bilingual version (2013-09) corresponds to the monolingual English version, published in 2007-12.

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

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

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

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

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.

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

INTRODUCTION

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-16:2007

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 4-16: Data-link layer protocol specification – Type 16 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 standard specifies

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

1.3 Procedures

The procedures are defined in terms of

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

1.4 Applicability

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

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

1.5 Conformance

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

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 61158-3-16, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications - Part 3-16: Data-link layer service definition – Type 16 elements*

IEC 61800-7-20x (all subparts), *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-20x: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Profile type x specification*¹

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

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

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

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

ITU X.25, *Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-terminating Equipment (DCE) for terminals operating in the packet mode and connected to public data networks by dedicated circuit*

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 terms defined therein:

3.1.1 DL-address	[7498-3]
3.1.2 DL-address-mapping	[7498-1]
3.1.3 called-DL-address	[7498-3]
3.1.4 calling-DL-address	[7498-3]
3.1.5 centralized multi-end-point-connection	[7498-1]
3.1.6 DL-connection	[7498-1]
3.1.7 DL-connection-end-point	[7498-1]

¹ At present, these subparts are IEC 61800-7-201, 7-202, 7-203 and 7-204.

3.1.8 DL-connection-end-point-identifier	[7498-1]
3.1.9 DL-connection-mode transmission	[7498-1]
3.1.10 DL-connectionless-mode transmission	[7498-1]
3.1.11 correspondent (N)-entities	[7498-1]
correspondent DL-entities (N=2)	
correspondent Ph-entities (N=1)	
3.1.12 DL-duplex-transmission	[7498-1]
3.1.13 (N)-entity	[7498-1]
DL-entity (N=2)	
Ph-entity (N=1)	
3.1.14 DL-facility	[7498-1]
3.1.15 flow control	[7498-1]
3.1.16 (N)-layer	[7498-1]
DL-layer (N=2)	
Ph-layer (N=1)	
3.1.17 layer-management	[7498-1]
3.1.18 DL-local-view	[7498-3]
3.1.19 DL-name	[7498-3]
3.1.20 naming-(addressing)-domain	[7498-3]
3.1.21 peer-entities	[7498-1]
3.1.22 primitive name	[7498-3]
3.1.23 DL-protocol	[7498-1]
3.1.24 DL-protocol-connection-identifier	[7498-1]
3.1.25 DL-protocol-data-unit	[7498-1]
3.1.26 DL-relay	[7498-1]
3.1.27 reset	[7498-1]
3.1.28 responding-DL-address	[7498-3]
3.1.29 routing	[7498-1]
3.1.30 segmenting	[7498-1]
3.1.31 (N)-service	[7498-1]
DL-service (N=2)	
Ph-service (N=1)	
3.1.32 (N)-service-access-point	[7498-1]
DL-service-access-point (N=2)	
Ph-service-access-point (N=1)	
3.1.33 DL-service-access-point-address	[7498-3]
3.1.34 DL-service-connection-identifier	[7498-1]

3.1.35 DL-service-data-unit	[7498-1]
3.1.36 DL-simplex-transmission	[7498-1]
3.1.37 DL-subsystem	[7498-1]
3.1.38 systems-management	[7498-1]
3.1.39 DL-user-data	[7498-1]

3.2 Service convention terms and definitions

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

- 3.2.1 acceptor**
- 3.2.2 asymmetrical service**
- 3.2.3 confirm (primitive);
requestor.deliver (primitive)**
- 3.2.4 deliver (primitive)**
- 3.2.5 DL-confirmed-facility**
- 3.2.6 DL-facility**
- 3.2.7 DL-local-view**
- 3.2.8 DL-mandatory-facility**
- 3.2.9 DL-non-confirmed-facility**
- 3.2.10 DL-provider-initiated-facility**
- 3.2.11 DL-provider-optional-facility**
- 3.2.12 DL-service-primitive;
primitive**
- 3.2.13 DL-service-provider**
- 3.2.14 DL-service-user**
- 3.2.15 DL-user-optional-facility**
- 3.2.16 indication (primitive);
acceptor.deliver (primitive)**
- 3.2.17 multi-peer**
- 3.2.18 request (primitive);
requestor.submit (primitive)**
- 3.2.19 requestor**
- 3.2.20 response (primitive);
acceptor.submit (primitive)**
- 3.2.21 submit (primitive)**
- 3.2.22 symmetrical service**

3.3 Other terms and definitions

3.3.1

acknowledge telegram (AT)

telegram, in which each slave inserts its data

3.3.2

broadcast

transmission to all devices in a network without any acknowledgment by the receivers

3.3.3

communication cycle

fixed time period between two master synchronization telegrams in which real-time telegrams are transmitted in the RT channel and non real-time telegrams are transmitted in the IP channel

3.3.4

control unit

control device (e.g., a PLC as specified in the IEC 61131 standard family)

3.3.5

control word

two adjacent octets inside the master data telegram containing commands for the addressed device

3.3.6

cycle time

duration of a communication cycle

3.3.7

cyclic communication

periodic exchange of telegrams

3.3.8

cyclic data

part of a telegram, which does not change its meaning during cyclic operation of the network

3.3.9

cyclic operation

operation in which devices in the communication network are addressed and queried one after the other at fixed, constant time intervals

3.3.10

data exchange

demand dependent, non cyclic transmission (service channel), whereas transmission of information occurs upon master request

3.3.11

delimiter, telegram delimiter

beginning and ending identifiers of a telegram (eight bits: 01111110_B)

3.3.12

device

a slave in the communication network, (e.g., a power drive system as defined in the IEC 61800 standard family, I/O stations as defined in the IEC 61131 standard family)

3.3.13**device address field**

address field (eight bits) containing the address of the device

3.3.14**device status**

four adjacent octets inside the acknowledge telegram containing status information for each device

3.3.15**DLE station identifier**

network address assigned to a DLE

3.3.16**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

3.3.17**DL-segment, link, local link**

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

3.3.18**DLSAP**

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

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

3.3.19**DL(SAP)-address**

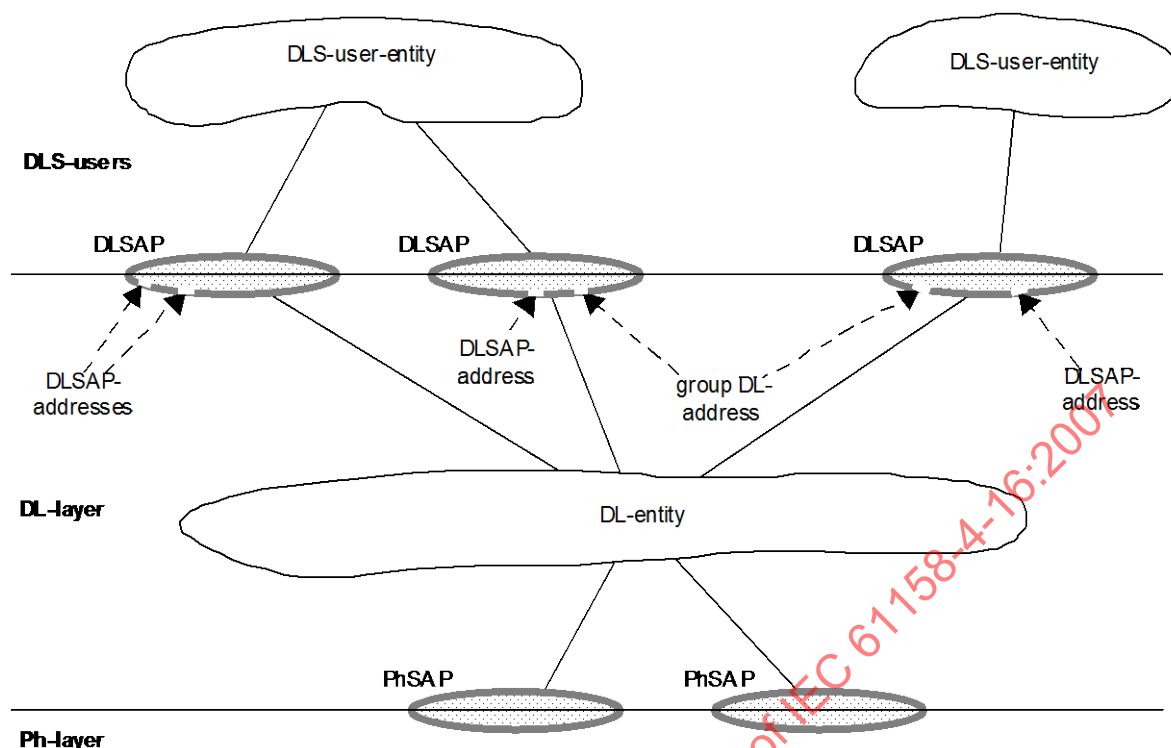
either an individual DLSAP-address, designating a single DLSAP of a single DLS-user, or a group DL-address potentially designating multiple DLSAPs, each of a single DLS-user

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

3.3.20**(individual) DLSAP-address**

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

NOTE A single DL-entity may have multiple DLSAP-addresses associated with a single DLSAP. (See Figure 1.)



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

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

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

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

3.3.21 element

part of IDNs – each IDN has 7 elements, whereas each one has a specific meaning (e.g., number, name, data)

3.3.22 extended link

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

NOTE An extended link may be composed of just a single link.

3.3.23 frame

denigrated synonym for DLPDU

3.3.24 frame check sequence (FCS)

check character sequence consists of a given number of bits (e.g., 16, 32) which is generated by means of a cyclic redundancy check (CRC) character polynomial in accordance with ITU-T X.25

3.3.25**group DL-address**

DL-address that potentially designates more than one DLSAP within the extended link. A single DL-entity may have multiple group DL-addresses associated with a single DLSAP. A single DL-entity also may have a single group DL-address associated with more than one DLSAP

3.3.26**hot plug**

possibility to open the communication network and insert or remove slaves while the network is still in real-time operation

3.3.27**identification number (IDN)**

designation of operating data under which a data block is preserved with its attribute, name, unit, minimum and maximum input values, and the data

3.3.28**master**

node, which assigns the other nodes (i.e., slaves) the right to transmit

3.3.29**master data telegram (MDT)**

telegram, in which the master inserts its data

3.3.30**master DLE**

DLE that performs the functions of network master

3.3.31**master synchronization telegram (MST)**

telegram, or part of a telegram, in which the master inserts a time synchronization signal

3.3.32**node**

single DL-entity as it appears on one local link

3.3.33**PDS enable**

command to close the feedback loop(s) of a power drive system

3.3.34**PDS on**

command that the power stage of a power drive system can be activated

3.3.35**physical layer**

first layer of the ISO-OSI reference model

3.3.36**protocol**

convention about the data formats, time sequences, and error correction in the data exchange of communication systems

3.3.37**real-time data**

part of the telegram that does not change its meaning during cyclic operation of the interface

3.3.38

receiving DLS-user

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

NOTE A DL-service user can be concurrently both a sending and receiving DLS-user.

3.3.39

S-0-nnnn

designation of IDNs

3.3.40

sending DLS-user

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

3.3.41

service channel (SVC)

non real-time transmission of information upon master request during RT channel

3.3.42

status word

two adjacent octets inside the acknowledge telegram containing status information of a device

3.3.43

slave

node, which is assigned the right to transmit by the master

3.3.44

slave DLE

DLE that performs the functions of network slave

3.3.45

station

node

3.3.46

telegram

DLPDU

3.3.47

topology

physical network architecture with respect to the connection between the stations of the communication system

3.4 Abbreviations

3.4.1 AHS

service transport handshake of the device (acknowledge HS)

3.4.2 ASCII

American Standard Code for Information Interchange

3.4.3 AT

acknowledge telegram

3.4.4 BOF

begin of frame

3.4.5 C1D

class 1 diagnostic

3.4.6 C2D

class 2 diagnostic

3.4.7 C3D

class 3 diagnostic

3.4.8 CA

procedure command acknowledgment

3.4.9 CC	cross communication between participants
3.4.10 CP	communication phase
3.4.11 CPS	communication phase switching
3.4.12 CRC	cyclic redundancy check
3.4.13 DL-	Data-link layer (as a prefix)
3.4.14 DLC	DL-connection
3.4.15 DLCEP	DL-connection-end-point
3.4.16 DLE	DL-entity (the local active instance of the data-link layer)
3.4.17 DLL	DL-layer
3.4.18 DLPCI	DL-protocol-control-information
3.4.19 DLPDU	DL-protocol-data-unit
3.4.20 DLM	DL-management
3.4.21 DLME	DL-management Entity (the local active instance of DL-management)
3.4.22 DLMS	DL-management Service
3.4.23 DLS	DL-service
3.4.24 DLSAP	DL-service-access-point
3.4.25 DLSDU	DL-service-data-unit
3.4.26 EOF	end of frame
3.4.27 FCS	frame check sequence
3.4.28 FIFO	First-in first-out (queuing method)
3.4.29 HS	service channel handshake (see AHS and MHS)
3.4.30 IDN	Identification Number
3.4.31 LSB	least significant bit
3.4.32 Mbit/s	megabit per second
3.4.33 MDT	master data telegram
3.4.34 MDT MST	type 19 header in MDT
3.4.35 MHS	service transport handshake of the master
3.4.36 MST	master synchronization telegram
3.4.37 OSI	Open systems interconnection
3.4.38 PDS	power drive system (see IEC 61800 standard family)
3.4.39 Ph-	Physical layer (as a prefix)
3.4.40 PhE	Ph-entity (the local active instance of the physical layer)
3.4.41 PhL	Ph-layer

3.4.42 QoS	Quality of service
3.4.43 RE	Resource element
3.4.44 RTC	Real-time channel
3.4.45 SERCOS	serial real-time communication system interface
3.4.46 SI	Sub Index
3.4.47 SVC	Service channel

3.5 Symbols

3.5.1 ADR	device address ($1 \leq \text{ADR} \leq 254$) adjusted directly on the device e.g., using a selector switch
3.5.2 INFO	service channel information
3.5.3 J_{t_2}	jitter in t_2
3.5.4 $J_{t_{\text{scyc}}}$	jitter in t_{scyc}
3.5.5 MDT0	master data telegram with synchronization data that the slaves evaluates
3.5.6 n_{min}	shut-off velocity in the PDS after C1D error
3.5.7 SLKN	slave identification parameter slave arrangement
3.5.8 SVC	service channel
3.5.9 t_1	AT transmission starting time
3.5.10 $t_{1.m}$	AT transmission starting time with data record m of slave XX
3.5.11 $t_{1\text{min}}$	shortest AT transmission starting time
3.5.12 $t_{1\text{min}.m}$	shortest AT transmission starting time with data record m of slave XX after receiving the MST
3.5.13 t_2	MDT transmission starting time
3.5.14 t_3	command value valid time
3.5.15 t_5	minimum feedback processing time
3.5.16 t_{ATAT}	transmit to transmit recovery time in a slave with several slaves
3.5.17 t_{ATMT}	transmit/receive transmission time
3.5.18 $t_{\text{ATMT}.M}$	transmit/receive transmission time which slave M needs between transmitting its AT and being prepared for receiving an MDT
3.5.19 t_{ATRP}	maximum transition time in a slave to switch from transmitting an AT to repeater function
3.5.20 t_{MTSG}	command value processing time
3.5.21 t_{MTSY}	receive to receive recovery time in a slave

- 3.5.22** $t_{\text{MTSY.K}}$ recovery time of the last slave after the reception of an MDT to switch over for receiving the next MST (the last slave is the one which is served with data record K)
- 3.5.23** t_{Ncyc} control unit cycle time
- 3.5.24** t_{RPAT} maximum transition time in a slave to switch from the repeater function to the transmitter function for the AT
- 3.5.25** t_{Scyc} communication cycle time
- 3.5.26** **XX** address of a device

3.6 DLPDU IDN concept

All data classes that are handled by Type 16 networks have been assigned identification numbers (IDNs). They include real-time data (commands and feedback values), parameters, and procedures. Several IDNs relate to the application and are defined in their relevant standards (e.g., IEC 61800-7-20x for Power Drive Systems).

Refer to Annex A for additional information.

4 DL-protocol overview

Type 16 profile provides a highly optimized means of interchanging fixed-length real-time data and variable-length segmented messages between a single master device and a set of slave devices, interconnected in a ring topology. The exchange of real-time data is totally synchronous by configuration and is unaffected by the messaging traffic.

The device addresses are set by the user, for example, using a selector. Additional devices may be added whenever required, even during operation, without affecting the address selections, which already exist. The determination of the number, identity and characteristics of each device may be configured or may be detected automatically at start-up.

Slave interfaces shall be used to connect the devices to the network. At the physical layer, a slave represents the connection of one or more devices to the network. Logically, one slave with several devices shall act the same as several slaves with one device each.

There are two classes of Type 16 DLE:

- a) master DLE;
- b) slave DLE.

Only the master DLE is able to initiate the cyclic transmission.

All Type 16 data exchange between the master and the slaves shall take place using defined telegrams. There shall be three sub types of telegrams.

- Master synchronization telegram (MST). MSTs shall be broadcasted by the master at the beginning of a transmission cycle for synchronizing all slaves. They do not transmit any data.
- Master data telegram (MDT). MDTs shall be broadcasted by the master once during each cycle for transmitting its data to all slaves (e.g. command values).
- Device telegrams (AT). ATs shall be sent by each slave once during each cycle for transmitting its data to the master (e.g. feedback values).

Type 16 networks shall not be used for transmitting any other telegrams.

Each device data record in the MDT or AT shall contain a fixed and a configurable part. The fixed part of the data record shall always be present, while the structure of the configurable part of the data record shall be determined for every device by initialization parameters, according to its operation mode and the desired data volume.

5 Basic DLPDU structure

5.1 Overview

5.1.1 General Type 16 telegram structure

Type 16 networks use specific DLPDUs for transporting Type 16 data.

The structure of the DLPDU depends on the telegram type (MST, MDT and AT) and the specific communication phase (CP0-CP6).

The general structure of Type 16 telegrams is shown in Table 1.

Table 1 – General telegram structure

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Type 16 telegrams	BOF	OCTET[1]	Telegram delimiter
	ADR	OCTET[1]	Address field
	Data field	OCTET[j × x]	Configurable length
	FCS	OCTET[2]	Frame check sequence
	EOF	OCTET[1]	Telegram delimiter

The administrative segment of the telegram (BOF, ADR, FCS, and (EOF) is required for the transmission of any telegram. The master shall either address telegrams to a specific target or use a broadcast address to transmit messages to all devices concurrently. Slave telegrams (ATs) shall contain the source address.

The User application data shall contain specific information and be handled differently according to the three telegram types and the status of the interface.

5.1.2 BOF telegram delimiter (beginning of frame)

The BOF delimiter shall indicate the start of the telegram. Table 2 shows the content of the field.

Table 2 – BOF field

Bit no,	Value	Description
7	0	Fix value
6-1	1	Fix value
0	0	Fix value

5.1.3 ADR address field

The address field shall be as specified in Table 3.

Table 3 – Device address field

Bit no,	Value	Description
7-0		Device address
	0	Logical device removal
	1 - 254	Device addresses for operation
	255	Reserved

The device address ADR shall be in the range $0 \leq \text{ADR} \leq 255$. It shall be set by the user on the device, for example, using a selector. Each device shall then have its own address ADR. The addresses of all devices that are connected to the same slave shall be in a row.

Any device address in the range $1 \leq \text{ADR} \leq 254$ shall be allocated to not more than one device.

The device address $\text{ADR} = 0$ may be allocated to any number of devices. Devices with such an address shall not generate any telegrams except during network initialization. This makes it possible to remove devices logically from the communication (e.g. for testing purposes).

The device address $\text{ADR} = 255$ shall be reserved.

5.1.4 FCS frame check sequence

A cyclic redundancy check (CRC) shall be used by the transmit and receive algorithms to generate a CRC value for the FCS field. The frame check sequence (FCS) field shall contain a 2 octet (16-bit) cyclic redundancy check (CRC) value. This value shall be computed as a function of the contents of the address and data fields. The FCS shall be generated by the transmitter. The encoding shall be defined as specified in ISO/IEC 13239.

Table 4 – FCS field

Bit no,	Value	Description
15-0		Calculated CRC

5.1.5 EOF telegram delimiter (end of frame)

The EOF delimiter shall indicate the end of a Type 16 telegram. Its content is the same as the BOF telegram delimiter (see Table 2).

5.1.6 Data field

The data field shall be structured according to the three telegram types and the status of the interface (initialization). All transmitted data is allowed to have arbitrary bit sequences of length $j \times 8$ bits.

5.2 MST DLPDU

In the MST, the data field shall only indicate the operation status of the interface and shall be structured as shown in Table 5.

Table 5 – Master synchronization telegram structure

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Master data field	INFO	OCTET[1]	Operation status

The INFO field in a MST shall indicate the operation status of the interface. Table 6 shows the content of the field.

Table 6 – MST INFO field

Bit no,	Value	Meaning
7-3	0	Fix value
2-0		Operation status of the interface
	000 _B	CP0 (master attempts to close the ring)
	001 _B	CP1 (address and device identification)
	010 _B	CP2 (parameter mode)
	011 _B	CP3 (cyclic parameter mode)
	100 _B	Reserved
	101 _B	CP4 (cyclic operation)
	010 _B	CP5 (file download)
	111 _B	CP6 (file upload)

5.3 MDT DLPDU

5.3.1 Introduction

5.3.1.1 General MDT telegram structure

Except during initialization, the MDT shall be handled as a broadcast telegram to save time. The data field of the MDT shall be divided into as many data records as there are slaves serviced by the master (see Table 7). The MDT shall contain all the data records which are cyclically sent to all connected slaves by the master.

Table 7 – Data fields of the master data telegram

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MDT real-time data field	Real-time data slave #1	OCTET[see Table 8]	
	Real-time data slave #2	OCTET[see Table 8]	
	...		(And so on for slaves #3 to #(K-1).)
	Real-time data slave #K	OCTET[see Table 8]	

Individual data records may have different lengths. During initialization, every data record shall be assigned to its respective device depending upon its address ADR.

They shall remain constant during normal operation, and can be modified only by reinitializing the system, if the configuration requires it.

Each device shall have its own real-time data field as specified in Table 8.

Table 8 – Master real-time data (for each device)

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
Real-time data slave #k	Control	OCTET[2]	
	Master service INFO	OCTET[see 5.3.1.3]	
	Configurable real-time data	OCTET[see 5.3.4]	

5.3.1.2 Control k – control word for device XX

Table 9 describes the control word as it shall be.

Table 9 – Control word description (DLL)

Bit no,	Value	Control word description
15-11		Reserved for application profile (e.g. IEC 61800-7-20x)
10		Reserved for application layer (IEC 61158-6-16)
9-8		Reserved for application profile (e.g. IEC 61800-7-20x)
7-6		Reserved for application layer (IEC 61158-6-16)
5-3		Data block element
	000	Service channel not active, close service channel or break a transmission in progress
	001	IDN of the operation data. The service channel is closed for the previous IDN and opened for a new IDN
	010	Name of operation data
	011	Attribute of operation data
	100	Unit of the operation data
	101	Minimum input value
	110	Maximum input value
	111	Operation data
2		Bit last transmission
	0	Transmission in progress
	1	Last transmission
1		R/W (read/write)
	0	Read service INFO
	1	Write service INFO
0		MHS (master handshake bit)
	toggle	Service transport handshake of the master

5.3.1.3 Master service INFO k

The length of this field shall be adjusted by the telegram type (S-0-0015) for CP3 and CP4. It shall be 2, 4, 6 or 8 octets long in CP3 and CP4, programmable by telegram type (S-0-0015). It shall always be 2 octets long in CP1 and CP2.

The master service INFO field shall be the container for the non-cyclic data exchange from master to device XX which takes place in steps in special data fields of the telegram.

Figure 2 describes the master service info field as it shall be.

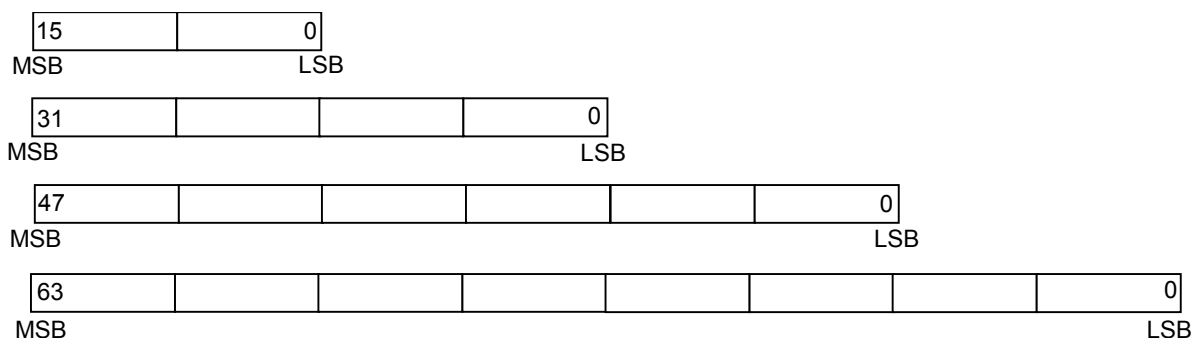


Figure 2 – Master service INFO field k

5.3.2 CP1 and CP2

Device specific identification MDTs (ID request telegrams) shall be used to request the device addresses. Their structure is shown in Table 10.

Table 10 – Structure of the ID request telegram in CP1

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Master data field = ID request telegram in CP1	Control	OCTET[2]	0x0001
	Master service INFO	OCTET[2]	

The addressed device shall respond by sending the identification AT (ID acknowledge telegram).

Telegrams in CP2 shall have the same structure as in CP1, but the contents of master service INFO shall now be valid.

5.3.3 CP3

The configurable real-time data field of the MDT shall be used for transmitting individual real-time data to any device. Only element 7 of the data block, configured with a length of two, four or eight octets shall be used. The telegram type parameter S-0-0015 shall determine which operation data is included in the configurable real-time data field of the MDT. The appropriate operation data for standard telegrams shall be defined by this parameter. The structure of the application telegram shall be determined by the configuration list labeled S-0-0024.

The MDT shall be structured as shown in Figure 3. The data field of the MDT shall have as many data records as there are devices which are serviced by the master. Individual data records may vary in length. The assignment of a data record to a device with address XX shall take place during initialization via IDN S-0-0009.

Only the fixed part of the data records shall be used. The configurable part of the data records does not care, but it shall have the number of octets required for cyclical operation. The positions of the fixed part of the data records relevant to the individual devices shall have been transmitted during CP2 with the corresponding communication parameters.

In the control word of the MDT, bit 10 (control unit synchronization bit) shall be valid from CP3 on. This bit shall be set to 0 during phases 0 to 2. In CP3, the control unit shall start the interpolation cycle and keep it steady. Bit 10 of the control word in the MDT shall be inverted with each interpolation cycle.

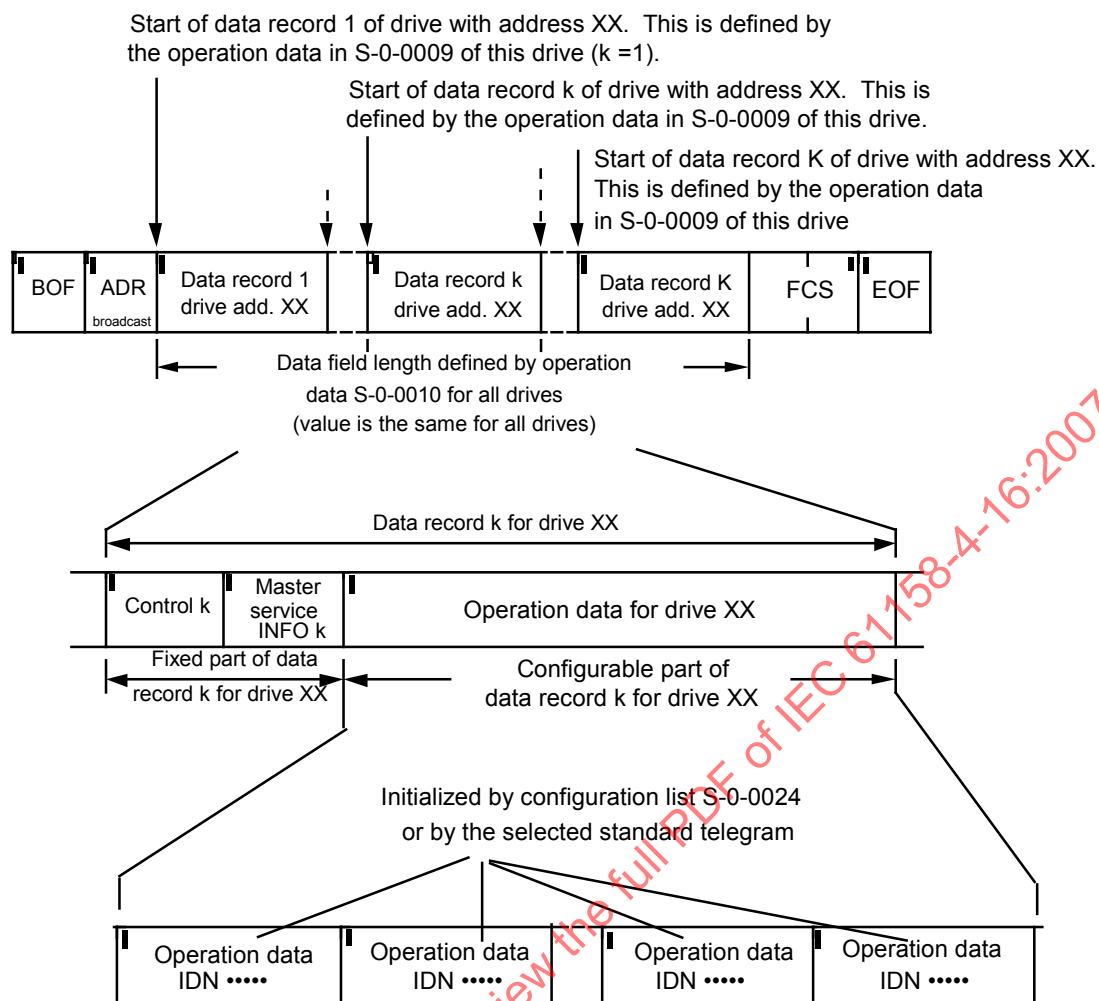


Figure 3 – Structure of the master data telegram

5.3.4 CP4

The MDT shall be structured as shown in Figure 3. The configurable parts of the data records shall be filled with command values which shall have been determined by the parameters transmitted during CP2. The positions of the fixed part of the data records relevant to the individual devices shall have been transmitted during CP2 with the corresponding communication parameters.

5.3.5 CP5

5.3.5.1 CP5 master data description

Table 11 shows the form of the Master Data Telegram for CP5.

Table 11 – Structure of MDT in CP5

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Master data field MDT in CP5	Control	OCTET[2]	Unused
	Master service INFO	OCTET[2]	Unused
	Data Record	OCTET[see Table 12]	

The Control Word and the Master Service INFO shall be unused in CP5. The Data Record for the CP5 MDT shall be as specified in Table 12. The File Block size shall be set by the transmission rate as shown in Table 13.

Table 12 – Structure of Data Record in MDT in CP5

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Data Record	U/D Control	OCTET[4]	
	File Block Index	OCTET[4]	
	File Block	OCTET[see Table 13]	

Table 13 – File block size in CP5

Transmission rate (Mbit/s)	File block size (octets)	MDT length (octets)	AT length (octets)
2	128	140	12
4	256	268	12
8	512	524	12
16	1024	1036	12

5.3.5.2 U/D control word in CP5

Table 14 defines the bits for the U/D Control Word in the CP5 MDT.

Table 14 – U/D control word in CP5

Bit 31	Value	Meaning
	0	Type 16 interface defined file types
	1	User defined file types
30 - 16		File type identification number
15 - 3		(Reserved)
2		Enable
	0	No file block transfer requested U/D Control word = 0x0001 U/D Status word = 0x0001
	1	File block transfer requested
1		Final Block
	0	Not last block of file transfer
	1	Final block of file transfer
0		U/D Handshake
	toggle	U/D Handshake of master

Before a file transfer may begin, the enable bit, bit 2 in the U/D Control word, shall be set low and the U/D Handshake bit, bit 0 in the U/D Control word shall be set high. If the slave handshake bit matches the master handshake bit, file transfers may begin. File transfers shall be initiated as follows:

- Step 1: Set the File Block Index to 0x0000.
- Step 2: Set the data to be transferred to the MDT File Block Data field.

- Step 3: Set the file type identification number to the File Type Qualifier and File Type Identification Number bits to the file type to be sent.
- Step 4: Set the Enable bit true.
- Step 5: Toggle U/D Handshake bit.

The master shall not change the MDT until the slave has toggled the U/D Handshake bit in the AT to match that of the MDT. If the slave has not toggled the U/D Handshake bit within 10 communication cycles, a fault in the slave shall be assumed.

When the slave toggles the U/D Handshake bit to match that of the master, the slave may also set the U/D Busy bit in the AT indicating that it is processing the data file block being transferred. Only the U/D Handshake bit in the U/D Status word shall be valid while the U/D Busy bit is set. When the slave has completed transfer of the data block and verified the file type and block number, it shall return the File Type Qualifier, File Type Identification Number, set error bits as appropriate and clear the U/D Busy bit in the AT. The master shall not initiate a new data transfer to the same slave until the U/D Handshake bit in that slave AT matches that of the master and the U/D Busy bit is 0.

Subsequent data blocs may be sent by incrementing the file block index of step 1 above and repeating steps 2 through 5. In the event the slave returns an error condition on receipt of any file block, the master may repeat the same file block by leaving the File Block Index unchanged.

The Final Block bit shall be set true when transferring the last block in a series of data transfers. This bit may be used in the slave to complete the file transfer process. This process is not part of this specification.

5.3.5.3 File block index and file block in CP5 (MDT)

A file can be divided into File Blocs that can be downloaded to a slave one File Block at a time. The contents of a file, use and placement of the file by the slave are dependent upon manufacturer implementation. The File Block Index shall be used to indicate which File Block is being transmitted. File blocs shall normally be sent sequentially beginning with File Block 0 and incrementing the block number until the entire file has been sent.

5.3.6 CP6

5.3.6.1 Introduction

Table 15 shows the form of the Master Data Telegram for CP6.

Table 15 – Structure of MDT in CP6

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Master data field MDT in CP6	Control	OCTET[2]	Unused
	Master service INFO	OCTET[2]	Unused
	Data Record	OCTET[see Table 16]	

The Control Word and the Master Service INFO shall be unused in CP6. The Data Record for the CP6 MDT shall be as specifies in Table 16.

Table 16 – Structure of data record field in MDT in CP6

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Data Record	U/D Control	OCTET[4]	
	File Block Index	OCTET[4]	

5.3.6.2 U/D control word in CP6

Table 17 defines the bits for the U/D Control word in the CP6 MDT.

Table 17 – U/D control word in CP6

Bits	Value	Meaning
31		File type qualifier
	0	Type 16 specific file types
	1	User defined file types
30 - 16		File type identification number
15 - 3		(Reserved)
2		Enable
	0	No file block transfer requested U/D Control word = 0x0001 U/D Status word = 0x0001
	1	File block transfer requested
1		(Reserved)
0		U/D Handshake
	toggle	U/D Handshake of master

Before a file transfer can begin, the enable bit, bit 2 in the U/D Control word, shall be set low and the U/D Handshake bit, bit 0 in the U/D Control word shall be set high. If the slave handshake bit matches the master handshake bit, file transfers shall begin. File transfers shall be initiated following these steps:

- Step 1: Set the File Block Index to 0x0000.
- Step 2: Set the file type number to the File Type Qualifier and File Type Identification Number bits to the file type to be sent.
- Step 3: Set the Enable bit true.
- Step 4: Toggle the U/D Handshake bit.

The slave shall respond by setting the U/D Busy bit true and toggling the U/D Handshake bit in the U/D Status word of the AT.

NOTE It is not necessary for the slave to set the U/D Busy bit true if it can respond with the requested data within the 10 communication cycle period allowed for the U/D Handshake bit to toggle.

After toggling the U/D Handshake bit, the slave shall verify the file type and block number and respond by setting the file type to the File Type bits and the block index number to the File Block Index field respectively, and by setting or clearing the File Transfer Error bit, and place data as appropriate in the Data Block field of the AT. Finally, the slave shall clear the U/D Busy bit in the U/D Status word to tell the master that the data is now valid. Only the U/D Handshake in the U/D Status word is valid when the U/D Busy bit is true. The master shall not initiate a new data transfer until the U/D Handshake bit in the slave AT matches that of the master and the U/D Busy bit is 0.

Subsequent data blocs shall be requested by incrementing the file block index of step 1 above and repeating steps 2 through 4. To transfer the entire file, this process shall be repeated until an error is reported or until the Final Block bit in the AT is set true.

In the event the slave returns an error condition on receipt of any file block, the master may request the same file block by leaving the File Block Index unchanged.

5.3.6.3 File block index in CP6 (MDT)

A file can be divided into File Blocs that can be uploaded from a slave one File Block at a time. The contents of a file, use and placement of the file by the slave are dependent upon manufacturer implementation. The File Block Index shall be used to indicate which File Block is to be uploaded. File blocs shall normally be requested sequentially beginning with File Block 0 and incrementing the block number until the entire file has been received as indicated by the Final Block bit in the AT.

5.4 AT DLPDU

5.4.1 Introduction

5.4.1.1 General AT telegram structure

In the AT, the data field shall have only one data record, which shall be sent from the device to the control unit cyclically, see Table 18. The data records of individual ATs shall be as specified in Table 19.

Table 18 – Data field of the acknowledge telegram

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Acknowledge telegram	Real-time data slave #m	OCTET[see Table 19]	

Table 19– AT real-time data (for each device)

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Real-time data slave #m	Device m status	OCTET[2]	
	Device m service INFO	OCTET[see 5.4.1.3]	
	Configurable real-time data	OCTET[see 5.4.4]	

5.4.1.2 Status m – status word of device XX

Table 20 describes the status word as it shall be.

Table 20 – Status word description (DLL)

Bit no,	Value	Meaning
15-8		Reserved for the application profile (e.g., IEC 61800-7-20x)
7-6		Reserved for application layer (IEC 61158-5)
5		Procedure command change bit
	0	No change in procedure command acknowledgement
	1	Changing procedure command acknowledgment
4		Reserved
3		Status command value processing
	0	Device ignores the command values
3	1	Device follows the command values
2		SVC error
	0	No error
	1	Error in SVC, error message in SVC INFO
1		Busy
	0	Step finished, slave ready for new step
	1	Step in process, new step not allowed
0		AHS
	toggle	SVC transport handshake of the slave (toggle bit)

5.4.1.3 Device service INFO m

The device service INFO field shall be 2, 4, 6 or 8 octets long in CP3 and CP4. In CP1 and CP2, it shall always be 2 octets long. The length shall be adjusted by the telegram type (S-0-0015) for CP3 and CP4.

The device service INFO field shall be the container for the non-cyclic data exchange from device XX to master which takes place in steps in special data fields of the telegram.

Figure 4 describes the device service info field as it shall be.

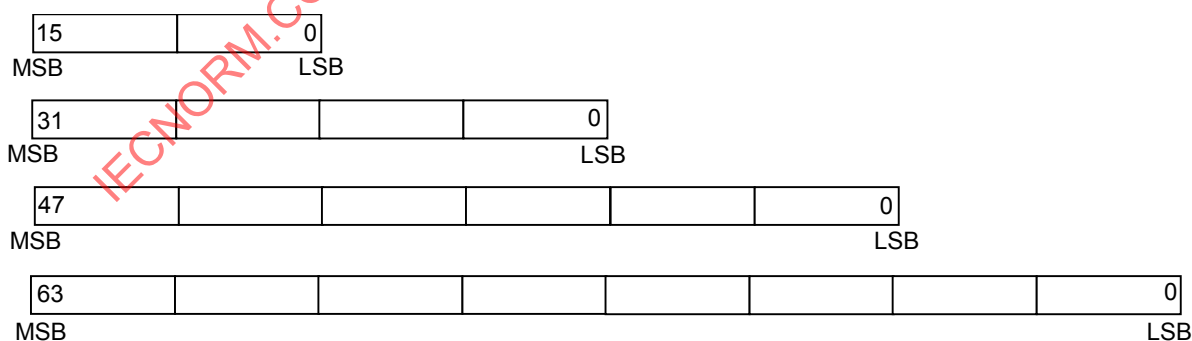


Figure 4 – Device service INFO field m

5.4.2 CP1 and CP2

In CP1 the addressed device shall respond by sending the identification AT (ID acknowledge telegram) as shown in Table 21.

Table 21 – Structure of the ID acknowledge telegram in CP1

Frame part	Data field	Data type	Value/description
AT data field ID acknowledge telegram in CP1	Status	OCTET[2]	
	Device service INFO	OCTET[2]	

Master service INFO (2 octets) and device service INFO (2 octets) shall be part of the ID request and ID acknowledge telegrams, but their content shall have no meaning during CP1.

Telegrams in CP2 shall have the same structure as in CP1, but the contents of the device service INFO shall now be valid.

5.4.3 CP3

The AT shall be structured as shown in Table 18 and Table 19. Only the fixed part of the data record shall be used. The configurable part of the data record does not care, but it shall have the number of octets required for cyclical operation.

The configurable real-time data field of the AT shall be used for transmitting individual real-time data to any device. Only operation data configured in two, four or eight octet length shall be used. The telegram type parameter S-0-0015 shall determine which operation data is included in the configurable real-time data field of the AT. The appropriate operation data for standard telegrams shall be defined by this parameter. The structure of the application telegram shall be determined by the configuration list labeled S-0-0016.

The structure of the telegram, which depends upon the application, shall be determined by the configuration list labeled S-0-0016.

Table 22 – Structure of the operation data of device m in acknowledge telegram

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Device m Configurable real-time data	Operation data IDN ...	OCTET[depending upon IDN]	Number and length of operation data shall be as configured in IDN list S-0-0016 or by the selected standard telegram.
	Operation data IDN ...	OCTET[depending upon IDN]	
	Operation data IDN ...	OCTET[depending upon IDN]	
	...		
	Operation data IDN ...	OCTET[depending upon IDN]	

5.4.4 CP4

The AT shall be structured as in CP3 except that the configurable part of the data record shall be filled with actual values which shall be determined by the parameters transmitted in CP2.

5.4.5 CP5

5.4.5.1 Introduction

Table 23 show the form of the acknowledge telegram (AT) for CP5.

Table 23 – Structure of AT in CP5

Frame part	Data field	Data type	Value/description
AT data field AT in CP5	Status	OCTET[2]	unused
	Device INFO	OCTET[2]	unused
	Data Record	OCTET[see Table 24]	

The Status Word and the Device Service INFO shall be unused in CP5. The Data Record for the CP5 AT shall contain a 4 octet U/D Status word and a 4 octet File Block Index (see Table 23).

Table 24 – Structure of data record in AT in CP5

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Data Record	U/D Status	OCTET[4]	
	File Block Index	OCTET[4]	

5.4.5.2 U/D status word in CP5

Table 25 defines the bits for the U/D Status word in the CP5 AT.

Table 25 – U/D status word in CP5

Bits	Value	Meaning
31		File type qualifier
	0	Type 16 specific file types
	1	User defined file types
30 - 16		File type identification number
15 - 4		(Reserved)
3		File transfer error
	0	No error
	1	Download error, error message in file block index in AT
2		U/D Busy
	0	Slave completed previous request
	1	Previous request accepted and in progress
1		Final Block
	0	Acknowledge: not last block of file transfer
	1	Acknowledge: final block of file transfer
0		U/D Handshake
	toggle	U/D Handshake of slave

If the slave sees a U/D Handshake bit in the MDT change from matching that of the slave AT to not matching and the Enable bit is set in the MDT, the slave shall save the type number sent in the File Type Qualifier and File Type fields, the block index number sent in the File Block Index field, and the data in the Data Block. If further processing of the file type, file block and data are necessary, the slave shall set the U/D Busy bit true and then toggle the U/D Handshake bit in the U/D Status word of the AT to indicate it has received the data and is processing it. The U/D Handshake bit in the AT shall be set to match that of the MDT in less

than or equal to 10 communication cycles or the master will assume a fault has occurred. The slave shall save all data in the MDT before toggling the U/D Handshake bit in the U/D Status Word.

The slave shall then verify that the File Type Qualifier, File Type, File Block Index and data from the MDT are valid. If no error is found, the data transferred shall be applied as appropriate in the slave. When the slave has completed processing the file data, the file type number and data block number shall be returned in the File Type bits and File Block Index fields of the AT respectively. Clearing the U/D Busy bit shall notify the master that the operation is complete, and that the File Type, File Block Number and the File transfer error bit in the AT are valid and the slave is free to accept more data.

If the Final Block bit was set in the MDT the slave shall take appropriate action for the final block of data transfer in the slave. This action is not part of this specification.

If either the file type number or the file block number are invalid or the data field contains unexpected or erroneous data, the slave shall set the File transfer error bit true and place a 32 bit error code in the File Block Number field in the AT. Error codes are defined in Table 26.

5.4.5.3 File block index in CP5 (AT)

Before the slave toggles the U/D Handshake bit in the AT to match the MDT and sets the U/D Busy bit to 0, it shall set the File Block Index field to the value of the File Type Qualifier and File Block Index received in the MDT. The master can use this value to verify the correct block is being transferred.

If an error occurs, the slave shall replace the File Block Index with a 32 bit error code. The Table 26 defines the error message in the File Block Index in the CP5 AT.

Table 26 – File block index in CP5

Bits	Value	Meaning
31 -16		User defined error message
15 - 4		(Reserved)
3		File checksum error
	0	No error
	1	Error
2		File type error
	0	No error
	1	File type not supported
1		File block data error
	0	No error
	1	Data transferred not valid
0		File block index error
	0	No error
	1	Invalid file block index number

5.4.5.4 U/D control word and U/D status word handshaking in CP5

Figure 5 shows the functional relationship between the Enable and U/D Handshake bits in the CP5 MDT and the U/D Busy and the U/D Handshake bit in the CP5 AT.

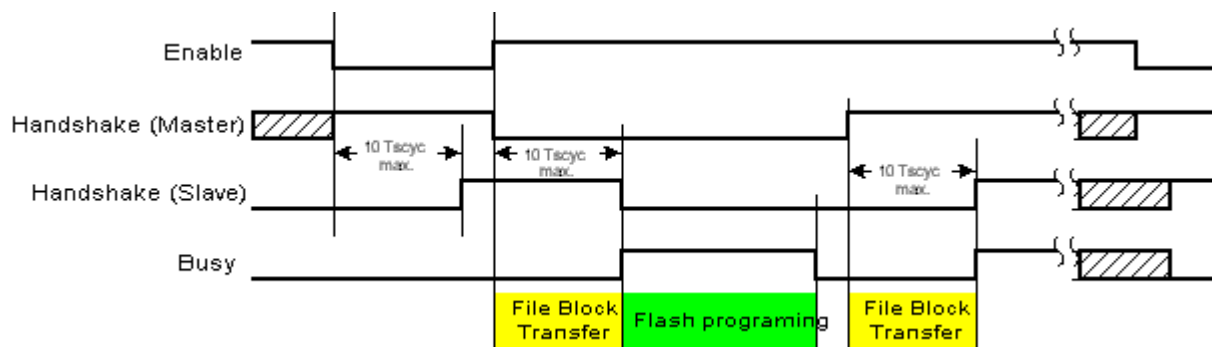


Figure 5 – Timing of U/D bits in CP5

5.4.6 CP6

5.4.6.1 Introduction

Table 27 shows the form of the acknowledge telegram (AT) for CP6.

Table 27 – Structure of AT in CP6

Frame part	Data field	Data type	Value/description
AT data field AT in CP6	Status	OCTET[2]	Unused
	Device INFO	OCTET[2]	Unused
	Data Record	OCTET[see Table 29]	

The Status Word and the Device Service INFO shall be unused in CP6. The Data Record for the CP6 AT shall be as specified in Table 28. The File Block size shall be set by the transmission rate as shown in Table 29.

Table 28 – Structure of data record in AT in CP6

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Data Record	U/D Status	OCTET[4]	
	File Block Index	OCTET[4]	
	File Block	OCTET[see Table 29]	

Table 29 – File block size in CP6

Transmission rate (Mbit/s)	File block size (octets)	MDT length (octets)	AT length (octets)
2	128	12	140
4	256	12	268
8	512	12	524
16	1 024	12	1 036

5.4.6.2 U/D status word in CP6

The Table 30 defines the bits for the U/D Status Word in the CP6 AT.

Table 30 – U/D status word in CP6

Bits	Value	Meaning
31		File type qualifier
	0	Type 16 specific file types
	1	User defined file types
30 - 16		File type identification number
15 - 4		(Reserved)
3		File transfer error
	0	No error
	1	Upload error, error message in file block index in AT
2		U/D Busy
	0	Slave completed previous request
	1	Previous request accepted and in progress
1		Final Block
	0	Not last block of file being transferred
	1	Final block of file being transferred
0		U/D Handshake
	toggle	U/D Handshake of slave

If the slave sees a U/D Handshake bit in the MDT change from matching that of the slave AT to not matching and the Enable bit is set in the MDT, the slave shall save the type number sent in the File Type Qualifier and File Type fields and the block index number sent in the File Block Index field. If the file type number and the block index are supported by the slave, the slave shall fill the Data Block field with the requested data and toggle the U/D Handshake bit in the AT to match that of the MDT. If the time required to fill the data field exceeds 10 communication cycles, the slave shall set the U/D Busy bit and toggle the U/D Handshake bit before attempting to fill the data field. When the data field is updated, the slave shall then set the U/D Busy bit to 0 to signal the master that the data is now valid. In either case, the U/D Handshake bit in the AT shall be set to match that of the MDT in 10 or less communication cycles or the master will assume a fault has occurred.

The slave shall set the Final Block bit in the U/D Status word to indicate the final block of the file. Definition of Final File block is not part of this specification.

If either the file type number or the file block number is invalid, the slave shall set the File Transfer Error bit in the AT as appropriate and place a 32 bit error code in the File Block Number field in the AT. Error codes are defined in Table 31.

The master shall only read data in the U/D Status word and the Data field if the U/D Handshake bit matches that of the master and the U/D Busy bit is 0.

5.4.6.3 File block index and file block in CP6 (AT)

Before the slave toggles the U/D Handshake bit in the AT to match the MDT and sets the U/D Busy bit to 0, it shall set the File Block Index field to the value of the File Type Qualifier and File Block Index received in the MDT. The master can use this value to verify the correct block is being transferred.

If an error occurred, the slave shall replace the File Block Index with a 32 bit error code. The Table 31 defines the error message in the File Block Index in the CP6 AT.

Table 31 – File block index in CP6

Bits	Value	Meaning
31 -16		User defined error message
15 - 3		(Reserved)
2		File type error
	0	No error
	1	File type not supported
1		(Reserved)
0		File block index error
	0	No error
	1	Invalid file block index number

5.4.6.4 U/D control word and U/D status word handshaking in CP6

Figure 6 shows the functional relationship between the Enable and U/D Handshake bits in the CP6 MDT and the U/D Busy and the U/D Handshake bit in the CP6 AT.

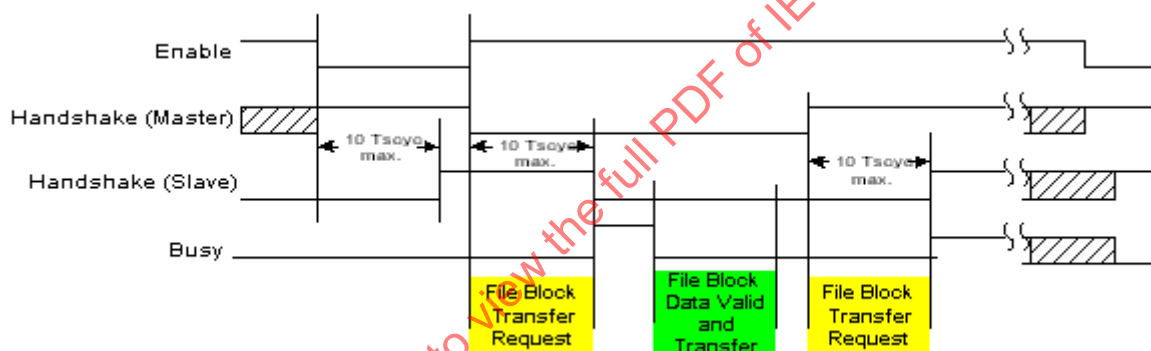


Figure 6 – Timing of U/D bits in CP6

6 Network management methods

6.1 Overview

DL-management procedures are functionally processed in response to DL-management service requests submitted by the DL-user and events caused by the network.

6.2 Enable and disable cyclic communication

6.2.1 Introduction

Upon an Initiate_cyclic_communication (ICC) request by the DL user in the master device the so-called phase upshift is initiated.

A Notify_cyclic_communication (NCC) indication is generated for the DL user in the slave device if the phase upshift has been successfully completed.

Upon a Disable_cyclic_communication (DCC) request by the DL user in the master device the so-called phase downshift is initiated.

A Notify_cyclic_communication_disabled (NCCD) indication is generated for the DL user in the slave device if the cyclic communication has been disabled.

A Notify_error (NER) indication is generated for the DL user in a master and a slave device if an error has occurred in the cyclic communication.

6.2.2 Communication phases (CP)

6.2.2.1 Introduction

Initialization shall be divided into five communication phases (CPs):

- network initialization shall always begin with CP0;
- CP0 and CP1 shall be used for recognizing the participating devices;
- in CP2, the timing and data structure of the protocols for normal operation shall be prepared;
- in CP3, the station synchronization and the cyclic data transmission shall be operational;
- in CP4, the initialization process shall be over and the network shall be in normal operation. CP4 shall be similar to CP3 as far as communication is concerned, but valid application-specific data shall be transmitted.

It shall also be possible to enter CP0 from any higher phase. It shall not be possible to enter other phases except when leaving the previous one in ascending order.

The master shall initiate a specific CP by setting the INFO octet of the MST (see 5.2). The slaves shall follow accordingly. Only in the case of a communication error shall the slaves switch to CP0.

6.2.2.2 Communication phase 0 (CP0)

6.2.2.2.1 General

After all slaves in the network have been powered up, and after internal checks are error-free, all slaves shall be operating in repeater mode only. The master shall send MSTs and monitor its receiver for receipt in order to verify network closure.

During CP0, the master shall only send the MSTs. The slaves shall not send any telegram.

6.2.2.2.2 Leaving CP0

The master shall wait for its MST to be received. As soon as the master has received its own MSTs back for at least 10 successive cycles, which means that the network is closed and that all the slaves in the network are in the repeater mode, the master shall initiate CP1.

If this procedure cannot be achieved within the time set by the master, the master shall remain in CP0 and generate a message. The scope of the message and at what point it has to be activated is a function of the control unit.

If CP0 is initiated as a response to a previous communication error, a routine in the master may be used to cause an automatic advance routine to CP2 with the possibility of error diagnostics, as specified by its manufacturer or depending upon configuration.

6.2.2.3 Communication phase 1 (CP1)

In CP1, any data exchange during one cycle shall only be possible between the master and one device. CP1 shall be used for recognizing the devices connected to the network. To do so, the master shall address each device specifically with the device address. The device shall answer to a MDT which is addressed to it by sending an AT in the next cycle.

The required addresses shall be storable in the control unit to verify that all devices are present as required by the configuration. It shall also be possible to find all devices in the

network by calling all allowed device addresses and waiting for an answer. The master may compare the detected device addresses with the device addresses that it is expecting to find, and then evaluate deviations (e.g., generate an error message).

The address $XX = 0$ shall not be used in the inquiry. Devices that are not participating in the communication shall use this address as their address (see 5.1.3). Devices that are not being addressed in CP1 and whose address is not 0 shall behave like devices with the address 0. No device shall react in CP1 when address 0 or 255 is queried.

6.2.2.4 Operational sequence in phase 1 (CP1)

6.2.2.4.1 General

At the beginning of CP1, it is not certain that the physical slave is ready to receive the MDT. It might happen that a slave's repeater operates (the network is closed) but start-up routines are still being processed internally. Thus a particular device address might have to be queried several times. The master shall begin with the lowest address in the network or uses any other strategy, depending upon configuration, and shall expect a response within the HS timeout (see 9.3).

The master shall repeat this request until the addressed device acknowledges or until the HS timeout. If a device does not respond, it is recommended that it be addressed again after some time is elapsed.

6.2.2.4.2 Leaving CP1

After the master has identified the devices on the network and no error has occurred, the MST INFO field shall be used to initiate CP2.

If the device identification time is exceeded or deviations to the stored device addresses are detected, the initialization shall not be continued. The control unit shall evaluate deviations (e.g., generate an error message).

6.2.2.5 Communication phase 2 (CP2)

6.2.2.5.1 General

During CP2, the devices shall be addressed specifically by their addresses. For CP2 and higher phases, they shall support complete service channel functionality.

As a minimum, the communication parameters transmission starting times and transfer timeslots required for CP3 and CP4 and the parameters for determining the length and the contents of the MDT and ATs shall be transmitted to the devices. The slave shows in "IDN-list of operation data for CP2" which data in CP2 shall be transferred (see S-0-0018).

The entire information exchange shall take place via the mechanisms of the service channel. The reliability of transmission is guaranteed by the MHS and AHS bits as well as the HS timeout. Further parameter exchanges can take place in CP2 or CP3. No device shall react in CP2 if the addresses 0 or 255 are queried.

6.2.2.5.2 Leaving CP2

The transition from CP2 to CP3 shall be performed according to the following procedure.

- a) The master shall activate the procedure command "CP3 transition check" as defined in S-0-0127.
- b) The slave shall then determine the validity of the parameters for CP3.
- c) The slave shall acknowledge the procedure command positively (e.g., "Procedure command executed correctly").

- d) After the positive procedure command acknowledgment, the master shall delete the procedure command in the slave.
- e) The master shall then switch to CP3.

If the slave is not yet ready to switch over (e.g., the parameters required for CP3 have not yet been completely calculated), the slave shall set the procedure command acknowledgment “procedure command not yet executed”.

If there are additional invalid parameters still present after the procedure command has been processed, the slave shall respond with the procedure command acknowledgment “Error, procedure command execution impossible”. In this case, the master shall remain in CP2 and, depending on its capabilities, try to set again the parameters identified as invalid or to send an error message to allow further initialization by means of an operator intervention. If a fault occurs, the slave shall save the IDNs of the invalid data into the “IDN-list of invalid operation data for CP2” (see S-0-0021).

After the master has transmitted further parameters (depending on S-0-0021) to the slave in CP2, the procedure command “CP 3 transition check” shall be activated once more.

The validity check of the parameters by the slave shall refer only to general criteria (e.g., minimum, maximum). It shall not recognize if all parameters that have been transmitted by the master are correct with respect to the master data and the total installation. This means that even if a slave acknowledges the “CP3 transition check” positively, there can be incorrect communication parameters with respect to the total installation which can lead to a disruption of the communication.

If CP2 was attained by an automatic advance routine after an error, this error shall be corrected first before a transition to CP3 can take place.

Depending upon configuration the master may also switch to CP0 in case of communication error or human intervention (e.g., the operator).

6.2.2.6 Communication phase 3 (CP3)

6.2.2.6.1 General

In the first cycle CP3, it shall not be necessary to send an AT.

Starting with CP3, the exchange of data shall be done via the telegrams defined for CP4. Also the timeslots for cyclic operation shall be used. The MDT shall be sent with the broadcast address.

During CP3, the parameters for the devices shall be set by means of the service channel. The slave shall show in “IDN-list of operation data for CP3” which data in CP3 needs to be transferred (see S-0-0019). Transmission reliability for the service channel shall be guaranteed by the MHS and AHS-bits as well as the HS timeout.

6.2.2.6.2 Leaving CP3

The transition from CP3 to CP4 shall be performed according to the following procedure.

- a) The master shall activate the procedure command “CP4 transition check” as defined in S-0-0128.
- b) The slave shall then determine the validity of the parameters for CP4.
- c) Afterwards, the slave shall complete the processing of the parameters that are required for operating the slave.
- d) The slave shall then activate the synchronization.

- e) And finally, the slave shall acknowledge the procedure command positively (e.g., “procedure command executed correctly”).
- f) After receiving the positive procedure command acknowledgment, the master shall delete the procedure command in the slave.
- g) The master shall then switch to CP4.

If the slave is not yet ready to switch over (e.g., the parameters required for operating the slave have not yet been completely calculated), it shall set the procedure command acknowledgment – “procedure command not yet executed”.

If there are additional invalid parameters still present after the procedure command has been processed, the slave shall respond with the procedure command acknowledgment “Error, procedure command execution impossible”. In this case, the master shall remain in CP3 and, depending on the capabilities of the master, try to re-establish the parameters identified as invalid or send an error message indicating that human intervention (e.g., operator) is required. In a faulty case, the slave shall save the IDNs of the invalid data into the “IDN-list of invalid operation data for CP3” (see S-0-0022).

After the master has transmitted further parameters (depending on S-0-0022) to the slave in CP3, the procedure command “CP 4 transition check” shall to be activated once more.

Depending upon configuration the master can also switch to CP0 in case of communication errors or human intervention (e.g., the operator).

6.2.2.7 Communication phase 4 (CP4) – end of initialization

6.2.2.7.1 General

Upon switching to CP4 the initialization is complete.

6.2.2.7.2 Leaving communication phase 4 (CP4)

The only possibility of leaving CP4 shall be a return to CP0. The reason for this can be communication faults or human intervention (e.g., operator). Any slave which recognizes CP0 shall shut down itself in the best possible manner. The method of shutting down the slaves is part of the application profiles (e.g., IEC 61800-7-20x).

6.2.2.7.3 Switching to communication phase 0 (CP0)

When switching the control unit from communication phase 3 or 4 (CP3/4) to communication phase 0 (CP0), after switching, within two communication cycles, MST shall be sent with phase 0 by the control unit. If this is not the case, the devices shall recognize MST-failure in the CP3 or CP4. The first MST of the CP0 shall be in the raster of the communication cycle time.

Figure 7 shows the three possible cases that are as follow:

- **Case 1:** If the master changes over within 1 communication cycle time and sends MST with phase 0 immediately, without interruption, then the slave does not see any MST failure and shall therefore not recognize any MST error.
- **Case 2:** If the master needs more time and changes over within 2 communication cycle times, then one MST is missing before the master resumes sending MSTs with phase 0. The slave notices one MST failure, but shall not recognize any double MST failure.
- **Case 3 - Error:** If the master needs further more time and changes over within ≥ 3 communication cycle times, then ≥ 2 MST are missing before the master resumes sending MSTs with phase 0. The slave shall recognize a double MST failure and generate an error of class 1 diagnostics.

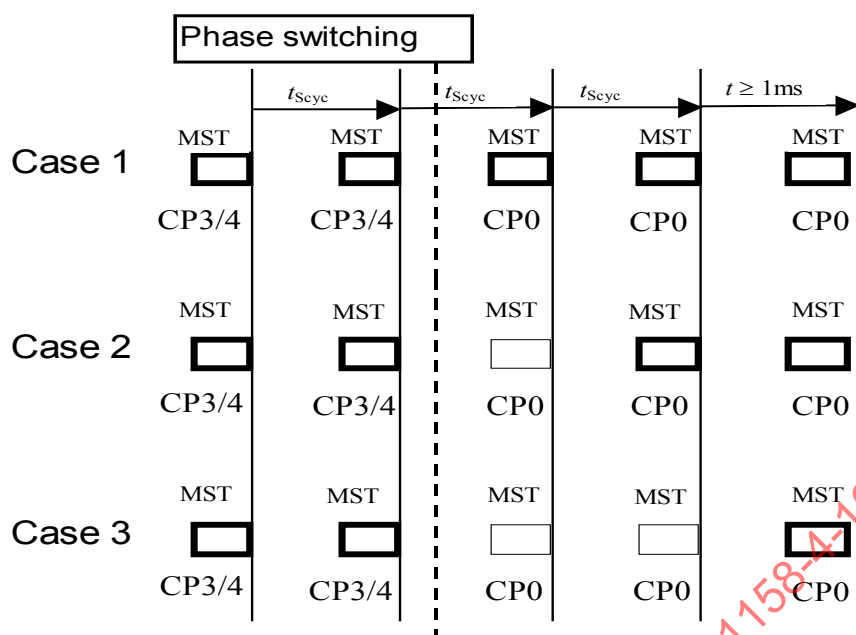


Figure 7 – Switching to CP0

6.3 File transfer

A network shall provide for specific methods for the download and upload of files to and from a slave, as specified in this subclause. During the download process, a binary data file of arbitrary length shall be transferred from the master to the slave. During upload, binary data shall be recovered from the slave.

File lengths, file contents, how the file is to be used, and where the file is to be located in the device's memory space is not part of this specification. A file may contain a header defining how the file is to be used (file type, size, location, etc.). The specification of a header is left to the manufacturer. This means that files are not necessarily interchangeable between slaves of different manufacturers.

Two additional communication phases shall be used:

- phase 5 (CP5), which shall be used to download files and is characterized by a large file block in the MDT;
- phase 6 (CP6), which shall be used to upload files and is characterized by a large file block in the AT.

Phases 5 and 6 shall only be reached from CP0. Figure 8 shows the allowed communication phase transitions. The communication phase can be returned to CP0 from any phase.

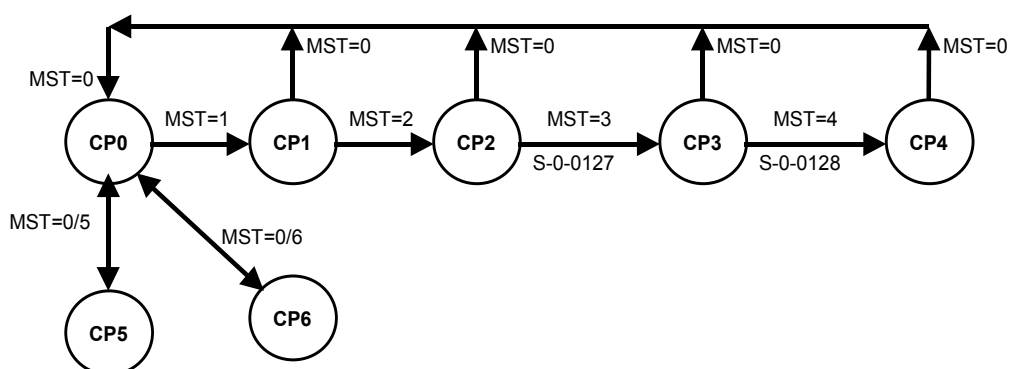


Figure 8 – Phase transitions

In CP5, data exchange in any one cycle shall be possible only between the master and one slave. CP5 shall be used for the download of files to slaves. To do so, the master shall transmit an MDT with a specific slave address. The slave shall respond by transmitting its status in an AT. The master can identify a slave by checking the address field in the AT.

The addresses $XX = 0$ and $XX = 255$ shall not be used in the transmission of the MDT. No slave shall react in CP5 if address 0 or 255 is used in the transmission of the MDT.

When leaving communication phase 5 (CP5 to CP0 transition) it is anticipated that some slaves will not be able to advance from CP0 to CP1 following CP5 download. Should this be the case, the slave shall report an error if the CP0 to CP1 transition is attempted. In addition, operation manuals for the slave shall detail the required procedure for returning the slave to normal operation.

CP6 data exchange in any one cycle shall be possible only between the master and one slave. CP6 shall be used to upload of files from slaves. To do so, the master shall transmit an MDT with a specific slave address. The slave shall respond by transmitting its status in an AT. The master can identify a slave by checking the address field in the AT.

The addresses $XX = 0$ and $X = 255$ shall not be used in the transmission of the MDT. No slave shall react in CP6 if address 0 or 255 is used in the transmission of the MDT.

6.4 Status procedures

Upon a Get_Device_Status (GDS) request by the DL user in the master device the status word of the specified device is returned to the DL user.

Upon a Set_Device_Status (SDS) request by the DL user in the master device the control word of the specified device is set.

Upon a Get_Network_Status (GNS) request by the DL user in the master device the status of the network is returned to the DL user.

7 Data transmission methods

7.1 Overview

Data transmission methods are the means by which a DLE performs its functions and affects 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

7.2 SVC

7.2.1 Introduction

7.2.1.1 SVC handling

Acyclic data is exchanged between a master and a slave device upon a Read (RD) request initiated by the DL user in a master device.

Acyclic data is exchanged between a master and a slave device upon a Read (RD) request initiated by the DL user in a master device.

In addition to the cyclic transmission of data, Type 16 shall provide the ability to transmit non-cyclic data. To transmit this data, the device service INFO field shall be reserved for the service channel in the MDT (see 5.3.1.3) and in the AT (see 5.4.1.3). Special control and status bits in the control word of the MDT or the status word of the AT shall be used to control

execution in the service channel. Therefore, the master shall be able to support a separate service channel for every connected device.

With a SVC transmission, the following operations shall be possible:

- initialization of the Type 16 communication;
- transmission of all elements of a data block;
- transmission of procedure commands;
- changing limit values on demand;
- changing control loop parameters on demand;
- obtaining detailed status messages from a device;
- diagnostic functions;

Any SVC transmission shall always be initiated and controlled by the master. The operations, "read element" or "write element", shall be from the perspective of the master. All operations shall always relate to the last transmitted IDN.

The service channel shall be initialized during CP1 and be functional for the remainder of the communication phases.

The SVC transport of operation data or of a procedure command shall be handled via a predetermined handling and proceeding sequence (see Figure 9 and Figure 10) for individual actions. The master shall follow strictly the outline of these diagrams.

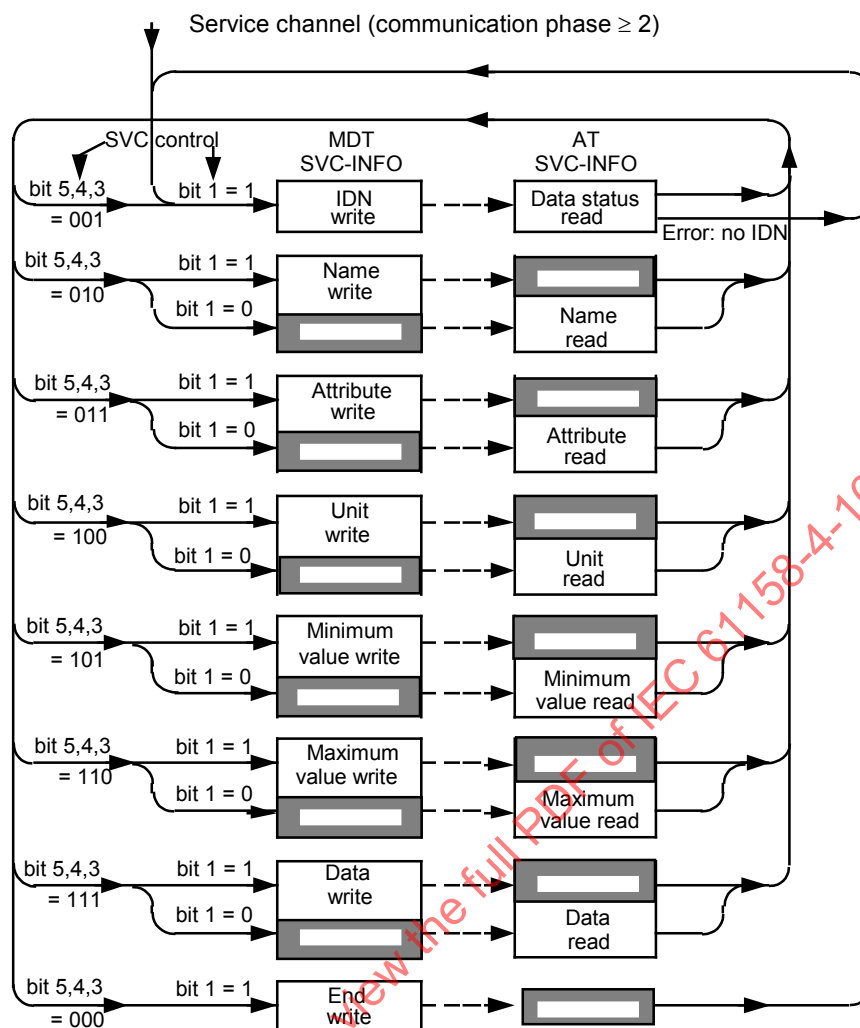


Figure 9 – Service channel handling diagram

7.2.1.2 Selection of IDN

The transmission shall start with the opening of the service channel by sending the IDN of the data block (SVC control, bits 5, 4, 3 = 001, element 1). The slave shall respond by writing the IDN with the data status or the procedure command acknowledgment.

7.2.1.3 Selection of data block element

During the next step, the master shall indicate which elements of the data block shall be processed. For this purpose, the master shall set bits 5, 4 and 3 accordingly in the SVC control.

7.2.1.4 Read/Write

Following this, the master shall indicate in bit 1 whether the element will be read or written to. While writing, the SVC INFO field of the MDT shall be filled with the appropriate data for the slave (contents of the AT SVC INFO field are invalid). If reading is selected, the slave shall insert the appropriate data in the SVC INFO field of the AT (contents of the SVC INFO field of the MDT are invalid).

7.2.1.5 Transmission steps

Depending on the length of the data block elements which need to be transmitted and of the length of the SVC INFO field, several steps shall be performed. Every step shall transport four octets of data.

Table 32 shows the necessary steps for the individual elements of a data block.

Table 32 – List of IDNs element and step numbers

Element number	Description	Requirement	Number of steps	
1	IDN	Mandatory	1	
2	Name	Optional	1 to 16	
3	Attribute	Mandatory	1	
4	Unit	Optional	1 to 4	
5	Minimum input value	Optional	1or 2	
6	Maximum input value	Optional	1or 2	
7	Operation data	Mandatory	Fixed length:	1 or 2
			Variable length:	1 to 16 384
Closing the service channel			1	

The master shall indicate in bit 2 of the SVC control a transmission in progress (bit 2 = 0) or the transmission of the last 4 octets (bit 2 = 1). A transport with just one step shall immediately be set by the master as the last transmission (bit 2 = 1).

The error messages “element transmission too short” or “element transmission too long” shall be executed by the slave only if the length of the actual transmitted element is not in coincidence with the states of bit 2 in the SVC control.

7.2.1.6 End of transmission

The SVC transmission of operation data or a procedure command shall end with the transmission of the IDN for the next operation data or procedure command.

7.2.1.7 Changing of data block element

Changing the data block element shall be possible without an error message only if the following bits have the status given in Table 33.

Table 33 – Condition for modifying data block elements

Information	SVC control bit	SVC status bit	bit value
Transmission in progress	bit 2		0
Handshake bits equal	bit 0	bit 0	MHS = AHS
Busy		bit 1	0
SVC valid		bit 3	1

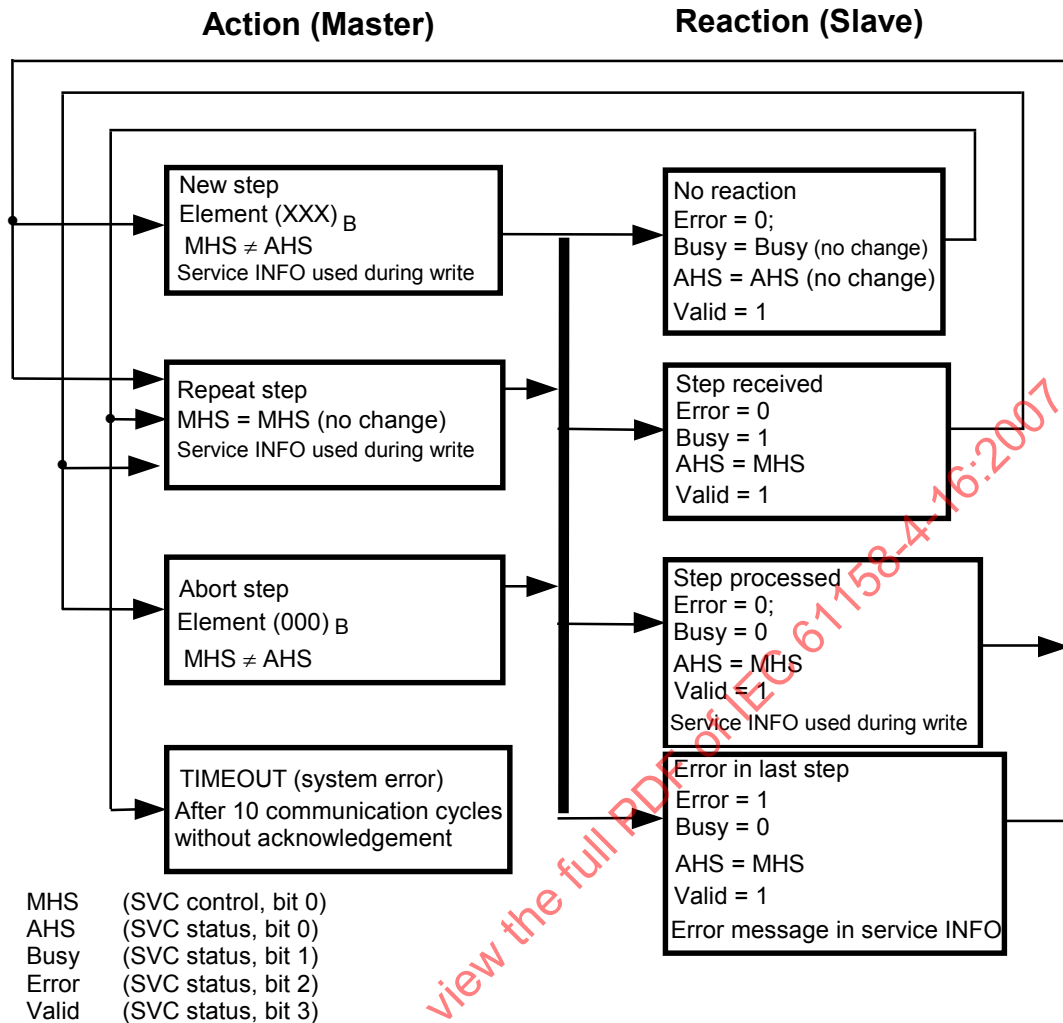


Figure 10 – Communication step proceeding diagram

7.2.1.8 SVC valid

The slave shall set “SVC valid” (SVC status, bit 3) to 1 (valid) as soon as it has finished handling the required service channel action. It shall set it back to 0 (not valid) if it is unable to handle the master’s demand (MHS ≠ AHS). In a ring topology, the slave may handle the SVC enquiries either on the primary or on the secondary channel, depending on configuration. In a line topology, the slave shall handle the SVC enquiries only on one channel (primary or secondary) as required by the master.

The master shall evaluate the slave’s SVC answer only if it reads “SVC valid” (SVC status, bit 3). It shall not evaluate it if “SVC valid” = 0 (invalid). The master shall scan the SVC in the primary or secondary depending on the topology.

The time-out of SVC valid is the same as HS time-out (see 7.2.1.9).

7.2.1.9 Handshake bits

During SVC transmissions, the transport of every step shall be secured by two service transport handshake bits. These shall be the bits 0 in the SVC control (MHS) and in the SVC status (AHS).

For every new step during the transmission, the master shall toggle the MHS-bit. The slave shall recognize by the toggled MHS-bit that a new step needs to be executed. After the slave

has received the required step and secured it for processing, it shall proceed to set its AHS-bit equal to the MHS-bit. By comparing the MHS-bit with the AHS-bit, the master and the slaves shall always be able to recognize the actual transport status during SVC transmission. See Table 34.

Table 34 – SVC channel evaluation

Master's perspective	AHS bit = MHS bit (SVC valid = 1)	The step was received by the slave and secured, slave starts processing. The master shall wait for processing acknowledgment (busy = 0, bit 1 in the SVC status)
	AHS bit ≠ MHS bit or SVC valid = 0	The steps were not yet received or secured by the slave. The master shall repeat the last step
Slave's perspective	MHS bit = AHS bit	The master does not require a new step, slave repeats the last step
	Master MHS-bit ≠ slave AHS-bit	The master requests a new step

The service transport handshake bits shall enable the slaves and the master to insert “wait cycles” during the transmission, e.g.:

- if more than one cycle will be required for receiving or transmitting a step;
- if a new step has not been recognized due to an error during the transmission;
- if the master does not issue any new steps at this time.

During every “wait cycle”, the master or the slave shall transmit the data of the previous communication cycle into the SVC INFO field.

After a maximum of 10 communication cycles, the master shall set a “time-out” condition if the slave does not acknowledge the proper reception of a step by matching its AHS-bit or if the valid bit is 0.

7.2.1.10 Busy bit

The slave shall be able to control any SVC transmission through the busy bit. The busy bit shall indicate that the slave is processing or just finishing the requested step at this time. Not until the slave sends the processing acknowledgement (busy bit = 0) shall the master be allowed to start the next step. The busy bit shall allow the slave to prevent the master from forcing the steps on the slave too quickly.

Type 19 does not specify any “time-out” parameter for the processing acknowledgment (busy) of the slave. After some time, depending upon configuration, the master shall be able to interrupt a step which was not acknowledged by the slave, by closing the service channel.

7.2.1.11 List transfer via the service channel

With this function, the control unit shall be able to divide the transport of parameters of large variable length into several smaller ones. It shall also be possible to transfer only elements of the lists without having to transfer the whole list. It shall thus be possible to interrupt a current transfer in order to send prior data via the service channel. After that, the control unit shall be able to resume the earlier transfer at the exact point where it had been interrupted. When accessing the list segment, the slave shall check for plausibility. In case of an error, the slave shall signal “invalid indirect addressing” (0x700B) via the service channel. This functionality shall use the parameters listed in Table 35.

Table 35 – IDN for list transfer

IDN	Description
S-0-0394	List IDN
S-0-0395	List index
S-0-0396	Number of list elements
S-0-0397	List segment

7.2.2 Service channel initialization

In CP1, each service channel shall start with the following status:

- the MHS-bit in the MDT and the AHS-bit in the AT shall be set to 1;
- the SVC valid shall be set to 1. All other bits in SVC control or SVC status shall be set to 0;
- all bits in the SVC INFO fields are invalid.

Starting with CP2, the SVC INFO fields in the MDT and the AT shall become valid. This implies that the master and a slave servicing several devices shall freeze the status of the service channel before switching from one device to another. When addressing this device again at a later time, the master shall be set to this frozen status.

7.2.3 Procedure command control and acknowledgment

7.2.3.1 General

A procedure command function shall always prompt a procedure command control from the master to the slave and a procedure command acknowledgment from a slave to the master. The procedure command control shall be element 7 of the data block (element 7 is always represented as a bit list for procedure commands). See Table 36.

Procedure command control shall allow procedure commands to be

- set;
- enabled for execution;
- interrupted during execution;
- cancelled.

The slave shall acknowledge the transmission of a procedure command from the master via the service channel with its AHS-bit, the busy bit and the SVC valid in its SVC status.

Table 36 – Procedure command control

Bit no,	Value	Description
15-2		Reserved
1		
	0	Interrupt procedure command execution
	1	Enable procedure command execution
0		
	0	Cancel procedure command
	1	Set procedure command

When starting the initializing (CP0), all procedure commands inside the master shall be disabled and then the procedure command control shall be updated appropriately internally in the master.

The procedure command acknowledgment shall be part of the data status (see Table 37).

In order to receive a procedure command acknowledgment, the master shall write the IDN of the procedure command via the service channel.

When acknowledging a procedure command, the slave shall indicate the actual status of the procedure command as given in Table 37. Bits 0 and 1 of the procedure command acknowledgment shall simply be copies of the procedure command control and indicate the actual status of the procedure command.

The procedure commands shall be treated as non-real-time data in the Slave.

If the master activates a procedure command, it can take several communication cycles until the slave generates the corresponding procedure command acknowledgment. Therefore it is recommended that the master scans the procedure command acknowledgment as shown in Table 37.

Table 37 – Procedure command acknowledgment (data status)

Bit no,	Value	Description
15-9		Reserved
8		
	0	Operation data is valid
	1	Operation data is invalid
7-4		Reserved
3		
	0	No procedure command error
	1	Error, procedure command execution is impossible
2		
	0	Procedure command executed correctly
	1	Procedure command not yet executed
1		
	0	Procedure command execution is interrupted
	1	Procedure command execution is enabled
0		
	0	Procedure command is not yet set
	1	Procedure command is set

With the beginning of initialization (CP0), all procedure commands within the slave shall be disabled and then the procedure command acknowledgment shall be updated appropriately internally in the slave.

7.2.3.2 Procedure command change bit

In order to inform the master of the end of a procedure command being executed in the slave, a procedure command change bit shall be reserved in the device status (bit 5).

Only the following changes in the procedure command acknowledgment shall set the procedure command change bit:

- procedure command executed correctly (positive acknowledgment, bit 2 changes from 1 to 0);
- error, procedure command execution impossible (negative acknowledgment, bit 3 changes from 0 to 1).

The procedure command change bit shall not indicate any other change of the procedure command acknowledgment (e.g., an interrupt).

The master shall read the data status by writing the IDN of the procedure command and check the procedure command acknowledgment contained therein. This indicates whether the procedure command was executed positively or negatively.

At negative procedure command acknowledgment, it is recommended that the master reads the diagnosis (if desired) before the procedure command is cancelled.

If a procedure command is cancelled by the master, all the effects of the procedure command on the procedure command change bit in the slave shall be cancelled as well. If the master has activated several procedure commands concurrently, all resulting procedure command acknowledgments shall be checked after setting the procedure command change bit in order to determine which procedure command caused the change.

As a rule, the master shall cancel a procedure command after it has been processed, irrespective of whether it was acknowledged positively or negatively.

A procedure command shall be cancelled by setting bit 0 in the procedure command control to 0. This shall be independent from the actual procedure command execution state.

The state machine Figure 11 describes the allowed state changes for procedure commands.

For procedure command control (CC), only the 0x00 through 0x03 values shall be allowed. If the value is invalid, the slave shall generate the error message "invalid data" in the SVC INFO.

A state change to "procedure command not set" (CA = 0x00), shall only be possible by canceling the procedure command.

If more than one procedure command execution is active and the "procedure command change bit" is set by more than one procedure command, this bit shall be reset in the device status when all procedure commands which had set the bit are cancelled.

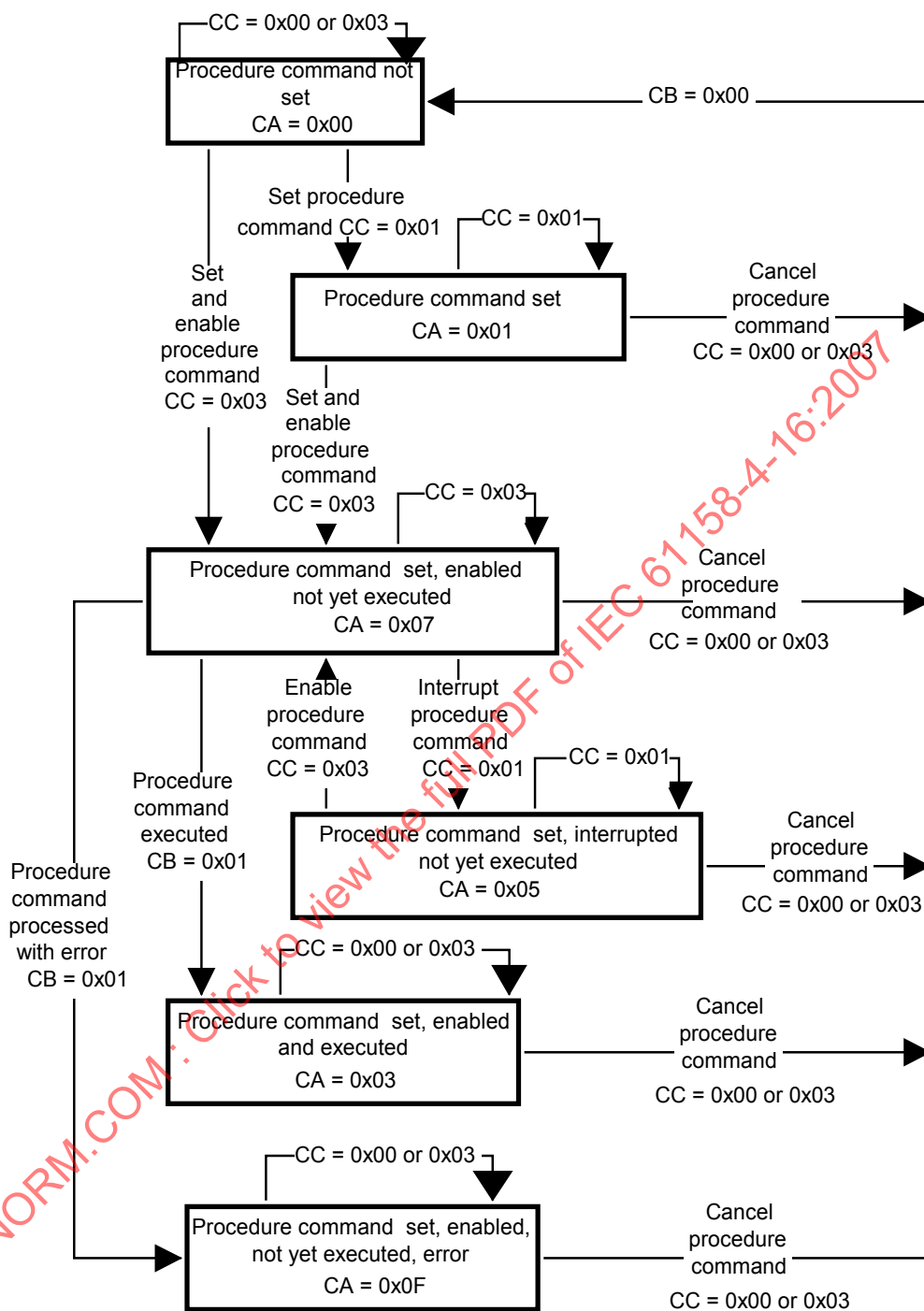


Figure 11 – State machine for procedure command execution

Figure 12 shows the sequence of procedure command handling that shall be met by the master.

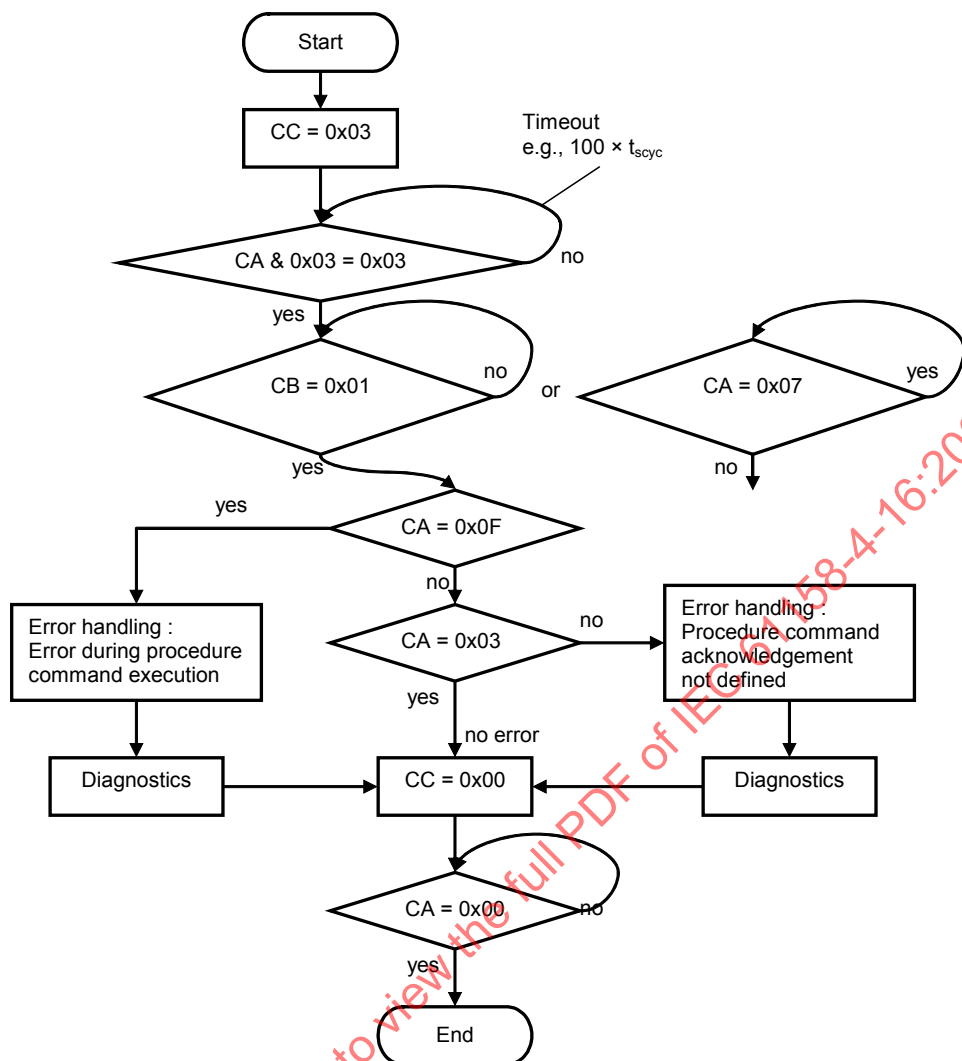


Figure 12 – Interaction of procedure command control and acknowledgement

7.2.3.3 Procedure command execution

In the following Figure 13, Figure 14 and Figure 15, the interactions between the master and the slave are represented, including procedure command executions with or without interruption and procedure command executions with error messages.

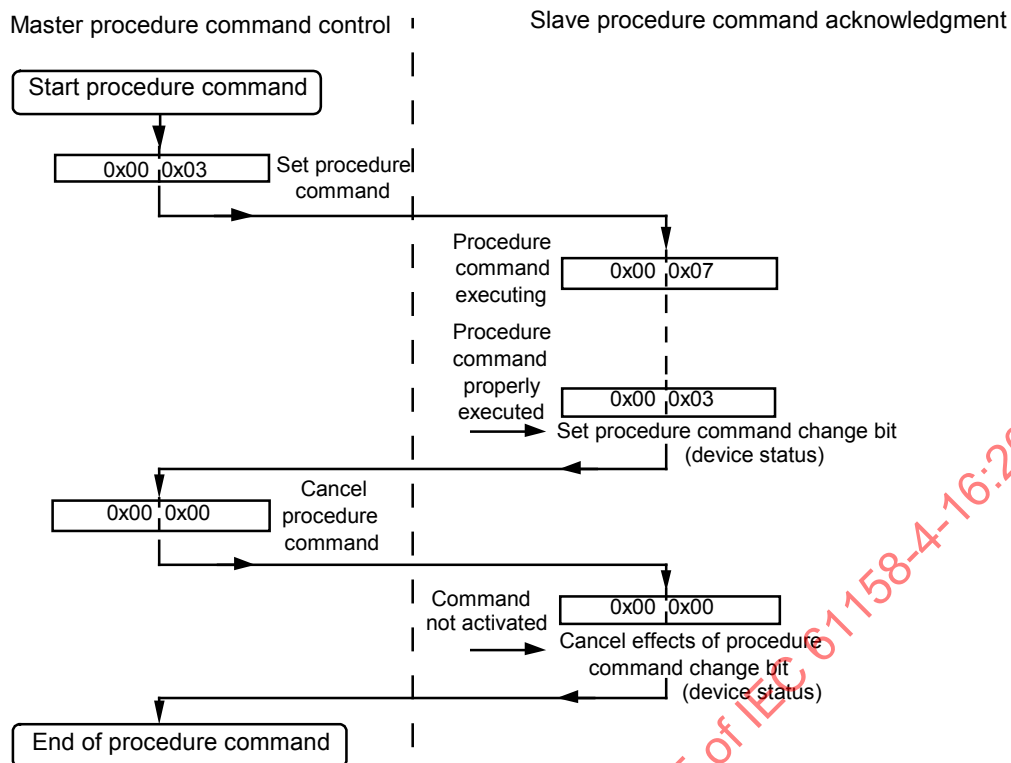


Figure 13 – Procedure command execution without interrupt

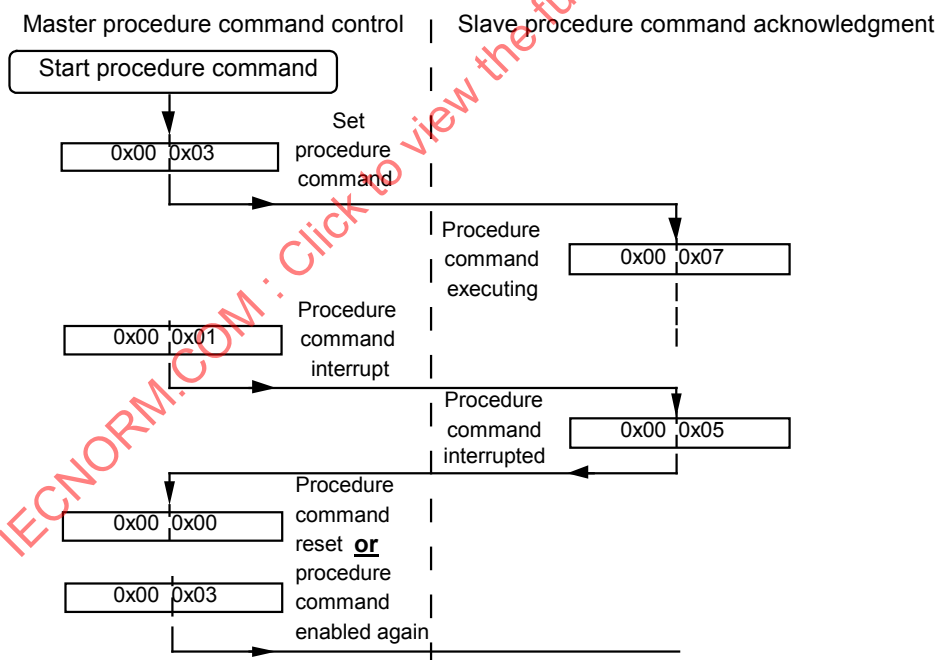


Figure 14 – Procedure command execution with interrupt

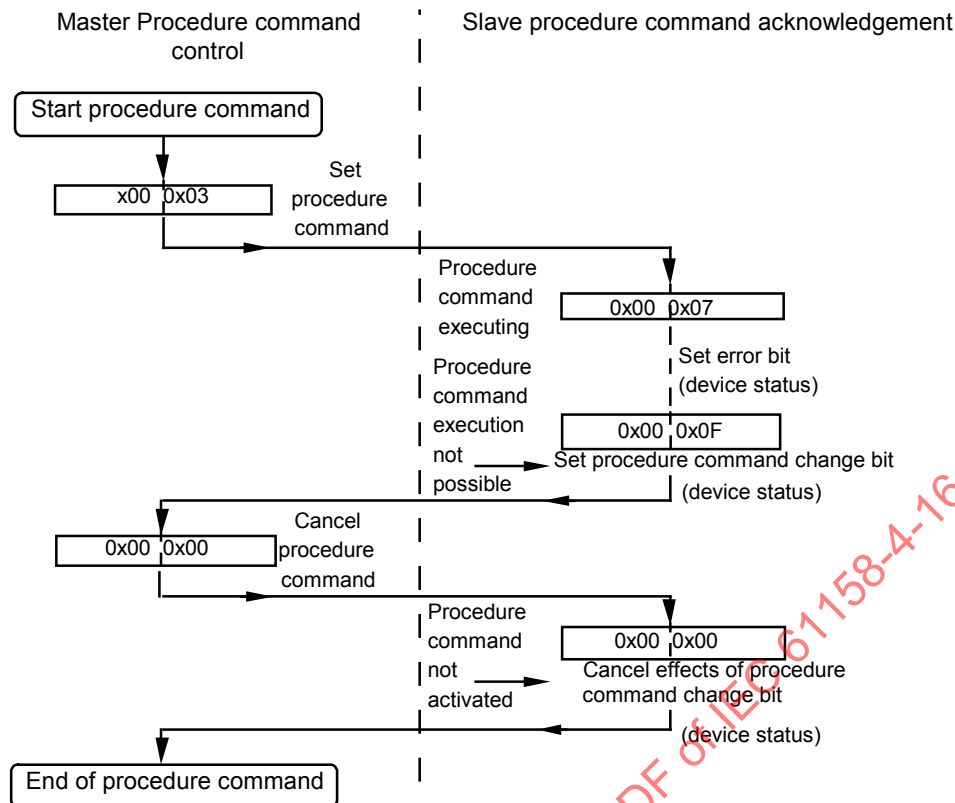


Figure 15 – Procedure command execution with error message

7.2.3.4 Procedure command functions via the service channel

In the Type 16 interface, procedure command functions shall be transmittable through the service channel. A procedure command is considered as a special type of non-cyclic data which, when transmitted through the service channel, invokes fixed functional processes in both the slaves and the master. These processes can take up some time. Hence, a procedure command shall only cause a functional process to start. After a procedure command has started its function, the service channel shall become available again immediately for the transmission of non-cyclic data or for more procedure commands.

Contrary to non-cyclic data transmission, whose proceeding shall be finished with the last transmitted step, the end of a procedure command during a lengthy procedure command execution shall be indicated by the procedure command change bit (bit 5 in the AT status word). The master shall also be able to interrupt a procedure command during its execution which is not possible for non-cyclic data transmission.

Every procedure command shall have been assigned an IDN and an appropriate data block. Not all elements of the data block are defined, however, and other elements have a predetermined form. Procedure commands are described in more detail in IEC 61800-7-20x.

7.3 RTC

7.3.1 Introduction

Cyclic data is exchanged between all devices in a Type 16 network in communication phase 4 according to the configuration given by the Initiate_cyclic_communication request (see 4.2).

7.3.2 Read_Cyclic (RDC)

Cyclic data is read by a DL user using the Read_Cyclic (RDC) request.

7.3.3 Write (WRC)

Cyclic data is written by a DL user using the Write_Cyclic (WRC) request. The cyclic data is transmitted in the next communication cycle of the Type 16 network.

7.3.4 Notify_Cyclic_Data (NCD)

Upon reception of a DLPDU of Type MDT0-MST the DL generates a Notify_Cyclic_Data (NCD) indication for the DL user.

8 DL management

8.1 Overview

The order of bit transmission of the address and data fields shall be low-order bit first (e.g., the first bit of the sequence number that is transmitted shall have the weight 2^0). If two octets make up a 16-bit word or if four octets form a 32-bit word, the lowest-valued octet shall always be transferred first.

If there are several operation data in the configurable part of the data record, then the LSB of the low octet of the first operation data shall be sent first.

The frame check sequence shall be transmitted to the line commencing with the bit of the coefficient with the highest term (X^{15}).

8.2 Access to PhL

8.2.1 Introduction

A synchronous error-free media access control shall be used. Telegrams shall be exchanged in fixed communication cycles. The master shall start the communication cycle strictly equidistant with the communication cycle time t_{Cyc} , by transmitting the master synchronization telegram (MST).

This MST shall be transmitted as a broadcast telegram to all stations and reach all slaves simultaneously, not taking into account the time delay of the ring. The MST is especially short, since it only has information about the status of the network in its data field. The content of the data field shall remain constant during the same communication phase so that bit-stuffing does not cause jitter at the end of the telegram.

The acknowledge telegram is called AT_m , if m represents the number of the transmission timeslot for the associated device XX ($m = 1, 2 \dots M$; M = the number of devices in the network). The transmission timeslot describes the time interval within which a slave is allowed to transmit an AT from one of its connected devices. The beginning of the m^{th} AT transmission timeslot shall follow $t_{1,m}$ after the end of the MST. This timeslot shall be stored by the device (slave) as an IDN (i.e. in a variable slave memory which can be read or written to by the master).

The sequence of timeslots shall determine the timing of the ATs, which shall be independent of the physical order of the ring as well as the defined device address. The master shall be the recipient of the ATs. Slave units positioned between the master and the transmitting slave shall transmit the telegrams by means of its repeater function.

The MDT shall be sent out at time t_2 after the end of the MST after all ATs have been sent within a communication cycle. All devices shall be receivers of the MDT. The next cycle shall start with the transmitting of the next MST.

From now on, “beginning of frame” (telegram), BOF, shall be the signal edge point which marks the leading binary 0 of the opening delimiter. Similarly, end of frame (telegram), EOF, shall be the signal edge point of the last binary 0 of the closing delimiter.

8.2.2 Cycle times

The communication cycle time, t_{Scyc} , shall have one of the following values:

$$t_{Scyc} = 62,5 \mu s, 125 \mu s, 250 \mu s \text{ to } 65 \text{ ms (in } 250 \mu s \text{ increments)}$$

This cycle time is allowed to have some jitter. The jitter describes the deviations from the t_{Scyc} value in the distance between the ends of two MSTs. J_{tScyc} is determined shown in Table 38.

Table 38 – Allowed jitter

Jitter MST	2 Mbit/s and 4 Mbit/s	8 Mbit/s and 16 Mbit/s
J_{tScyc}	$\min \{5 \mu s; 0,005 \times t_{Scyc}\} + 4 \times t_{BIT}$	$1 \mu s$

Therefore, the actual time interval between the end of an MST and the end of the j^{th} following MST shall have a minimum value of

$$j \times t_{Scyc} \times 0,9999 \times J_{tScyc} \quad (j = 1, 2, 3, \dots)$$

and a maximum value of:

$$j \times t_{Scyc} \times 1,0001 + J_{tScyc} \quad (j = 1, 2, 3, \dots)$$

NOTE j is an ordinary integer and not related to the abbreviations.

The factors 0,999 9 or 1,000 1 take into account the deviation of the communication cycle time t_{Scyc} , compared to the accuracy of the usual crystal oscillators ($\pm 10^{-4}$). Note that the jitter shall not accumulate over several periods (i.e. the average value shall be zero).

8.2.3 Medium access

8.2.3.1 General

Figure 16 shows the medium access during CP3 and CP4 (cyclic operation). The medium access during CP0 - CP2, which are used during initialization, is given in the following subclauses.

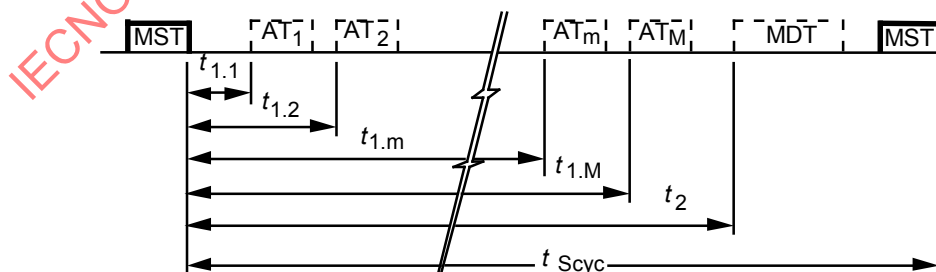


Figure 16 – Access to the transfer medium

Medium access is specified by time parameters which shall follow specific limits. Some times are allowed to have a certain amount of jitter.

8.2.3.2 Timing diagram for CP0

During CP0, the master shall only send the MST and the fill signal (see IEC 61158-2, 30.3.2.2).

The communication cycle time shall be preset by the master with $t_{\text{Scyc}} \geq 1 \text{ ms}$ (see Figure 17).

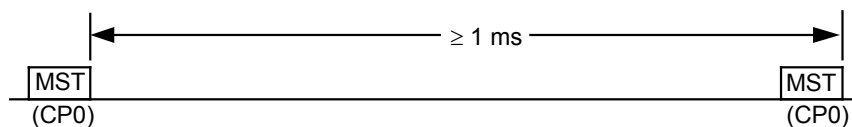


Figure 17 – Timing diagram for CP0

8.2.3.3 Timing diagram for CP1 and CP2

The communication cycle time shall be preset by the master with $t_{\text{Scyc}} \geq 1 \text{ ms}$. The telegram transmission starting times during CP1 and CP2 are shown in Figure 18.

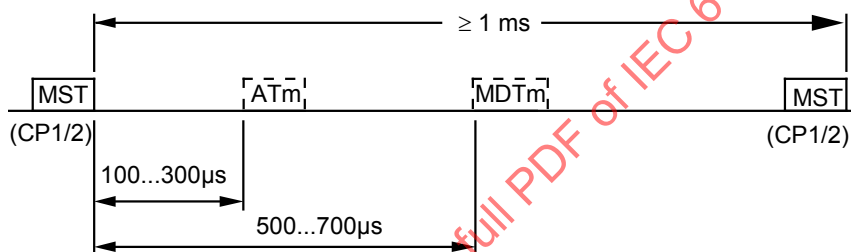


Figure 18 – Telegram transmission starting times of CP1 and CP2

An AT shall be sent by a slave only if the MDT, which was received before the last MST, was directed at its own address.

8.2.3.4 Timing diagram for CP3

Telegram transmission starting times are specified by the parameters which shall have been transmitted during CP2 and correspond to the timeslots for cyclical operation.

8.2.3.5 Timing diagram for CP4

During cyclic operation all telegrams shall be transmitted in predetermined timeslots. All timing shall be in reference to the end of the MST. The appropriate timing shall be established for every device during CP2.

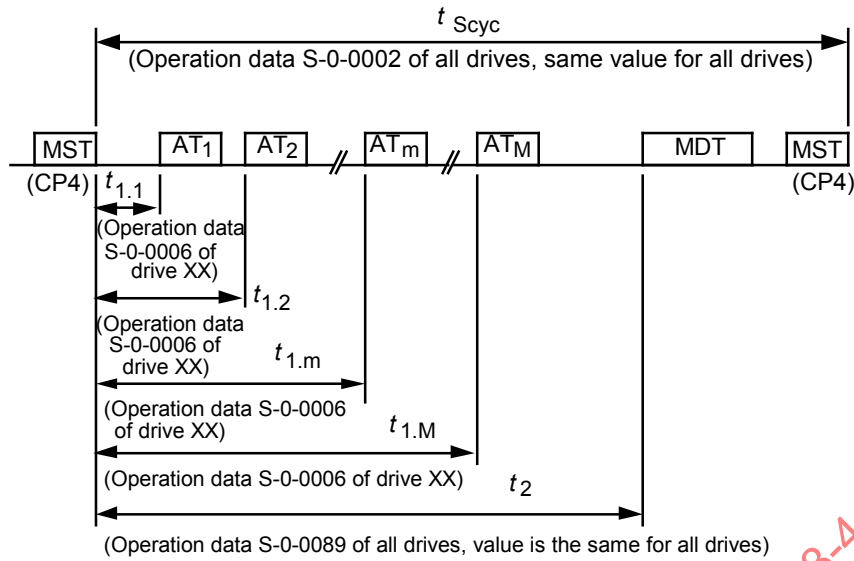


Figure 19 – Timing diagram for cyclic operation

During the initialization phase, the master shall inquire about some time parameters from the slaves (see 8.2.4). With this information, it is possible to calculate a collision-free distribution of transmission timeslots for the telegrams within the communication cycles.

The master shall proceed to transmit the AT transmission starting time, $t_{1.m}$, for all connected devices to each slave as well as the transmission starting time of the MDT t_2 . These starting times of the transmitting timeslots for the telegrams are defined next. Jitter has been incorporated in $t_{1.m}$ and t_2 :

- t_2 – MDT transmission starting time: this is the nominal time interval between the end of the MST and the beginning of the MDT during CP3 and CP4. The master shall store this time interval in an IDN in the devices.
- J_{t2} – Jitter in t_2 : this is the maximum deviation of the beginning of the MDT. It is the allowed deviation of the time interval t_2 . J_{t2} is determined as shown in Table 39.

Table 39 – Jitter in t_2

Jitter MDT	2 Mbit/s and 4 Mbit/s	8 Mbit/s and 16 Mbit/s
J_{t2}	min. {5 μ s; 0,005 $\times t_{Scyc}$ } + 4 $\times t_{BIT}$	1 μ s

The actual time interval between the end of a MST and the beginning of a MDT shall lie between $t_2 - J_{t2}$ and $t_2 + J_{t2}$.

- t_1 – AT transmission starting time: this is the nominal time interval between the end of the MST and the beginning of the AT. Every device shall have its determined $t_{1.m}$. This parameter shall have been determined by the master and be stored in the associated device as an IDN.
- J_{t1} – Jitter in t_1 : this is the maximum deviation of the beginning of the AT. It is the allowed deviation of the time interval t_1 . J_{t1} is determined as shown in Table 40:

Table 40 – Jitter in t_1

Jitter AT	2 Mbit/s and 4 Mbit/s	8 Mbit/s and 16 Mbit/s
J_{t1}	$\min. \{5 \mu\text{s}; 0,005 \times t_{\text{Scyc}}\} + 4 \times t_{\text{BIT}}$	$1 \mu\text{s}$

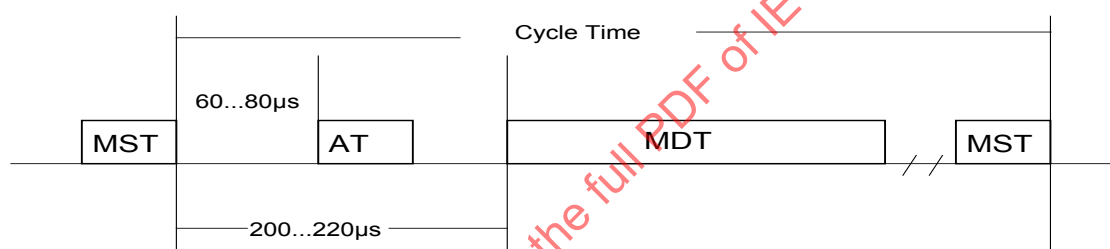
The actual time interval between the end of a MST and the beginning of an AT_m shall lie between $t_{1,m} - J_{t1}$ and $t_{1,m} + J_{t1}$.

Figure 16 shows the starting times of the transmission timeslots.

8.2.3.6 Timing diagram for CP5

The communication cycle time is preset by the master so that $t_{\text{Scyc}} \geq 1\,000 \mu\text{s}$. The Telegram Transmission Starting Times during CP5 are shown in Figure 20.

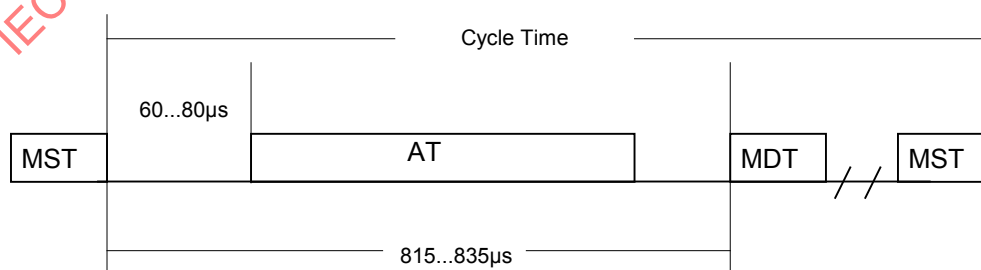
In order to provide sufficient time for data transmission, it is necessary to use Telegram Transmission Start Times that are different from the Telegram Transmission Start Times of CP1.

**Figure 20 – Telegram transmission times in CP5**

8.2.3.7 Timing diagram for CP6

The communication cycle time shall be preset by the master so that $t_{\text{Scyc}} \geq 1000 \mu\text{s}$. The Telegram Transmission Starting Times during CP6 are shown in Figure 21.

In order to provide sufficient time for data transmission, it is necessary to use Telegram Transmission Start Times that are different from the Telegram Transmission Start Times of CP1.

**Figure 21 – Telegram transmission times in CP6**

8.2.4 Time parameters

The following time parameters are characteristic values of slaves. They shall be requested by the master from every slave during initialization, excluding the values for t_{ATRP} and t_{RPAT} .

- t_{1min} – Shortest AT transmission starting time. $t_{1min.m}$ shall be the minimum time after the MST that device XX with data record m can transmit its AT. This parameter shall be stored in all devices as an IDN.
- t_{ATRP} – Maximum transition time of a slave to switch from transmitting the AT to the repeater function. This time interval shall not exceed $4 \times t_{BIT}$
- t_{RPAT} – Maximum transition time of a slave to switch from repeater function to transmit the AT. This time interval shall not exceed $2 \times t_{BIT}$
- $t_{ATMT.M}$ – Transmit/receive transition time in the device M (ADR XX) to switch from transmitting an AT to the ready state for receiving the MDT. This parameter shall be stored in all devices as an IDN.
- $t_{MTSY.K}$ – Receive to receive recovery time needed by the slave which is served with data record K in order to be ready to receive the MST from the end of the MDT. This parameter shall be stored in all devices as an IDN.
- t_{ATAT} – Transmit to transmit recovery time needed by a slave with several devices, in order to transmit another acknowledge telegram after the end of a acknowledge telegram. The actual time required may be exceeded by J_{t1} . This parameter shall be stored as an IDN in all devices which belong to the same slave. Otherwise, such an IDN shall not be available.

The minimum distance to be maintained between the end of one AT and the following telegram shall be determined from the following parameters:

- t_{ATRP} , where another AT follows the current AT which is not sent by the same slave;
- t_{ATAT} , where another AT follows the current AT which is sent by the same slave;
- t_{ATMT} , where the MDT follows the AT.

These defined time parameters are shown in Figure 22.

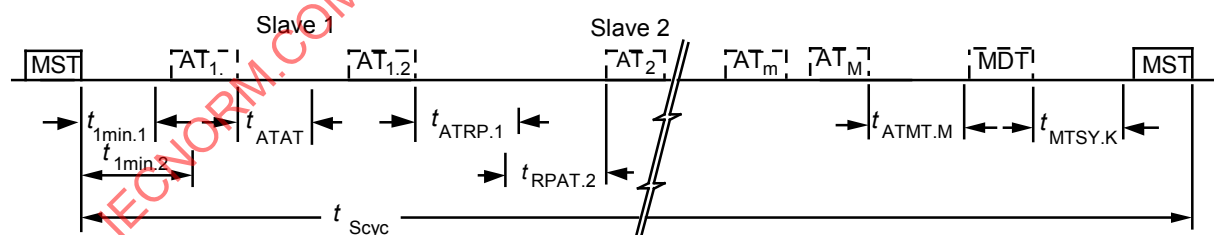


Figure 22 – Required time intervals between telegrams

9 Error handling and monitoring

9.1 Invalid telegrams

A telegram shall be invalid if any of the following faults occur or any combination hereof:

- it is not properly bounded by delimiters at the beginning and at the end;
- if the bit sequence enclosed by the delimiters does not correspond to the length defined during initialization (e.g. shorter than 32 bits).
- the CRC check is not correct;

d) the telegram does not arrive within the defined time tolerance limits.

Additionally, an MST shall be invalid if the INFO octet does not indicate a valid communication phase.

Invalid telegrams shall be ignored by the receiver.

Telegrams ending with seven or more sequential binary 1's instead of the defined delimiter shall be ignored by the receiver.

9.2 Response to MDT and AT telegram failure

If a telegram failure occurs, the master and the slave shall respond as follows:

- a) the synchronization of the interface shall be maintained;
- b) several counters (internal) shall be incremented for missing telegrams;

In addition, a slave shall not send its AT if it has not received the MST in the previous cycle.

The application profile may specify additional response (e.g., on the basis of the last correct command values, a power device system shall calculate internal command values to replace the missing telegram, as specified in IEC 61800-7-3, annex D).

Table 41 shows the error patterns for all communication phases if two successive MSTs fail:

Table 41 – Loss or failure of master synchronization telegram (MST)

CP	Reaction in master	Reaction in the slave
0	The master registers the network as open. The network is closed only after the master has received a defined number of successive MSTs without any errors. This is the pre-condition for operating in CP1	None
1	None. Beginning with CP1, the master no longer performs monitoring of the MST	None
2	None	None
3	None	The slave automatically returns to CP0 and waits for the MST of CP0. The device sets the "communication error bit" in C1D (see S-0-0011)
4	None	The slave automatically returns to CP0 and waits for the MST of CP0. In addition, all its connected and running devices are shut-down in the best possible way. The devices set the "communication error bit" in C1D (see S-0-0011)
NOTE Monitoring, see 9.8.		

Table 42 shows the error patterns for all CPs if the slave registers two successive MDT failures:

Table 42 – Failure of master data telegrams (MDT)

CP	Reaction in master ¹⁾	Reaction in the slave ²⁾
0		None
1		None
2		None
3		None
4		In CP4, the failure of two successive MDTs will result in the best possible shut-down of those devices that are controlled by the slave. The slave returns to CP0 and waits for the MST of CP0. The devices set the "communication error bit" in C1D (see S-0-0011)
¹⁾ Reaction in the master: no reaction in any CP. The master will react indirectly to the behavior of the device. ²⁾ Monitoring, see 9.8.		

Table 43 shows the error patterns for all CPs if the master registers two successive AT failures.

Table 43 – Failure of acknowledge telegrams (AT)

CP	Reaction in master ⁴⁾	Reaction in the slave ⁴⁾
1	The master responds by indicating on the display that a device is missing ^{1) 5)}	None ³⁾
2	The master returns to CP0 and attempts to close the network ⁵⁾	None ³⁾
3	The master returns to CP0 and attempts to close the network ²⁾	None ³⁾
4	The master responds where applicable, with an error handling procedure stored in the control unit, and then returns to CP0 and attempts to close the network ²⁾	None ³⁾
¹⁾ The master registers a device has failed according to the specifications in 9.1. ²⁾ Error pattern: failure of two successive ATs of the same address. (The first cycle in CP3 does not need an AT. Therefore this missing AT is not counted.) ³⁾ Reaction in the device: the devices react indirectly to the reset to CP0. ⁴⁾ Monitoring, see 9.9. ⁵⁾ A failure of AT will be recognized by the master if during handshake timeout no response of the addressed device was received.		

9.3 Reaction to handshake timeout

A handshake (HS) timeout shall occur if any addressed device does not acknowledge its AHS-bit in the Status word after 10 communication cycles in CP2 to CP4. During CP1, a device shall be registered as not present if the AHS-bit has not been set to a logical 1 within the maximum device identification time (see Table 44).

Table 44 – Reaction to handshake timeout

CP	Reaction in master	Reaction in the slave
2-4	Error message is sent to the operator. The master responds with an error handling procedure that may be stored in the control unit and then switches back to CP0	No response possible

9.4 Service channel error messages

Should an error occur in the transport mechanism of the service channel (e.g. if the lengths of the operation data differ between the master and the device, or vice versa, or if the IDN is undefined), the slave shall announce it by setting the error bit (bit 2) in the status word and by writing an error code into the service INFO field of its AT.

The slave shall be allowed to report an error message only if a new processing step is issued by the master, which is in any of following cases:

- MHS-bit $\neq$ AHS-bit (step not yet secured);
- busy bit = 1 (step still in process).

If the device recognizes an error, it shall ignore the actual step, interrupt and acknowledge by

- setting the AHS-bit equal to the MHS-bit (if not already acknowledged in a previous cycle);
- setting the error bit to 1 (SVC status, bit 2);
- setting the busy bit to 0;
- setting the SVC valid to 1.

If the master intends to repeat the transmission of an element after an error message, the lowest-valued octet of the element shall be transmitted first.

All possible SVC error messages are shown in Table 45.

Table 45 – Error messages

Error code	Description/meaning
0x0nnn	General error
0x0000	No error in the service channel
0x0001	Service channel not open
0x0009	Invalid access to closing the service channel
0x1nnn	Element 1 (Ident number)
0x1001	No IDN
0x1009	Invalid access to element 1
0x2nnn	Element 2 (Name)
0x2001	No name
0x2002	Name transmission too short
0x2003	Name transmission too long
0x2004	Name cannot be changed (read only)
0x2005	Name is write-protected at this time
0x3nnn	Element 3 (Attribute)
0x3002	Attribute transmission too short
0x3003	Attribute transmission too long
0x3004	Attribute cannot be changed (read only)
0x3005	Attribute is write-protected at this time
0x4nnn	Element 4 (Unit)
0x4001	No units
0x4002	Unit transmission too short
0x4003	Unit transmission too long

Error code	Description/meaning
0x4004	Unit cannot be changed (read only)
0x4005	Unit is write-protected at this time
0x5nnn	Element 5 (Minimum input value)
0x5001	No minimum input value
0x5002	Minimum input value transmission too short
0x5003	Minimum input value transmission too long
0x5004	Minimum input value cannot be changed (read only)
0x5005	Minimum input value is write-protected at this time
0x6nnn	Element 6 (Maximum input value)
0x6001	No maximum input value
0x6002	Maximum input value transmission too short
0x6003	Maximum input value transmission too long
0x6004	Maximum input value cannot be changed (read only)
0x6005	Maximum input value is write-protected at this time
0x7nnn	Element 7 (Operation data)
0x7002	Operation data transmission too short
0x7003	Operation data transmission too long
0x7004	Operation data cannot be changed (read only)
0x7005	Operation data is write-protected at this time (e.g. communication phase)
0x7006	Operation data is smaller than the minimum input value
0x7007	Operation data is greater than the maximum input value
0x7008	Invalid operation data: Configured IDN will not be supported, invalid bit number or bit combination
0x7009	Operation data write protected by a password
0x700A	Operation data is write protected, it is configured cyclically. (IDN is configured in the MDT or AT. Therefore writing via the service channel is not allowed).
0x700B	Invalid indirect addressing: (e.g., data container, list handling)
0x700C	Operation data is write protected, due to other settings. (e.g. parameter, operation mode, PDS enable, PDS on etc.)
0x700D	Reserved
0x700E	Reserved
0x700F	Reserved
0x7010	Procedure command already active
0x7011	Procedure command not interruptible
0x7012	Procedure command at this time not executable (e.g. in this phase the procedure command can not be activated).
0x7013	Procedure command not executable (invalid or false parameters)
NOTE All other codes are reserved.	

9.5 Reaction to error messages in the service channel

A valid error message for the master is present in the service channel if the device sets bit 2 in the device status word to logical 1 and the AHS-bit of the device equals the MHS-bit of the master control word (see Table 46).

Table 46 – Reaction to error message

CP	Reaction in master	Reaction in the slave
2-4	Display of an error message	The step currently being processed is interrupted, the busy bit (bit 1 – status word) is set to 0

9.6 Error counters in the master and the slave

Error counters 1 in the master shall count successive MST failures in CP0 and successive AT failures starting in CP3. There shall be one MST counter 1 and different AT counters 1 for each device. If one of these counters has the value 2, the master shall return to CP0 and the system shall only be able to restart by means of a new initialization (see Table 47).

Table 47 – States of error counters 1 in the master for MST and AT failures

Event	Reaction in the master
Telegram failure according to 9.1	Error counters 1 (MST, AT) increments by 1
Telegram valid received	Error counters 1 (MST, AT) resets to 0
Error counters 1 (MST, AT) ≥ 2	Master returns to CP0

Error counter 1 (for MST-failures in the devices) shall count successive MST-failures in CP3 and CP4. If the MST-counter 1 of a device has the value 2, the appropriate slave shall return to CP0 and wait for the MST of CP0. (During CP4, all its connected and running devices shall be shut-down in the best possible way.) The device shall set the communication error bit in C1D (see Table 48).

Table 48 – States of error counter 1 in the devices for MST-failures in CP3 and CP4

Event	Reaction in the slave
MST failure according to 9.1	Error counter 1 (MST) increments by 1
MST valid received	Error counter 1 (MST) resets to 0
Error counter 1 (MST) ≥ 2	Slave returns to CP0, sets communication error bit in C1D, and waits until the master reinitializes the network

Error counter 1 for MDT-failures in the devices shall count successive MDT-failures in CP4. If the MDT counter of a device has the value 2, the appropriate slave shall return to CP0 and wait for the MST of CP0. All its connected and running devices shall be shut-down in the best possible way. The device shall set the communication error bit in C1D (see Table 49.)

Table 49 – States of error counter 1 in the devices for MDT-failures in CP4

Event	Reaction in the slave
MDT failure according to 9.1	Error counter 1 (MDT) increments by 1
MDT valid received	Error counter 1 (MDT) resets to 0
Error counter 1 (MDT) ≥ 2	Slave returns to CP0, sets communication error bit in C1D, and waits until the master reinitializes the network

The master shall have an AT error counter 2 for each device which shall count independently. If more than two consecutive ATs are invalid, the invalid ATs over two shall not be counted. The counters shall be reset to 0 during the transition from CP2 to CP3 and incremented in CP3 and CP4 to a maximum value of $2^{16}-1$, 0xFFFF. There shall be different counters for each device. The counters for AT-failures shall be readable in the master for certification (see Table 50).

Table 50 – States of error counters 2 in the master for AT-failures

CP	Event	Reaction in the master
0, 1, 2	AT failure according to 9.1	Error counter 2 (AT) does not change
	AT valid received	Error counter 2 (AT) does not change
	Transition from CP2 to CP3	Error counter 2 (AT) resets to 0
3, 4	AT failure according to 9.1	Error counter 2 (AT) increments by 1
	AT valid received	Error counter 2 (AT) does not change
	Error counter 2 (AT) = 0xFFFF	Error counter 2 (AT) does not change and stops incrementing

Error counter 2 (for MST-failures in the devices) shall count all MST-failures in CP3 and CP4. If more than two consecutive MSTs are invalid, the invalid MSTs over two shall not be counted. This MST error counter shall have the IDN S-0-0028 in every device and the master from CP2 on shall be able to read and reset it (see Table 51). The maximum value for this counter shall be 0xFFFF.

Table 51 – States of error counter 2 in the devices for MST-failures

CP	Event	Reaction in the slave
0, 1, 2	MST failure according to 9.1	Error counter 2 (MST) does not change
	MST valid received	Error counter 2 (MST) does not change
	Transition from CP2 to CP3	Error counter 2 (MST) resets to 0
3, 4	MST failure according to 9.1	Error counter 2 (MST) increments by 1
	MST valid received	Error counter 2 (MST) does not change
	Error counter 2 (MST) = 0xFFFF	Error counter 2 (MST) does not change and stops incrementing

Error counter 2 for MDT-failures in the device shall count all MDT-failures in CP4. If more than two consecutive MDTs are invalid, the invalid MDTs over 2 shall not be counted. This MDT error counter shall have the IDN S-0-0029 in every device and the master from CP2 on shall be able to read and reset it (see Table 52). The maximum value for this counter shall be 0xFFFF.

Table 52 – States of error counter 2 in the devices for MDT-failures

CP	Event	Reaction in the slave
0, 1, 2	MST failure according to 9.1	Error counter 2 (MDT) does not change
	MDT valid received	Error counter 2 (MDT) does not change
	Transition from CP2 to CP3	Error counter 2 (MDT) resets to 0
3, 4	MDT failure according to 9.1	Error counter 2 (MDT) increments by 1
	MDT valid received	Error counter 2 (MDT) does not change
	Error counter 2 (MDT) = 0xFFFF	Error counter 2 (MDT) does not change and stops incrementing

9.7 Error effects on communication phases

9.7.1 Ascending communication phases

The sequence of communication phases shall be maintained in ascending order (0, 1, ..., 4). If this sequence is not maintained, the slave shall return to CP0. The communication error bit shall be set in C1D.

9.7.2 Descending communication phases

A change of the CPs in descending order shall only be accomplished through CP0. The progression from CP0 shall be accomplished in accordance with 6.2.2.

If the master switches from a higher CP to a lower CP other than CP0, the slave shall then immediately return to CP0 and wait for the MST of CP0 from the master. The communication error bit shall then be set in C1D.

9.8 Monitoring in the master

Monitoring in the master shall be done according to Table 53.

Table 53 – Master monitoring

Communication Phase	CP0	CP1	CP2	CP3	CP4
MST monitoring with:					
CRC checking	X	–	–	–	–
Telegram length checking	X	–	–	–	–
MDT monitoring with:					
CRC checking	–	–	–	–	–
Telegram length checking	–	–	–	–	–
AT monitoring with:					
CRC checking	–	X	X	X	X
Telegram length checking	–	X	X	X	X
Timing check	–	X	X	X	X
Error counters 1 (count successive telegram failures, maximum value = 2)					
Count of MST failures	X	–	–	–	–
Count of MDT failures	–	–	–	–	–
Count of AT failures	–	–	–	X	X
Error counters 2 (count all telegram failures, maximum value = $2^{16} - 1$)					
MST error counter (S-0-0028)	–	–	–	–	–
MDT error counter (S-0-0029)	–	–	–	–	–
Count of AT failures	–	–	–	X	X
NOTE X = monitoring/checking is necessary; – = monitoring/checking is not necessary.					

9.9 Monitoring in the slave

Monitoring in the slave shall be done according to Table 54.

Table 54 – Slave monitoring

Communication Phase	CP0	CP1	CP2	CP3	CP4
MST monitoring with:					
CRC checking	X	X	X	X	X
Telegram length checking	X	X	X	X	X
INFO–octet	X	X	X	X	X
Timing check	–	–	–	X	X
MDT monitoring with:					
CRC checking	–	X	X	X	X
Telegram length checking	–	X	X	X	X
Timing check	–	X	X	X	X
AT monitoring with:					
CRC checking	–	–	–	–	–
Telegram length checking	–	–	–	–	–
Error counters 1 (count successive telegram failures, maximum value = 2)					
Count of MST failures	–	–	–	X	X
Count of MDT failures	–	–	–	–	X
Count of AT failures	–	–	–	–	–
Error counters 2 (count all telegram failures, maximum value = $2^{16} - 1$)					
MST error counter (S-0-0028)	–	–	–	X	X
MDT error counter (S-0-0029)	–	–	–	–	X
Count of AT failures	–	–	–	–	–
NOTE X = monitoring/checking is necessary – = monitoring/checking is not necessary.					

Annex A (normative)

IDN – Identification numbers

A.1 IDN specification

A.1.1 Introduction

All operation data shall be assigned IDNs.

Every IDN shall have an underlying data block. Data blocs shall be used in different data types to supply additional information, which is required to allow the display and input of data and the use of universal routines by means of the control terminal.

This additional information is necessary for handling arbitrary slave-related data. With this information, anonymous operation data can be interpreted by the control unit.

The data block structure shall be as shown in Table . In a data block, elements 1, 3, and 7 shall be mandatory and always present. Elements 2, 4, 5, and 6 are optional and may be supported depending on configuration. Elements 5 and 6 are mandatory for cycle time parameters (S-0-0001, S-0-0002) only. The appropriate elements of the data blocks shall be selected via the service channel control bits in the control word.

Table A.1 – Data block structure

Element No.	Description	Requirement
1	IDN	mandatory
2	Name	optional
3	Attribute	mandatory
4	Unit	optional
5	Minimum input value	optional
6	Maximum input value	optional
7	Operation data	mandatory
NOTE Elements 5 and 6 are mandatory for cycle time parameters (S-0-0001, S-0-0002).		

A.1.2 Element 1: structure of IDN

If written and read via the service channels, the appropriate data shall be addressed by means of the IDNs. Beyond that, operation data within the configurable part of the data records of the AT and MDT shall be as defined by means of the IDNs.

IDN numbering shall have a range of 2^{16} , which shall be subdivided as follow:

- a) two ranges shall be available for standard IDNs and manufacturer-specific IDNs. Manufacturer-specific IDNs are out of the scope of standardization;
- b) every range shall be subdivided into eight parameter sets;
- c) each set shall thus have up to 4 095 IDNs.

IDNs shall be transferred in telegrams as 16-bit binary numbers.

NOTE 1 As an example, S–2–00005 is the standard IDN for “Minimum feedback processing time (t_5)” in parameter set 2.

NOTE 2 Operation data which are not included in standard data but which are required for a specific function of the product shall be specified by the appropriate manufacturer in the product data record. Example: P-3-1234.

Table A.2 and Figure A.1 describe the structure of IDNs.

Table A.2 – IDN structure

Bit no,	Value	Description
15		
	0	Standard data (normative)
	1	Product data (determined by manufacturer)
14-12		
	000-111	Parameter set 0 – 7
11-0		
	0000-4095	Data block number

X	–	X	–	XXXX
S – Standard data P – Product data		Parameter set		Data block number

Figure A.1 – General IDN structure

A.1.3 Element 2: name of operation data

The name shall consist of 64 octets maximum. It shall have two length specifications of two octets each and a character string of maximum 60 ASCII characters (60 octets). Octets 1 and 2 of the name shall specify the length of the programmed text in octets. Octets 3 and 4 of the name shall indicate the maximum number of characters available for text in a slave if the name is changeable. Text longer than that specified by these octets cannot be stored in the slaves. Length specifications of the initial four octets shall be coded for hexadecimal digits. Figure A.2 shows the IDN name structure.

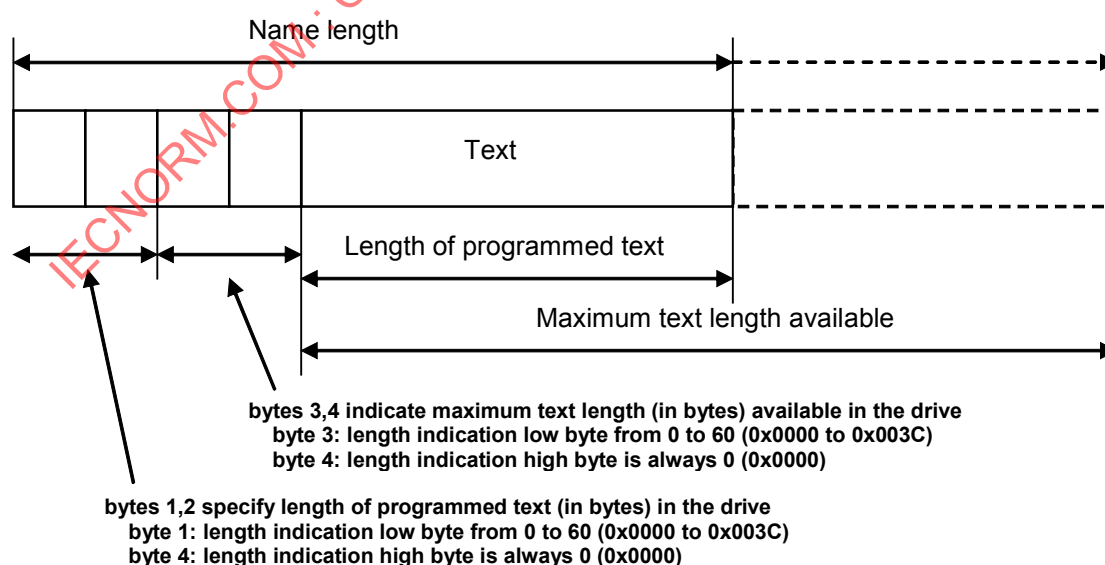


Figure A.2 – IDN name structure

It is recommended to program text length in even numbers since the service channel can only transfer words.

If the programmed text has a length of 0, only the two length indications shall be transmitted. Octets 1 and 2 shall then contain the value 0.

Reading: In order to complete a read command in the service channel, the master shall require octets 1 and 2. Octets 3 and 4 shall only be read by the master to prevent writing text which is too long.

Writing: When writing a name, the master shall set octets 1 and 2 according to the length of the programmed text. The text shall not be longer than specified in octets 3 and 4. During writing the slave shall ignore octets 3 and 4 and insert its available length during reading.

A.1.4 Element 3: attribute of operation data

Every data block shall have an attribute which allows for an intelligible representation of various operation data by means of universal routines. The attribute shall contain all information which is needed to display operation data intelligibly. The attribute makes it possible to convert the transferred operation data into intelligible display data and vice versa. The conversion shall have no impact on the data itself. If data needs to be scaled, specific scaling parameters shall be supplied. Every scaling modification needs a change in the attributes of the affected data. See Table A.3.

Table A.3 – Element 3 of IDNs

Bit No.	Value	Description
31		Reserved
30		Write protected in CP4
	0	Operation data is writeable
	1	Operation data is write protected
29		Write protected in CP3
	0	Operation data is writeable
	1	Operation data is write protected
28		Write protected in CP2
	0	Operation data is writeable
	1	Operation data is write protected
27-24		Decimal point: Places after the decimal point indicate the position of the decimal point for the display and input of appropriate operation data. This is additional display information. Decimal point = 0, for data type "floating-point number"
	0000 to 1111	No place to 15 places after decimal point (maximum)
23		Reserved
22-20		Data type and display format. Data type and display format are used to convert the operation data and the minimum and maximum input value to the correct display format
	000	Data type: Binary number Display format: Binary
	001	Data type: Unsigned integer Display format: Unsigned decimal
	010	Data type: Integer Display format: Signed decimal
	011	Data type: Unsigned integer Display format: Hexadecimal
	100	Data type: Extended character set Display format: Text (ASCII)
	101	Data type: Unsigned integer

Bit No.	Value	Description
		Display format: IDN
	110	Data type: Floating-point number Display format: Signed decimal with exponent (float) Single or double precision, according to ANSI/IEEE 752-1995
	111	Reserved
19		Function of operation data: The function of operation data indicates that this operation data is used to call up procedure command functions in a slave
	0	Operation data or parameter
	1	Procedure command
18-16		Data length: Data length is required so that the control unit is able to complete service channel data transfers correctly
	000	Reserved
	001	Operation data is two octets long
	010	Operation data is four octets long
	011	Operation data is eight octets long
	100	Variable length with one-octet data strings
	101	Variable length with two-octet data strings
	110	Variable length with four-octet data strings
	111	Variable length with eight-octet data strings
15-0		Conversion factor: the conversion factor is an unsigned integer used to convert numeric data to display format. The conversion factor shall be set to a value of 1 when it is not needed for data display (e.g., for binary display, character string or floating-point number)

The display formats and data length shall have any of the valid combinations (“yes” marked) in Table A.4.

Table A.4 – Valid combinations of the display formats

Data length	Binary	Unsigned decimal	Signed decimal	Hex	Text	IDN	Float
2 octet	yes	yes	yes	yes		yes	
4 octet	yes	yes	yes	yes			yes
8 octet	yes	yes	yes	yes			yes
1 octet list					yes		
2 octet list	yes	yes	yes	yes		yes	
4 octet list	yes	yes	yes	yes			yes
8 octet list	yes	yes	yes	yes			yes

A.1.5 Element 4: operation data unit

This unit element shall consist of 16 octets maximum. It shall have two length specifications of two octets each, and an ASCII character string of 12 characters maximum (12 octets). Octets 1 and 2 of the unit shall specify the length in the programmed text in octets. Octets 3 and 4 of the unit shall indicate the maximum number of characters available for text in a slave if it is changeable. Text longer than that specified by these octets may not be stored in the slaves. Length specifications of the initial four octets shall be coded for hexadecimal digits. Operation data shall not have any unit if the data type is either a binary number or an ASCII. See Figure A.3.

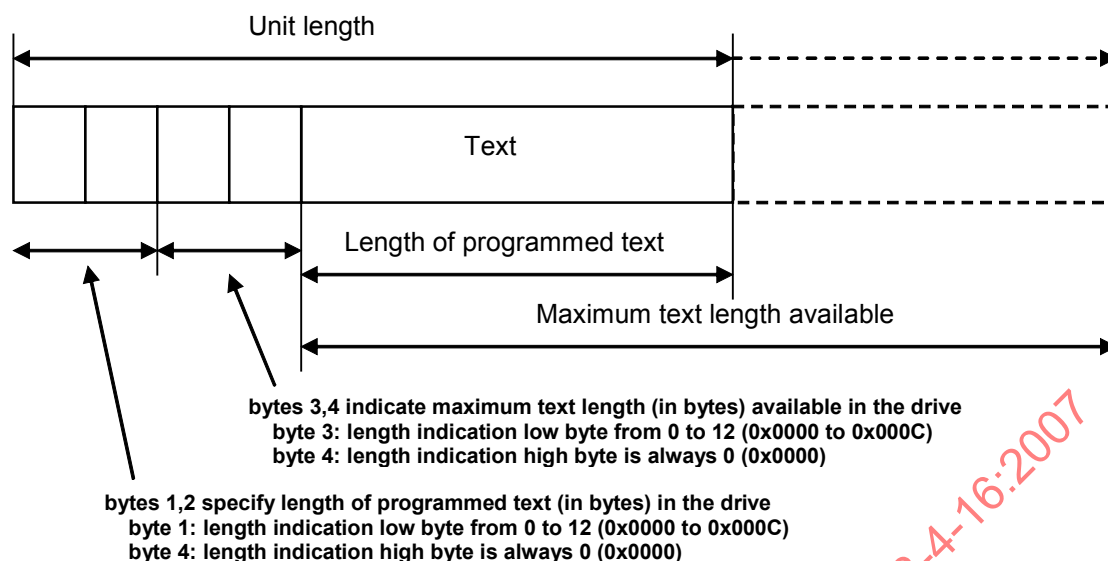


Figure A.3 – IDN data unit structure

It is recommended to program text length in even numbers since the service channel can only transfer words.

If the programmed text has the length 0 only the two length indications shall be transmitted. Octets 1 and 2 shall then contain the value 0.

Reading: In order to complete a read command in the service channel, octets 1 and 2 shall be required by the master. Octets 3 and 4 shall only be read by the master to prevent writing text which is too long.

Writing: When writing a unit, the master shall set octets 1 and 2 according to the length of the programmed text. The text shall not be longer than specified in octets 3 and 4. During writing the slave shall ignore octets 3 and 4 and insert its available length during reading.

A.1.6 Element 5: minimum input value of IDN operation data

The IDN minimum input value shall be the smallest numerical value for the operation data which the slave is able to process and have the same length as operation data.

If, in a write request, the value for the operation data is lower than the minimum input value, the operation data shall not be changed.

The operation data shall have no minimum input values if a binary number or an ASCII character string is used or if the operation data is of variable length.

The minimum input value shall be displayed like the operation data.

A.1.7 Element 6: maximum input value of IDN operation data

The IDN maximum input value shall be the largest numerical value for the operation data which the slave is able to process and have the same length as operation data.

If, in a write request for the operation data, the maximum input value is exceeded, the operation data shall have changed.

The operation data shall have no maximum input value if a binary number or ASCII character string is used or if the operation data is of variable length.

The maximum input value shall be displayed like the operation data.

A.1.8 Element 7: IDN operation data

The IDN operation data length shall have any one of following values:

- fixed length with two octets;
- fixed length with four octets;
- fixed length with eight octets;
- variable length up to 65 532 octets.

Length specifications for the variable length only shall be coded in the initial four octets for hexadecimal digits.

Structure of operation data with variable length shall be as shown in Figure A.4.

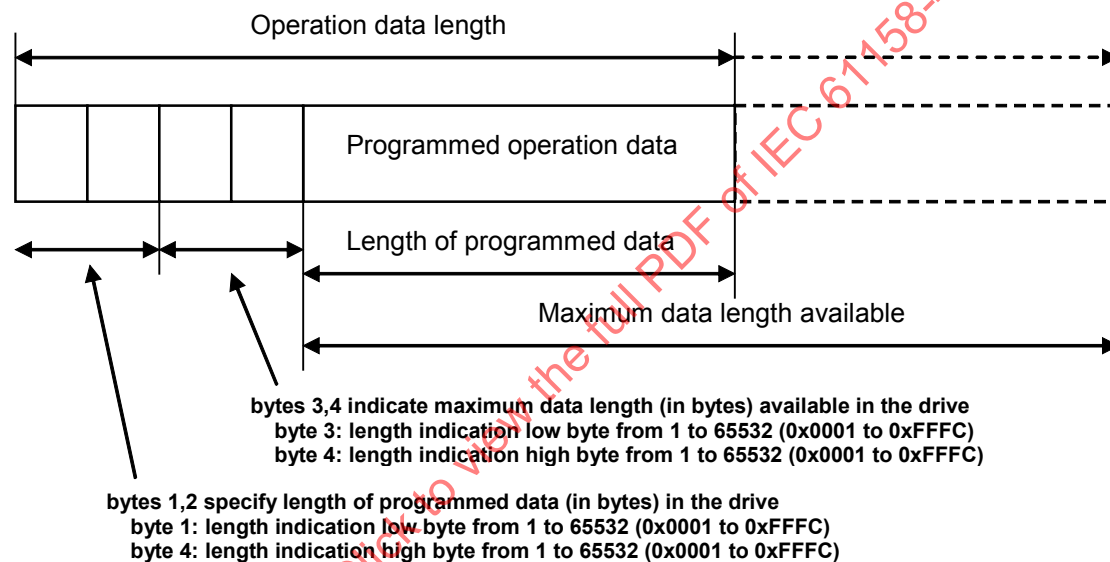


Figure A.4 – Structure of IDN operation data with variable length

IDN operation data with variable length shall consist of length indicators in the initial four octets, followed by the programmed operation data.

Files or tables shall be loaded from the control unit to the slaves or vice versa by means of the transfer of operation data with variable length (e.g., the IDN-list of all operation data in a slave).

It is recommended to program the length of the operation data in an even number of octets since the service channel can only transfer words.

If the operation data has the length 0, only the two length indications shall be transmitted. Octets 1 and 2 shall then contain the value 0.

Reading: In order to complete a read command in the service channel correctly, the master shall require octets 1 and 2. Octets 3 and 4 shall only be read by the master to prevent writing operation data which is too long.

Writing: When writing operation data, the master shall set octets 1 and 2 according to the length of the programmed data. The data shall not be longer than specified in octets 3 and 4.

During writing, the slave shall ignore octets 3 and 4 and insert its available length during reading.

NOTE Figure A.5 shows the structure of an IDN list as an example.

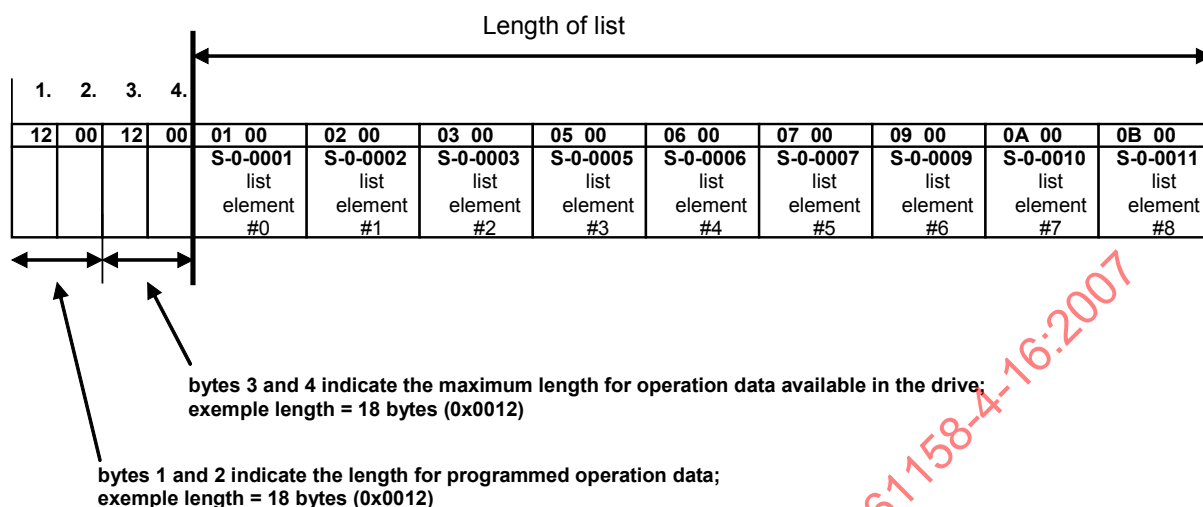


Figure A.5 – Example of the structure of an IDN-list

A.1.9 Data status

The content of “data status” shall be related to the entire data block. “Data status” shall contain conditions which change dynamically. When opening the service channel via an IDN, the current data status shall be transferred automatically to the master. This enables the control unit to respond to procedure command acknowledgments during transmission of a procedure command. The data status (procedure command acknowledgment) shall be reset by the device during every renewed initialization.

Bits 0-3 shall only be present for procedure commands (procedure command acknowledgment).

Changes in the procedure command acknowledgment by:

- bit 2: procedure command executed correctly (1 → 0 = positive acknowledgment), or
- bit 3: procedure command execution is impossible (0 → 1 = negative acknowledgment) shall lead to setting the Procedure command change bit in the status word of the device.

Bit 8 shall be set by the device if the data block is recognized as invalid, such as if the data memory is checked for data loss and a checksum error is set.

The structure of the data status is shown in Table A.5.

Table A.5 – Data status structure

Bits	Value	Meaning
15-9		(Reserved)
8		
	0	Operation data is valid
	1	Operation data is invalid
7-4		(Reserved)
3		
	0	No procedure command error
	1	Error, procedure command execution is impossible
2		
	0	Procedure command executed correctly
	1	Procedure command not yet executed
1		
	0	Procedure command execution interrupted in the device
	1	Procedure command execution enabled in the device
0		
	0	Procedure command not yet set in the device by the master
	1	Procedure command set in the device

A.2 Identification numbers in numerical orders

Table A.6 lists the IDNs which are related to communication. Their detailed description appears in A.3.

Application-specific data content is specified in other relevant standards, e.g., IEC 61800-7-20x.

Table A.6 – Communication related IDN list that are relevant for Type 16

IDN (No.)	Name
S-0-0001	Control unit cycle time (t_{Ncyc})
S-0-0002	Communication cycle time (t_{Scyc})
S-0-0003	Shortest AT transmission starting time (t_{1min})
S-0-0004	Transmit/receive transition time (t_{ATMT})
S-0-0006	AT transmission starting time (t_1)
S-0-0008	Command value valid time (t_3)
S-0-0009	Position of data record in MDT
S-0-0010	Length of MDT
S-0-0011	Class 1 diagnostic (C1D)
S-0-0014	Interface status
S-0-0015	Telegram type
S-0-0016	Configuration list of AT
S-0-0018	IDN list of operation data for CP2
S-0-0019	IDN-list of operation data for CP3

IDN (No.)	Name
S-0-0021	IDN-list of invalid operation data for CP2
S-0-0022	IDN-list of invalid operation data for CP3
S-0-0024	Configuration list of MDT
S-0-0028	MST error counter
S-0-0029	MDT error counter
S-0-0087	Transmit to transmit recovery time (t_{ATAT})
S-0-0088	Receive to receive recovery time (t_{MTSY})
S-0-0089	MDT transmission starting time (t_2)
S-0-0090	Command value proceeding time (t_{MTSG})
S-0-0096	Diagnostic message
S-0-0097	Mask class 2 diagnostic
S-0-0098	Mask class 3 diagnostic
S-0-0127	CP3 transition check
S-0-0128	CP4 transition check
S-0-0134	Master control word
S-0-0135	Device status word
S-0-0143	Type 16 version
S-0-0185	Length of the configurable data record in the AT
S-0-0186	Length of the configurable data record in the MDT
S-0-0187	IDN-list of configurable data in the AT
S-0-0188	IDN-list of configurable data in the MDT
S-0-0301	Allocation of real-time control bit 1
S-0-0303	Allocation of real-time control bit 2
S-0-0305	Allocation of real-time status bit 1
S-0-0307	Allocation of real-time status bit 2
S-0-0394	List IDN
S-0-0395	List index
S-0-0396	Number of list elements
S-0-0397	List segment
S-0-0413	Bit number allocation of real-time control bit 1
S-0-0414	Bit number allocation of real-time control bit 2
S-0-0415	Bit number allocation of real-time status bit 1
S-0-0416	Bit number allocation of real-time status bit 2
NOTE All other IDN numbers are reserved	

A.3 Detailed specification of communication-related IDNs

A.3.1 IDN S-0-0001 Control unit cycle time (t_{Ncyc})

A.1.1.1 Attributes

Table A.7 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.7 – Attributes for IDN S-0-0001

Attribute	Value
Name	Control unit cycle time (t_{Ncyc})
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	62
Max. input value	65 000
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.1.1.2 Description

The control unit cycle time defines the cyclic intervals during which the control unit makes new command values available. The control unit cycle time shall be transferred from the master to the slave during CP2 and becomes active in the slave during CP3. The control unit cycle time should be an integer multiple of the communication cycle time.

$$t_{Ncyc} = t_{Scyc} \times n \quad [n = 1, 2, 3, 4 \dots]$$

Min./max. input values are mandatory.

A.3.2 IDN S-0-0002 Communication cycle time**A.3.2.1 Attributes**

Table A.8 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.8 – Attributes for IDN S-0-0002

Attribute	Value
Name	Communication cycle time (t_{Scyc})
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	62
Max. input value	65 000
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.3.2.2 Description

This IDN shall indicate the communication cycle time of the interface defines the intervals during which the cyclic data are transferred. The communication cycle time is defined as 62,5 μs , 125 μs , 250 μs , ..., up to 65 000 μs in steps of 250 μs . The communication cycle time shall be transferred from the master to the slave during CP2 and becomes active in both during CP3.

Min/max input values are mandatory.

A.3.3 IDN S-0-0003 Shortest AT transmission starting time ($t_{1\min}$)

A.3.3.1 Attributes

Table A.9 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.9 – Attributes for IDN S-0-0003

Attribute	Value
Name	Shortest AT transmission starting time ($t_{1\min}$)
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.3.3.2 Description

This IDN shall indicate the time requirement of the slaves between the end of the reception of the MST and the start of transmission of the AT. This time interval, required by the slave, depends on the selected telegram type. The time $t_{1\min}$ is read by the master during CP2 in order to calculate the time of transfer of AT transmission starting time, t_1 (S-0-0006).

A.3.4 IDN S-0-0004 Transmit/receive transition time (t_{ATMT})

A.3.4.1 Attributes

Table A.10 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.10 – Attributes for IDN S-0-0004

Attribute	Value
Name	Transmit/receive transition time (t_{ATMT})
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.3.4.2 Description

This IDN shall indicate the time required by the slave to switch from transmitting the AT to receiving the MDT. The transition time for transmit/receive is read by the master during CP2 in order to calculate correctly the MDT transmission starting time t_2 (S-0-0089).

A.3.5 IDN S-0-0006 AT transmission starting time (t_1)

A.3.5.1 Attributes

Table A.11 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.11 – Attributes for IDN S-0-0006

Attribute	Value
Name	AT transmission starting time (t_1)
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	t_{1min}
Max. input value	t_{Scyc}
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.3.5.2 Description

The AT transmission starting time determines when the slave sends its AT during CP3 and CP4, following the MST. This parameter is transferred by the master to the slave during CP2. The time of transfer of the AT shall be set greater than or equal to the shortest AT transmission starting time (S-0-0003). $t_1 \geq t_{1min}$.

A.3.6 IDN S-0-0008 Command value valid time (t_3)

A.3.6.1 Attributes

Table A.12 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.12 – Attributes for IDN S-0-0008

Attribute	Value
Name	Command value valid time (t_3)
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	0
Max. input value	t_{Scyc}
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.3.6.2 Description

t_3 determines the time at which the device is allowed to access the new command values after the completion of a MST. In this way the master provides the command value valid time for command values among all coordinated devices. The device activates the command value valid time during CP3.

A.3.7 IDN S-0-0009 Position of data record in MDT

A.3.7.1 Attributes

Table A.13 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.13 – Attributes for IDN S-0-0009

Attribute	Value
Name	Position of data record in MDT
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	1 (one device)
Max. input value	65 531
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.7.2 Description

This IDN shall indicate the position of a data record of the device in a MDT, expressed as a octet position. It starts with 0x01 for the initial data octet after the address field within the MDT. Every device is informed by the master during CP2 of the beginning address of the data record of the device in the MDT. The position of a data record in the MDT becomes active during CP3 in the master and slave.

A.3.8 IDN S-0-0010 Length of MDT

A.3.8.1 Attributes

Table A.14 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.14 – Attributes for IDN S-0-0010

Attribute	Value
Name	Length of MDT
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	4 (one device)
Max. input value	65 534 (number of octets of 254 devices)
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.8.2 Description

The length of the MDT, expressed in octets, includes data records for all devices. Each device is informed by the master during CP2 of the length of the MDT. It becomes active in the master and slave during CP3.

A.3.9 IDN S-0-0011 Class 1 diagnostic (C1D)

A.3.9.1 Attributes

Table A.15 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.15 – Attributes for IDN S-0-0011

Attribute	Value
Name	Class 1 diagnostic (C1D)
Version	
Length	2
Display Format	binary
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.9.2 Description

This IDN shall indicate the device shut-down error

A device error situation of C1D leads to the following:

- d) A best case deceleration followed by torque release at $n_{\min}$.
- e) The device shut-down error bit for C1D is set to '1' in the device status (bit 13). The error bit is reset to '0' by the device only when no errors of C1D exists and after the command 'reset class 1 diagnostic' (S-0-0099) has been received by the device via the service channel.

Table A.16 shows the interpretation of C1D.

Table A.16 – Structure of C1D

Bit No.	Value	Meaning
0	0 = no error 1 = error	overload shut-down (see S-0-0114)
1		amplifier over temperature shut-down (see S-0-0203)
2		motor over temperature shut-down (see S-0-0204)
3		cooling error shut-down (see S-0-0205)
4		control voltage error
5		feedback error
6		error in the "commutation" system
7		over current error
8		over voltage error
9		under voltage error
10		power supply phase error
11		excessive position deviation (see S-0-0159)
12		communication error (see S-0-0014)
13		over travel limit is exceeded (shut-down) (see S-0-0049, S-0-0050)
14		reserved
15		manufacturer-specific error (see S-0-0129)

A.3.10 IDN S-0-0014 Interface status

A.3.10.1 Attributes

Table A.17 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.17 – Attributes for IDN S-0-0014

Attribute	Value
Name	Interface status
Version	
Length	2
Display Format	binary
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.10.2 Description

A communication error is set in C1D (see S-0-0011) if the interface status is set by an error. The setting of bits 2–0 does not signify an error. If there are no communication errors present, the actual communication phase is contained in the interface status. If a communication error has occurred, the error and the CP at the time of the error will be stored. The device cancels a communication error and resets to '0' only if the error at the interface has been eliminated and on receiving the command 'reset class 1 diagnostic' (see S-0-0099) via the service channel.

Table A.18 shows the structure of interface status.

Table A.18 – Structure of interface status

Bit No.	Value	Meaning
2-0	000 _B to 111 _B	communication phase (same as bit 2-0 in MST INFO field, see 5.2, Table 6)
3	0 = no error 1 = error	MST failure
4		MDT failure
5		invalid phase (phase > 4)
6		error during phase upshift (invalid sequence)
7		error during phase downshift (not to phase 0)
8		phase switching without ready acknowledge
9		switching to uninitialized operation mode
10		devices with the same address in the ring
11		IPO-SYNC error
12		reserved
13		reserved
14		reserved
15		reserved

A.3.11 IDN S-0-0015 Telegram type**A.3.11.1 Attributes**

Table A.19 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.19 – Attributes for IDN S-0-0015

Attribute	Value
Name	Telegram type
Version	
Length	2
Display Format	binary
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.11.2 Description

The telegram type allows selection between standard telegrams and application telegrams (bits 2-0). The position feedback 1 or 2 is programmed in bit 3. The extension of the service channel is programmed in the telegram type in bit 8 – 11. The extended service channel is only active in CP3 and CP4. In CP2 the service channel stays unchanged (2 octets).

Table A.20 shows bit assignments for IDN S-0-0015.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-16:2007

Table A.20 – Structure of telegram type parameter

Bits	Value	Description
4-0	0 0000	Standard telegram – 0
	0 0001	Standard telegram – 1
	0 0010	Standard telegram – 2
	x x011	Standard telegram – 3
	x x100	Standard telegram – 4
	x x101	Standard telegram – 5
	0 0110	Standard telegram – 6
	0 0111	Application telegram (see S-0-0016, S-0-0024)
3	0	Position feedback value 1 (motor feedback)
	1	Position feedback value 2 (external feedback)
4	0	Configured position feedback value
	1	Active position feedback value
7-5		Reserved
9-8		Length of MDT service channel
	00	2 octets, Master service INFO (Standard, CP2/3/4)
	01	4 octets, Master service INFO (CP3/4)
	10	6 octets, Master service INFO (CP3/4)
	11	8 octets, Master service INFO (CP3/4)
11-10		Length of AT service channel
	00	2 octets, Device service INFO (Standard, CP2/3/4)
	01	4 octets, Device service INFO (CP3/4)
	10	6 octets, Device service INFO (CP3/4)
	11	8 octets, Device service INFO (CP3/4)
15-12		Reserved

A.3.12 IDN S-0-0016 Configuration list of AT

A.3.12.1 Attributes

Table A.21 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.21 – Attributes for IDN S-0-0016

Attribute	Value
Name	Configuration list of AT
Version	
Length	2, variable
Display Format	IDN
Min input value	
Max input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.12.2 Description

This IDN list contains the IDNs whose operation data will be transmitted cyclically in the AT in an application telegram. The device needs to support this list only if it allows the application telegram in its telegram type parameter (see S-0-0015). Only operation data which are present in the "IDN list of configurable data in the AT" (S-0-0187) are allowed as cyclic data.

A.3.13 IDN S-0-0018 IDN-list of operation data for CP2

A.3.13.1 Attributes

Table A.22 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.22 – Attributes for IDN S-0-0018

Attribute	Value
Name	IDN list of operation data for CP2
Version	
Length	2, variable
Display Format	IDN
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.13.2 Description

IDNs of all operation data needed for CP2 are stored in this IDN-list and must be transferred during CP2. Processing this list is required before switching to CP3.

A.3.14 IDN S-0-0019 IDN-list of operation data for CP3

A.3.14.1 Attributes

Table A.23 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.23 – Attributes for IDN S-0-0019

Attribute	Value
Name	IDN-list of operation data for CP3
Version	
Length	2, variable
Display Format	
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.14.2 Description

IDNs of all operation data needed for CP3 are stored in this IDN-list and must be transferred during CP3. Processing this list is required before switching to CP4.

A.3.15 IDN S-0-0021 IDN-list of invalid operation data for CP2

A.3.15.1 Attributes

Table A.24 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.24 – Attributes for IDN S-0-0021

Attribute	Value
Name	IDN-list of invalid operation data for CP2
Version	
Length	2, variable
Display Format	IDN
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.15.2 Description

IDNs which are in the list "IDN-list of operation data for CP2" (S-0-0018) and which are considered invalid by the device prior to switchover from CP2 to CP3 are stored in this IDN-list (see S-0-0127).

Case 1: procedure command S-0-0127 is performed correctly; the IDN-list (S-0-0021) contains no IDNs.

Case 2: procedure command S-0-0127 results in an error; the IDN-list (S-0-0021) contains all IDNs of invalid operation data.

A.3.16 IDN S-0-0022 IDN-list of invalid operation data for CP3

A.3.16.1 Attributes

Table A.25 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.25 – Attributes for IDN S-0-0022

Attribute	Value
Name	IDN-list of invalid operation data for CP3
Version	
Length	2, variable
Display Format	IDN
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.16.2 Description

IDNs which are in the list "IDN-list of operation data for CP3" (S-0-0019) and which are considered invalid by the device prior to switchover from CP3 to CP4 are stored in this IDN-list (see S-0-0128).

Case 1: Procedure command S-0-0128 is performed correctly; the IDN-list (S-0-0022) contains no IDNs.

Case 2: Procedure command S-0-0128 results in an error; the IDN-list (S-0-0022) contains all IDNs of invalid operation data.

A.3.17 IDN S-0-0024 Configuration list of MDT

A.3.17.1 Attributes

Table A.26 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.26 – Attributes for IDN S-0-0024

Attribute	Value
Name	Configuration list of MDT
Version	
Length	2, variable
Display Format	
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.17.2 Description

This IDN list contains the IDNs whose operation data will be transmitted cyclically in the MDT in an application telegram. The device needs to support this list only when it allows the application telegram in its telegram type parameter (see S-0-0015). Only operation data which are present in the "IDN-list of configurable data in the MDT" (S-0-0188) are allowed as cyclic data.

A.3.18 IDN S-0-0028 MST error counter

A.3.18.1 Attributes

Table A.27 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.27 – Attributes for IDN S-0-0028

Attribute	Value
Name	MST error counter
Version	
Length	2
Display Format	
0	62
Max. input value	65 535
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.18.2 Description

The MST error counter counts all invalid MST's in communication phases 3 and 4. In cases where more than two consecutive MSTs are invalid, the invalid MSTs over two are not counted. The MST error counter counts to a maximum of $2^{16} - 1$. This means that, if a value of 65 535 is set in the counter, there may have been a noisy transmission over a long period of time.

A.3.19 IDN S-0-0029 MDT error counter

A.3.19.1 Attributes

Table A.28 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.28 – Attributes for IDN S-0-0029

Attribute	Value
Name	MDT error counter
Version	
Length	2
Display Format	
Min. input value	0
Max. input value	65 535
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.19.2 Description

The MDT error counter counts all invalid MDTs in communication phase 4. In cases where more than two consecutive MDTs are invalid, the invalid MDTs over two are not counted. The MDT error counter counts to a maximum of $2^{16} - 1$. This means that, if a value of 65 535 is set in the counter, there may have been a noisy transmission over a long period of time.

A.3.20 IDN S-0-0087 Transmit to transmit recovery time (t_{ATAT})

A.3.20.1 Attributes

Table A.29 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.29 – Attributes for IDN S-0-0087

Attribute	Value
Name	Transmit to transmit recovery time (t_{ATAT})
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.3.20.2 Description

This IDN shall define the time required between two ATs when sent by the same slave. This parameter is not used for slaves with a single device. The transmit to transmit recovery time is read by the master during CP2 in order to correctly calculate the AT transmission starting time t_1 (S-0-0006).

A.3.21 IDN S-0-0088 Receive to receive recovery time (t_{MTSY})

A.3.21.1 Attributes

Table A.30 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.30 – Attributes for IDN S-0-0088

Attribute	Value
Name	Receive to receive recovery time (t_{MTSY})
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.3.21.2 Description

This IDN shall define the recovery time of the slave after reception of a MDT to switch over to receive the next MST. The master reads this time during CP2 to ensure that the interval will be sufficient between the end of the MDT and the beginning of the MST.

A.3.22 IDN S-0-0089 MDT transmission starting time (t_2)

A.3.22.1 Attributes

Table A.31 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.31 – Attributes for IDN S-0-0089

Attribute	Value
Name	MDT transmission starting time (t_2)
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	0
Max. input value	t_{Scyc}
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.3.22.2 Description

The MDT transmission starting time determines when the master shall send its MDT during CP3 and CP4, following the MST. This parameter is transferred by the master to the slave during CP2 and becomes active during CP3.

A.3.23 IDN S-0-0090 Command value proceeding time (t_{MTSG})

A.3.23.1 Attributes

Table A.32 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.32 – Attributes for IDN S-0-0090

Attribute	Value
Name	Command value proceeding time (t_{MTSG})
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.3.23.2 Description

This IDN shall define the time required by the slave to make command values available for a device after receipt of a MDT. This time is read by the master during CP2 in order to correctly calculate the command value valid time t_3 (S-0-0008). The command value proceeding time depends on the telegram type.

A.3.24 IDN S-0-0096 Slave arrangement (SLKN)

A.3.24.1 Attributes

Table A.33 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.33 – Attributes for IDN S-0-0096

Attribute	Value
Name	Slave arrangement (SLKN)
Version	
Length	2
Display Format	hexadecimal
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	μs

A.3.24.2 Description

During initialization, the master needs to recognize which physical slaves and their associated devices are present in order to optimize the automatic timeslot computation. The master can request this information from the devices during CP2. By this entry the master recognizes other devices which belong to the same physical slave. Valid device addresses are all decimal values from 1 to 254, in accordance with hexadecimal values 0x01 through 0xFE.

Table A.34 shows details of legal values.

Table A.34 – Structure of SLKN

Bit range	Device address	Use
15 – 8	Intrinsic device address	The device enters its own address here
7 – 0	Next device address	The next higher device address of the device serviced by the slave is entered in ascending order here. If the actual device on the physical slave is one with the highest address, then the slave enters the lowest available device address here. If the slave services only one device, then the 'intrinsic device address' is entered here

Example in Figure A.6 shows a slave with three devices (device addresses 3, 5, 8).

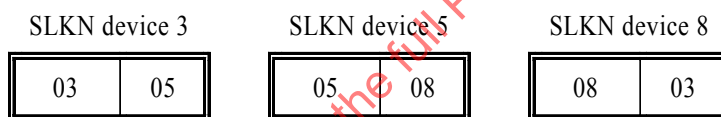


Figure A.6 – SLKN example

A.3.25 IDN S-0-0097 Mask class 2 diagnostic

A.3.25.1 Attributes

Table A.35 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.35 – Attributes for IDN S-0-0097

Attribute	Value
Name	Mask class 2 diagnostic
Version	
Length	2
Display Format	binary
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.25.2 Description

Using this mask, warnings in class 2 diagnostic can be masked with respect to their effect on the change bit in drive status. When changing masked warnings, the change bit for class 2

diagnostic is not set in the drive status. The mask does not affect the operation data of class 2 diagnostic (see S-0-0012).

Table A.36 shows details of the legal values.

Table A.36 – Structure of Mask C2D

Bit	Value	Meaning
15 – 0		
	all 0s	masked warning
	all 1a	unmasked warning

A.3.26 IDN S-0-0098 Mask class 3 diagnostic

A.3.26.1 Attributes

Table A.37 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.37 – Attributes for IDN S-0-0098

Attribute	Value
Name	Mask class 3 diagnostic
Version	
Length	2
Display Format	binary
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.26.2 Description

Using this mask, condition flags in C3D can be masked with respect to their effect on the change bit in drive status (see Table A.38). When masked condition flags change, the change bit for C3D is not set in the drive status. The mask does not affect the operation data of C3D (see S-0-0013).

Table A.38 – Structure of Mask C3D

Bit	Value	Meaning
15 – 0		
	all 0s	masked condition flag
	all 1a	unmasked condition flag

A.3.27 IDN S-0-0127 CP3 transition check

A.3.27.1 Attributes

Table A.39 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.39 – Attributes for IDN S-0-0127

Attribute	Value
Name	CP3 transition check
Version	
Length	2
Display Format	Binary
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.27.2 Description

The master uses this procedure command to instruct the slave to check that all necessary parameters have been transferred for CP3. Otherwise, this procedure command results in an error (see S-0-0021). After the procedure command is performed correctly, the control unit has to cancel the procedure command. The control unit can then activate CP3 in the MST.

A.3.28 IDN S-0-0128 CP4 transition check**A.3.28.1 Attributes**

Table A.40 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.40 – Attributes for IDN S-0-0128

Attribute	Value
Name	CP4 transition check
Version	
Length	2
Display Format	binary
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.28.2 Description

The master uses this procedure command to instruct the slave to check that all necessary parameters have been transferred for CP4. Otherwise, this procedure command results in an error (see S-0-0022). After the procedure command is performed correctly, the control unit has to cancel the procedure command. The control unit can then activate CP4 in the MST.

A.3.29 IDN S-0-0134 Master control word**A.3.29.1 Attributes**

Table A.41 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.41 – Attributes for IDN S-0-0134

Attribute	Value
Name	Master control word
Version	
Length	2
Display Format	binary
Min input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.29.2 Description

This IDN shall enable the display of the master control word on the control unit screen, via the service channel. (This can be useful during start-up and error recovery.)

A.3.30 IDN S-0-0135 Drive status word

A.3.30.1 Attributes

Table A.42 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.42 – Attributes for IDN S-0-0135

Attribute	Value
Name	Drive status word
Version	
Length	2
Display Format	binary
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.30.2 Description

This IDN shall enable the display of the drive status word on the control unit screen, via the service channel. (This can be useful during start-up and error recovery.)

A.3.31 IDN S-0-0143 Type 16 version

A.3.31.1 Attributes

Table A.43 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.43 – Attributes for IDN S-0-0143

Attribute	Value
Name	Type 16 version
Version	
Length	1, variable
Display Format	text
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.31.2 Description

The operation data contains the version of the Type 16 specification. A version number is linked to every update. If only one of the changed or new functions of the device is supported, then the corresponding version number must be shown. Only changes or modifications of the basic functions of Type 16 influence the version number.

- Basic functions:
- Data block structure
- Service channel functions (Error messages, sequence, length, ...)
- Structure of control word and status word
- Error handling
- Phase switching sequence
- Telegram structure
- Topology
- Physical layer
- Procedure command sequence

Table A.44 shows the specification of each version.

Table A.44 – Structure of Type 16 version

Version	Specification
V01.01	Specification 1990 (old standard telegrams)
V01.02	IEC 61491 / EN 61491 (1 st edition)
V01.03	Update 98
V02.01	Specification Type 16 (Edition 2002)
V02.03	Specification Type 16 V2.3 (2003)

A.3.32 IDN S-0-0185 Length of the configurable data record in the AT**A.3.32.1 Attributes**

Table A.45 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.45 – Attributes for IDN S-0-0185

Attribute	Value
Name	Length of the configurable data record in the AT
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	octet

A.3.32.2 Description

The device indicates the maximum length in octets which can be processed in the configurable data record of the AT in the operation data of this IDN. The device needs to support this IDN only if it allows the application telegram in its telegram type parameter (see S-0-0015).

A.3.33 IDN S-0-0186 Length of the configurable data record in the MDT

A.3.33.1 Attributes

Table A.46 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.46 – Attributes for IDN S-0-0186

Attribute	Value
Name	Length of the configurable data record in the MDT
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	octet

A.3.33.2 Description

The device indicates the maximum length in octets which can be processed in the configurable data record of the MDT in the operation data of this IDN. The device needs to support this IDN only if it allows the application telegram in its telegram type parameter (see S-0-0015).

A.3.34 IDN S-0-0187 IDN-list of configurable data in the AT

A.3.34.1 Attributes

Table A.47 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.47 – Attributes for IDN S-0-0187

Attribute	Value
Name	IDN-list of configurable data in the AT
Version	
Length	2, variable
Display Format	IDN
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.34.2 Description

This list consists of the IDNs of operation data which can be processed by the device cyclically as feedback values. The device needs to support this list only if it allows the application telegram in its telegram type parameter (see S-0-0015).

A.3.35 IDN S-0-0188 IDN-list of configurable data in the MDT**A.3.35.1 Attributes**

Table A.48 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.48 – Attributes for IDN S-0-0188

Attribute	Value
Name	IDN-list of configurable data in the MDT
Version	
Length	2, variable
Display Format	IDN
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.35.2 Description

This list consists of the IDNs of operation data which can be processed by the device cyclically as command values. The device needs to support this list only if it allows the application telegram in its telegram type parameter (see S-0-0015).

A.3.36 IDN S-0-0301 Allocation of real-time control bit 1**A.3.36.1 Attributes**

Table A.49 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.49 – Attributes for IDN S-0-0301

Attribute	Value
Name	Allocation of real-time control bit 1
Version	
Length	2
Display Format	IDN
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.36.2 Description

In order to assign a signal to the real-time control bit 1, the IDN of the signal is written to the operation data allocation for real-time control bit 1. After the allocation of IDN and bit number (see S-0-0413), the assigned signal appears in the real-time control bit 1. If the S-0-0413 of the drive is not supported, the bit 0 of the IDN is configured automatically.

A.3.37 IDN S-0-0303 Allocation of real-time control bit 2

A.3.37.1 Attributes

Table A.50 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.50 – Attributes for IDN S-0-0303

Attribute	Value
Name	Allocation of real-time control bit 2
Version	
Length	2
Display Format	IDN
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.37.2 Description

In order to assign a signal to the real-time control bit 2, the IDN of the signal is written to the operation data allocation for real-time control bit 2. After the allocation of IDN and bit number (see S-0-0414), the assigned signal appears in the real-time control bit 2. If the S-0-0414 of the drive is not supported, the bit 0 of the IDN is configured automatically.

A.3.38 IDN S-0-0305 Allocation of real-time status bit 1

A.3.38.1 Attributes

Table A.51 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.51 – Attributes for IDN S-0-0305

Attribute	Value
Name	Allocation of real-time status bit 1
Version	
Length	2
Display Format	IDN
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.38.2 Description

In order to assign a signal to the real-time status bit 1, the IDN of the signal is written to the operation data allocation for real-time status bit 1. After the allocation of IDN and bit number (see S-0-0415), the assigned signal appears in the real-time status bit 1. If the S-0-0415 of the drive is not supported, the bit 0 of the IDN is configured automatically.

A.3.39 IDN S-0-0307 Allocation of real-time status bit 2**A.3.39.1 Attributes**

Table A.52 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.52 – Attributes for IDN S-0-0307

Attribute	Value
Name	Allocation of real-time status bit 2
Version	
Length	2
Display Format	IDN
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.39.2 Description

In order to assign a signal to the real-time status bit 2, the IDN of the signal is written to the operation data allocation for real-time status bit 2. After the allocation of IDN and bit number (see S-0-0416), the assigned signal appears in the real-time status bit 2. If the S-0-0416 of the drive is not supported, the bit 0 of the IDN is configured automatically.

A.3.40 IDN S-0-0394 List IDN**A.3.40.1 Attributes**

Table A.53 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.53 – Attributes for IDN S-0-0394

Attribute	Value
Name	List IDN
Version	
Length	2
Display Format	IDN
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.40.2 Description

The identification number of an operation data with variable length must be set into the List IDN. After this, access to the list elements of the operation data via "List index" (S-0-0395) and "number of list elements" (S-0-0396) is possible.

A.3.41 IDN S-0-0395 List index

A.3.41.1 Attributes

Table A.54 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.54 – Attributes for IDN S-0-0395

Attribute	Value
Name	List index
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.41.2 Description

The list index specifies the starting address inside the list. With list index = 0, the first list element is accessed after the lengths indication. The list index is always programmed according to the list elements.

List index = 0 ➔ 1. List element (1, 2, 4 or 8 octet long)

List index = 1 ➔ 2. List element (1, 2, 4 or 8 octet long)

A.3.42 IDN S-0-0396 Number of list elements

A.3.42.1 Attributes

Table A.55 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.55 – Attributes for IDN S-0-0396

Attribute	Value
Name	Number of list elements
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.42.2 Description

The IDN specifies how many list elements beginning at the list index are written or read via the list segment.

A.3.43 IDN S-0-0397 List segment**A.3.43.1 Attributes**

Table A.56 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.56 – Attributes for IDN S-0-0397

Attribute	Value
Name	List segment
Version	
Length	1, 2, 4 or 8
Display Format	like configured data
Min. input value	
Max. input value	
Scaling/resolution	1, or scaling like configured data
Unit	

A.3.43.2 Description

In the list segment the data are transmitted, which are selected by list IDN, list index and number of list elements.

In order to show the list segment, the device can choose between minimal requirement and maximal requirement.

Minimal requirement of list segment:

Herewith the list segment is shown hexadecimal and without unit.

Attribute: Data type and display format are set on hexadecimal (Bit 22-20 = 011).

Unit: not present

Maximal requirement of lists segment:

Herewith the list segment is shown with the data block of the programmed list. In this way the values in the list segment is shown exactly as with his own identification number.

A.3.44 IDN S-0-0413 Bit number allocation of real-time control bit 1

A.3.44.1 Attributes

Table A.57 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.57 – Attributes for IDN S-0-0413

Attribute	Value
Name	Bit number allocation of real-time control bit 1
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal (bit number)
Min. input value	0
Max. input value	63
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.44.2 Description

This identification number contains the bit number of the operation data assigned in the S-0-0301. The bit assigned by S-0-0301 and bit number (S-0-0413) is copied into the real- time control bit 1.

A.3.45 IDN S-0-0414 Bit number allocation of real-time control bit 2

A.3.45.1 Attributes

Table A.58 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.58 – Attributes for IDN S-0-0414

Attribute	Value
Name	Bit number allocation of real-time control bit 2
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal (bit number)
Min. input value	0
Max. input value	63
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.45.2 Description

This identification number contains the bit number of the operation data assigned in the S-0-0303. The bit assigned by S-0-0303 and bit number (S-0-0414) is copied into the real- time control bit 2.

A.3.46 IDN S-0-0415 Bit number allocation of real-time status bit 1**A.3.46.1 Attributes**

Table A.59 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.59 – Attributes for IDN S-0-0415

Attribute	Value
Name	Bit number allocation of real-time status bit 1
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal (bit number)
Min. input value	0
Max. input value	63
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.46.2 Description

This identification number contains the bit number of the operation data assigned in the S-0-0305. The bit assigned by S-0-0305 and bit number (S-0-0415) is copied into the real-time status bit 1.

A.3.47 IDN S-0-0416 Bit number allocation of real-time status bit 2**A.3.47.1 Attributes**

Table A.60 shows the possible attributes for this IDN.

Table A.60 – Attributes for IDN S-0-0416

Attribute	Value
Name	Bit number allocation of real-time status bit 2
Version	
Length	2
Display Format	unsigned decimal (bit number)
Min. input value	0
Max. input value	63
Scaling/resolution	1
Unit	

A.3.47.2 Description

This identification number contains the bit number of the operation data assigned in the S-0-0307. The bit assigned by S-0-0307 and bit number (S-0-0416) is copied into the real-time status bit 2.

Bibliography

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 61158-5-16, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-16: Application layer service definition – Type 16 elements*

IEC 61158-6-16, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-16: Application layer protocol specification – Type 16 elements*

IEC 61784-1 (Ed.2.0), *Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-16:2007

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-16:2007

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	115
INTRODUCTION	117
1 Domaine d'application	118
1.1 Généralités	118
1.2 Spécifications	118
1.3 Procédures	118
1.4 Applicabilité	118
1.5 Conformité	119
2 Références normatives	119
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	119
3.1 Termes et définitions relatifs au modèle de référence	119
3.2 Termes et définitions relatifs à la convention de service	121
3.3 Autres termes et définitions	122
3.4 Abréviations	127
3.5 Symboles	128
3.6 Notion d'IDN de la DLPDU	129
4 Présentation du protocole DL	130
5 Structure de base de la DLPDU	130
5.1 Présentation	130
5.2 DLPDU du MST	132
5.3 DLPDU du MDT	133
5.4 DLPDU de l'AT	140
6 Procédés de gestion du réseau	148
6.1 Présentation	148
6.2 Activer et désactiver la communication cyclique	148
6.3 Transfert de fichier	153
6.4 Procédures d'état	155
7 Procédés de transmission de données	155
7.1 Présentation	155
7.2 SVC	155
7.3 RTC	169
8 Gestion DL	169
8.1 Présentation	169
8.2 Accès du PhL	170
9 Traitement et contrôle des erreurs	175
9.1 Télégrammes invalides	175
9.2 Réponse au défaut de télégramme MDT et AT	175
9.3 Réaction à la temporisation de poignée de main	177
9.4 Messages d'erreur du canal de service	177
9.5 Réaction aux messages d'erreur dans le canal de service	179
9.6 Compteur d'erreurs dans le maître et dans l'esclave	180
9.7 Conséquences des erreurs sur les phases de communication	182
9.8 Contrôle dans le maître	182
9.9 Contrôle dans l'esclave	183
Annexe A (normative) IDN (Numéros d'identification)	185
A.1 Spécification des IDN	185

A.2 Numéros d'identification en ordres numériques	194
A.3 Spécification détaillée des IDN relatifs à la communication	196
Bibliographie.....	224

Figure 1 – Relations des DLSAP, des adresses DLSAP et des adresses DL de groupe	124
Figure 2 – Champ k Master service INFO.....	134
Figure 3 – Structure du télégramme de données maître	136
Figure 4 – Champ m Device service INFO	141
Figure 5 – Synchronisation des bits U/D dans CP5	145
Figure 6 – Synchronisation des bits U/D dans CP6	148
Figure 7 – Passage à la phase CP0	153
Figure 8 – Passages d'une phase à une autre	154
Figure 9 – Graphique Manipulation du canal de service	156
Figure 10 – Graphique Traitement des étapes de communication	158
Figure 11 – Diagramme d'états pour exécuter une commande de procédure	164
Figure 12 – Interaction de la commande de procédure et de l'accusé de réception	165
Figure 13 – Exécution d'une commande de procédure sans interruption	166
Figure 14 – Exécution d'une commande de procédure avec interruption	167
Figure 15 – Exécution d'une commande de procédure avec message d'erreur	168
Figure 16 – Accès au support de transfert.....	171
Figure 17 – Graphique de synchronisation pour la phase CP0	171
Figure 18 – Moment où commence la transmission de télégrammes aux phases CP1 et CP2	172
Figure 19 – Graphique de synchronisation pour le fonctionnement cyclique	172
Figure 20 – Durée de transmission d'un télégramme à la phase CP5	174
Figure 21 – Durée de transmission d'un télégramme à la phase CP6	174
Figure 22 – Intervalle de temps requis entre les télégrammes.....	175
Figure A.1 – Structure générale de l'IDN.....	186
Figure A.2 – Structure du nom de l'IDN.....	187
Figure A.3 – Structure de l'unité de données IDN.....	190
Figure A.4 – Structure des données d'exploitation IDN à longueur variable	192
Figure A.5 – Structure d'une liste IDN à titre d'exemple	193
Figure A.6 – Exemple de SLKN.....	210

Tableau 1 – Structure générale d'un télégramme	131
Tableau 2 – Champ BOF	131
Tableau 3 – Champ Adresse de l'appareil.....	131
Tableau 4 – Champ FCS.....	132
Tableau 5 – Structure d'un télégramme de synchronisation maître.....	132
Tableau 6 – Champ INFO du MST	132
Tableau 7 – Champs Data du télégramme de données maître	133
Tableau 8 – Données en temps réel du maître (pour chaque appareil).....	133
Tableau 9 – Description du mot de commande (DLL)	134

Tableau 10 – Structure du télégramme de requête d'ID dans CP1	135
Tableau 11 – Structure du MDT dans CP5	136
Tableau 12 – Structure du champ Data Record dans le MDT dans CP5	137
Tableau 13 – Taille du bloc de fichier dans CP5	137
Tableau 14 – Mot de commande U/D dans le CP5	137
Tableau 15 – Structure du MDT dans CP6	138
Tableau 16 – Structure du champ Data record dans le MDT dans CP6	139
Tableau 17 – Mot de commande U/D dans le CP6	139
Tableau 18 – Champ Data du télégramme d'accusé de réception	140
Tableau 19 – Données AT en temps réel (pour chaque appareil)	140
Tableau 20 – Description du mot d'état (DLL)	141
Tableau 21 – Structure du télégramme d'accusé de réception d'identification dans CP1	142
Tableau 22 – Structure des données d'exploitation de l'appareil m dans un télégramme d'accusé de réception	142
Tableau 23 – Structure de l'AT dans CP5	143
Tableau 24 – Structure du champ Data Record dans le MDT dans CP5	143
Tableau 25 – Mot d'état U/D dans le CP5	143
Tableau 26 – Index du bloc de fichier dans CP5	144
Tableau 27 – Structure de l'AT dans CP6	146
Tableau 28 – Structure d'un enregistrement de données de l'AT dans CP6.....	146
Tableau 29 – Taille du bloc de fichier dans CP6	146
Tableau 30 – Mot d'état U/D dans CP6	146
Tableau 31 – Index du bloc de fichier dans CP6	147
Tableau 32 – Liste des éléments des IDN et des numéros d'étape.....	157
Tableau 33 – Conditions pour modifier des éléments de bloc de données.....	157
Tableau 34 – Évaluation du canal SVC	159
Tableau 35 – IDN destinés au transfert de listes	160
Tableau 36 – Contrôle de commande de procédure	161
Tableau 37 – Accusé de réception de commande de procédure (état des données).....	161
Tableau 38 – Gigue autorisée	170
Tableau 39 – Gigue à t_2	173
Tableau 40 – Gigue à t_1	173
Tableau 41 – Perte ou défaut de télégramme de synchronisation maître (MST)	176
Tableau 42 – Défaut des télégrammes de données maître (MDT)	176
Tableau 43 – Défaut de télégramme d'accusé de réception (AT).....	177
Tableau 44 – Réaction à la temporisation de poignée de main.....	177
Tableau 45 – Messages d'erreur.....	178
Tableau 46 – Réaction à un message d'erreur	179
Tableau 47 – État des compteurs d'erreurs 1 dans le maître pour des MST et des AT qui font défaut.....	180
Tableau 48 – États du compteur d'erreurs 1 dans les appareils pour des défauts de MST en CP3 et CP4.....	180
Tableau 49 – États du compteur d'erreurs 1 dans les appareils pour des défauts de MST en CP4	180

Tableau 50 – États des compteurs d'erreurs 2 dans les appareils pour des défauts d'AT	181
Tableau 51 – États du compteur d'erreurs 2 dans les appareils pour des défauts de MST ..	181
Tableau 52 – États du compteur d'erreurs 2 dans les appareils pour des défauts de MDT ..	182
Tableau 53 – Contrôle du maître.....	183
Tableau 54 – Contrôle de l'esclave	184
Tableau A.1 – Structure d'un bloc de données	185
Tableau A.2 – Structure de l'IDN.....	186
Tableau A.3 – Élément 3 des IDN	188
Tableau A.4 – Combinaisons valides des formats d'affichage	189
Tableau A.5 – Structure de l'état des données.....	194
Tableau A.6 – Liste des IDN relatifs à la communication qui concernent le Type 16.....	194
Tableau A.7 – Attributs pour IDN S-0-0001	196
Tableau A.8 – Attributs pour IDN S-0-0002	196
Tableau A.9 – Attributs pour IDN S-0-0003	197
Tableau A.10 – Attributs pour IDN S-0-0004	197
Tableau A.11 – Attributs pour IDN S-0-0006	198
Tableau A.12 – Attributs pour IDN S-0-0008	198
Tableau A.13 – Attributs pour IDN S-0-0009	199
Tableau A.14 – Attributs pour IDN S-0-0010	199
Tableau A.15 – Attributs pour IDN S-0-0011	200
Tableau A.16 – Structure du C1D	201
Tableau A.17 – Attributs pour IDN S-0-0014	201
Tableau A.18 – Structure de l'état de l'interface.....	202
Tableau A.19 – Attributs pour IDN S-0-0015	202
Tableau A.20 – Structure du paramètre Type de télégramme.....	203
Tableau A.21 – Attributs pour IDN S-0-0016	203
Tableau A.22 – Attributs pour IDN S-0-0018	204
Tableau A.23 – Attributs pour IDN S-0-0019	204
Tableau A.24 – Attributs pour IDN S-0-0021	205
Tableau A.25 – Attributs pour IDN S-0-0022	206
Tableau A.26 – Attributs pour IDN S-0-0024	206
Tableau A.27 – Attributs pour IDN S-0-0028	207
Tableau A.28 – Attributs pour IDN S-0-0029	207
Tableau A.29 – Attributs pour IDN S-0-0087	208
Tableau A.30 – Attributs pour IDN S-0-0088	208
Tableau A.31 – Attributs pour IDN S-0-0089	209
Tableau A.32 – Attributs pour IDN S-0-0090	209
Tableau A.33 – Attributs pour IDN S-0-0096	210
Tableau A.34 – Structure du SLKN	210
Tableau A.35 – Attributs pour IDN S-0-0097	211
Tableau A.36 – Structure du masque C2D	211
Tableau A.37 – Attributs pour IDN S-0-0098	211
Tableau A.38 – Structure du masque C3D	212

Tableau A.39 – Attributs pour IDN S-0-0127	212
Tableau A.40 – Attributs pour IDN S-0-0128	213
Tableau A.41 – Attributs pour IDN S-0-0134	213
Tableau A.42 – Attributs pour IDN S-0-0135	214
Tableau A.43 – Attributs pour IDN S-0-0143	214
Tableau A.44 – Structure de la version Type 16	215
Tableau A.45 – Attributs pour IDN S-0-0185	215
Tableau A.46 – Attributs pour IDN S-0-0186	216
Tableau A.47 – Attributs pour IDN S-0-0187	216
Tableau A.48 – Attributs pour IDN S-0-0188	217
Tableau A.49 – Attributs pour IDN S-0-0301	217
Tableau A.50 – Attributs pour IDN S-0-0303	218
Tableau A.51 – Attributs pour IDN S-0-0305	218
Tableau A.52 – Attributs pour IDN S-0-0307	219
Tableau A.53 – Attributs pour IDN S-0-0394	219
Tableau A.54 – Attributs pour IDN S-0-0395	220
Tableau A.55 – Attributs pour IDN S-0-0396	220
Tableau A.56 – Attributs pour IDN S-0-0397	221
Tableau A.57 – Attributs pour IDN S-0-0413	221
Tableau A.58 – Attributs pour IDN S-0-0414	222
Tableau A.59 – Attributs pour IDN S-0-0415	222
Tableau A.60 – Attributs pour IDN S-0-0416	223

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-16:2007

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –
SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –****Partie 4-16: Spécification de protocole de la couche
de liaison de données – Éléments de Type 16**

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 de la CEI 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 ne peut pas engager sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent 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 doit pas 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 des types de protocole associés est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle correspondants. Dans tous les cas, l'engagement de renonciation partielle aux droits de propriété intellectuelle, pris par les détenteurs de ces droits, autorise l'utilisation d'un type de protocole de couche Liaison de données particulier avec des protocoles de couche physique et de couche Application dans les combinaisons de Types explicitement spécifiées dans la série CEI 61784. L'utilisation des divers types de protocole dans d'autres combinaisons peut nécessiter l'autorisation de leurs détenteurs de droits de propriété intellectuelle respectifs.

La norme internationale CEI 61158-4-16 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 parties de la sous-série CEI 61158-4 complémentaires annulent et remplacent la CEI 61158-4:2003. L'édition de la présente partie constitue un ajout technique. La présente publication et ses parties associées pour le Type 16 remplacent aussi

en partie la CEI 61491:2002 qui est en cours de révision. La CEI 61491 sera publiée sous la forme d'un rapport technique.

Cette édition de la CEI 61158-4 comporte les modifications importantes suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) suppression de l'ancien bus de terrain de Type 6 et du paramètre fictif applicable à la couche de liaison de données d'un bus de terrain de Type 5, pour défaut de pertinence de commercialisation;
- b) ajout de nouveaux types de bus de terrain;
- c) division de cette partie en plusieurs parties numérotées -4-1, -4-2, ..., -4-19.

La présente version bilingue (2013-09) 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.

La présente 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 stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous <http://webstore.iec.ch> dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera:

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

NOTE La révision de la présente norme sera synchronisée avec les autres parties de la série CEI 61158.

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

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

INTRODUCTION

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

Le protocole de liaison de données fournit le service de liaison de données au moyen des services disponibles au niveau de la couche physique. Le principal objectif de la présente norme est de définir un ensemble de règles de communication, exprimées en termes de procédures, que doivent suivre les entités de liaison de données (Data-Link Entity, DLE) homologues au moment de la communication. Ces règles de communication ont pour vocation de fournir une base de développement stable permettant d'atteindre différents objectifs:

- a) guider les développeurs et les concepteurs;
- b) réaliser les essais et acquérir l'équipement;
- c) établir un accord d'intégration des systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- d) améliorer la 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 des autres appareils d'automatisation. Grâce à cette norme et 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-16:2007

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-16: Spécification de protocole de la couche de liaison de données – Éléments de Type 16

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 appareils d'un environnement d'automatisation.

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

- a) de manière cyclique à démarrage synchrone, selon un ordre préétabli, et
- b) de manière synchrone cyclique ou acyclique, tel que requis par 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 norme spécifie les éléments suivants:

- 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, mais aussi parmi les entités de liaison de données formant le fournisseur de service de liaison de données distribué;
- b) la structure des unités DLPDU de bus de terrain utilisées par le protocole de la présente norme pour le transfert des données et des informations de commande, ainsi que 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 d'unités DLPDU de bus de terrain;
- b) d'interactions entre un fournisseur de service DL (DL-service, 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 communication à contrainte de temps dans la couche de liaison de données des modèles de référence OSI ou de bus de terrain et qui nécessitent de pouvoir 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 leur applicabilité en fonction des différents besoins de communications à contrainte de temps.

1.5 Conformité

La présente norme spécifie également les exigences de conformité relatives aux systèmes mettant en œuvre ces procédures. La présente partie ne comporte aucun essai visant à démontrer la conformité à ces exigences.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application de la présente norme. 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).

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

CEI 61158-3-16, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-16: Définition du service de la couche de liaison de données – Eléments de Type 16*

CEI 61800-7-20x (toutes les sous-parties), *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 7-20x: Interface générique et utilisation des profils pour les entraînements électriques de puissance – Spécification des profils de type x*¹

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

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

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

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

ITU X.25, *Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-terminating Equipment (DCE) for terminals operating in the packet mode and connected to public data networks by dedicated circuit*

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 relatifs au modèle de référence

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

¹ Ces sous-parties sont actuellement CEI 61800-7-201, 7-202, 7-203 et 7-204.

3.1.1	DL-address	[7498-3]
3.1.2	DL-address-mapping	[7498-1]
3.1.3	called-DL-address	[7498-3]
3.1.4	calling-DL-address)	[7498-3]
3.1.5	centralized multi-end-point-connection	[7498-1]
3.1.6	DL-connection	[7498-1]
3.1.7	DL-connection-end-point	[7498-1]
3.1.8	DL-connection-end-point-identifier	[7498-1]
3.1.9	DL-connection-mode transmission	[7498-1]
3.1.10	DL-connectionless-mode transmission	[7498-1]
3.1.11	entités (N) correspondantes (correspondent (N)-entities) entités de DL correspondantes (N=2) (correspondent DL-entities (N=2)) entités de Ph correspondantes (N=1) (correspondent Ph-entities (N=1))	[7498-1]
3.1.12	DL-duplex-transmission	[7498-1]
3.1.13	entité (N) ((N)-entity) entité DL (N=2) (DL-entity) (N=2) entité Ph (N=1) Ph-entity (N=1))	[7498-1]
3.1.14	installation DL (DL-facility)	[7498-1]
3.1.15	contrôle de flux (flow control)	[7498-1]
3.1.16	couche (N) ((N)-layer) couche DL (N=2) (DL-layer (N=2)) couche Ph (N=1) (Ph-layer (N=1))	[7498-1]
3.1.17	layer-management	[7498-1]
3.1.18	DL-local-view	[7498-3]
3.1.19	DL-name	[7498-3]
3.1.20	naming-(addressing)-domain	[7498-3]
3.1.21	peer-entities	[7498-1]
3.1.22	nom de primitive (primitive name)	[7498-3]
3.1.23	DL-protocol	[7498-1]
3.1.24	DL-protocol-connection-identifier	[7498-1]
3.1.25	DL-protocol-data-unit	[7498-1]
3.1.26	DL-relay	[7498-1]
3.1.27	réinitialisation (reset)	[7498-1]
3.1.28	responding-DL-address	[7498-3]

3.1.29	routing	[7498-1]
3.1.30	segmenting	[7498-1]
3.1.31	service (N) ((N)-service) service DL (N=2) (DL-service (N=2)) service Ph (N=1) (Ph-service (N=1))	[7498-1]
3.1.32	point d'accès au service (N) ((N)-service-access-point) point d'accès au service DL (N = 2) (DL-service-access- point (N=2)) point d'accès au service Ph (N = 1) (Ph-service-access- point (N=1))	[7498-1]
3.1.33	DL-service-access-point-address	[7498-3]
3.1.34	DL-service-connection-identifier	[7498-1]
3.1.35	DL-service-data-unit	[7498-1]
3.1.36	DL-simplex-transmission	[7498-1]
3.1.37	DL-subsystem	[7498-1]
3.1.38	gestion des systèmes	[7498-1]
3.1.39	DL-user-data	[7498-1]

3.2 Termes et définitions relatifs à la convention de service

Pour les besoins du présent document, les termes suivants, définis dans l'ISO/CEI 10731 et relatifs à la couche de Liaison de données, s'appliquent:

3.2.1	acceptor
3.2.2	asymmetrical service
3.2.3	confirm (primitive); requestor.deliver (primitive)
3.2.4	deliver (primitive)
3.2.5	DL-confirmed-facility
3.2.6	DL-facility
3.2.7	DL-local-view
3.2.8	DL-mandatory-facility
3.2.9	DL-non-confirmed-facility
3.2.10	DL-provider-initiated-facility
3.2.11	DL-provider-optional-facility
3.2.12	DL-service-primitive; primitive
3.2.13	DL-service-provider
3.2.14	DL-service-user

3.2.15 DL-user-optional-facility

3.2.16 indication (primitive);
acceptor.deliver (primitive)

3.2.17 multi-peer

3.2.18 request (primitive);
requestor.submit (primitive)

3.2.19 requestor

3.2.20 response (primitive);
acceptor.submit (primitive)

3.2.21 submit (primitive)

3.2.22 symmetrical service

3.3 Autres termes et définitions

3.3.1

télégramme d'accusé de réception (AT, acknowledge telegram)

télégramme dans lequel chaque esclave inscrit ses données

3.3.2

émission

transmission à tous les appareils dans un réseau, sans que les destinataires envoient un accusé de réception

3.3.3

cycle de communication

période de temps fixe séparant deux télégrammes de synchronisation maîtres, si les télégrammes en temps réel sont transmis sur le canal RT et les télégrammes en temps différé, sur le canal IP

3.3.4

unité de commande

appareil de commande (par exemple, automate programmable selon les spécifications de la série CEI 61131)

3.3.5

mot de commande

deux octets adjacents, au sein du télégramme de données maître, contenant des commandes destinées à l'appareil adressé

3.3.6

durée de cycle

durée d'un cycle de communication

3.3.7

communication cyclique

échange périodique de télégrammes

3.3.8

données cycliques

partie d'un télégramme qui ne change pas de signification pendant une opération cyclique sur le réseau

3.3.9**fonctionnement cyclique**

fonctionnement au cours duquel les appareils sur le réseau de communication sont l'un après l'autre l'objet d'un adressage et d'une demande à intervalles constants et fixes

3.3.10**échange de données**

transmission non cyclique, en fonction de la demande (canal de service), où la transmission des informations a lieu à la requête du maître

3.3.11**délimiteur, délimiteur de télégramme**

identificateurs de début et de fin d'un télégramme (huit bits: 01111110_b)

3.3.12**appareil**

esclave situé dans le réseau de communication (par exemple, entraînement électrique de puissance selon les définitions de la série CEI 61800, station d'E/S selon la série CEI 61131)

3.3.13**champ Adresse de l'appareil**

champ Adresse (huit bits) qui contient l'adresse de l'appareil

3.3.14**état de l'appareil**

quatre octets adjacents du télégramme d'accusé de réception qui contiennent des informations d'état sur chaque appareil

3.3.15**identificateur de station DLE**

adresse réseau attribuée à un DLE

3.3.16**emplacement de station DLE**

unité (granularité un) de mapping dépendant de la position (pour un champ de données cycliques), le DLE peut en occuper une ou plusieurs, dont l'étendue commence à l'identificateur de station DLE et la longueur est égale au nombre configuré d'emplacements occupés

3.3.17**segment DL, lien, lien local**

sous-réseau DL dans lequel l'une des DLE connectées peut communiquer directement sans l'intervention d'un relais DL, à chaque fois que toutes les DLE participant à une instance de communication sont simultanément attentives au sous-réseau DL pendant la/les période(s) de tentative de communication

3.3.18**DLSAP**

point distinctif au niveau duquel des services DL sont fournis par une seule entité DL à une seule entité de couche supérieure

NOTE Cette définition, déduite de l'ISO/CEI 7498-1, est reprise ici pour faciliter la compréhension de la distinction critique entre les DLSAP et leurs adresses DL.

3.3.19**DL(SAP)-address**

adresse DLSAP individuelle désignant un simple DLSAP d'un simple utilisateur (utilisateur DLS) d'un service de liaison de données (DLS) ou adresse DL de groupe désignant potentiellement plusieurs DLSAP appartenant chacun à un simple utilisateur DLS

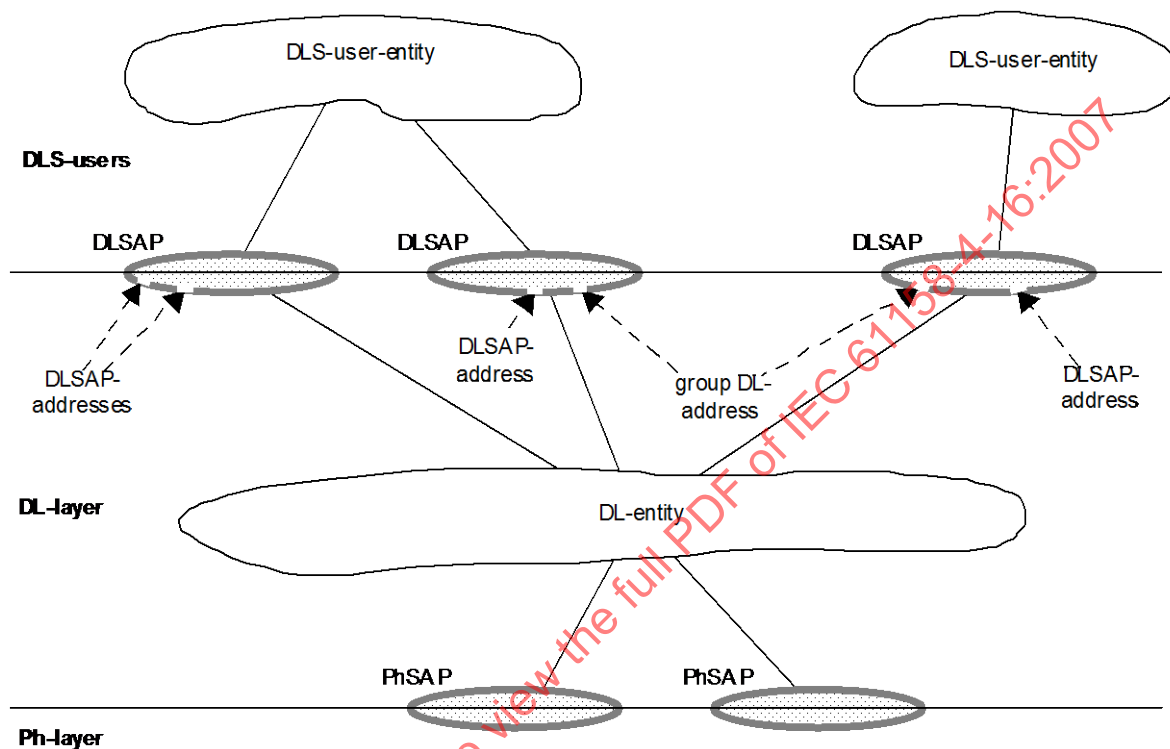
NOTE Cette terminologie a été choisie parce que l'ISO/CEI 7498-3 ne permet pas d'utiliser le terme adresse DLSAP pour désigner plusieurs DLSAP simples au niveau d'un utilisateur DLS simple.

3.3.20

adresse DLSAP (individuelle)

DL-address qui désigne un seul DLSAP dans la liaison étendue

NOTE Une seule entité DL peut comporter plusieurs adresses DLSAP associées à un seul DLSAP. (Voir Figure 1).



Légende

Anglais	Français
DLS-user-entity	Entité de l'utilisateur DSL
DLSAP-addresses	Adresses DLSAP
group DL-address	Adresse DL de groupe
DLS-users	Utilisateurs DLS
DL-layer	Couche DL
Ph-Layer	Couche Ph
DL-entity	Entité DL

NOTE 1 Les DLSAP et PhSAP sont décrits comme des éléments ovales à cheval sur la limite entre deux couches adjacentes.

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

NOTE 3 Une seule entité DL peut comporter plusieurs adresses DLSAP et adresses DL de groupe associées à un seul DLSAP.

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

3.3.21**élément**

partie d'IDN – chaque IDN comporte 7 éléments dont chacun a une signification particulière (par exemple nombre, nom, date)

3.3.22**liaison étendue**

sous-réseau DL composé d'un nombre maximal de liaisons interconnectées par des relais DL et partageant un espace de nom DL unique (adresse DL) dans lequel toutes les entités DL connectées peuvent communiquer, soit directement, soit à l'aide d'une ou de plusieurs de ces entités relais DL

NOTE Une liaison étendue peut être composée d'une seule liaison.

3.3.23**frame**

synonyme discrédité de DLPDU

3.3.24**séquence de contrôle de trame (FCS)**

séquence de caractères de contrôle, composée d'un nombre donné de bits (par exemple 16 ou 32) qui est produite par un caractère CRC (contrôle de redondance cyclique) polynomial d'après ITU-T X.25

3.3.25**adresse DL de groupe**

adresse DL qui désigne potentiellement plusieurs DLSAP dans la liaison étendue. Une entité DL unique peut comporter plusieurs adresses DL de groupe avec un seul DLSAP. Une entité DL unique peut également comporter une seule adresse DL de groupe avec plusieurs DLSAP

3.3.26**connexion à chaud**

possibilité d'ouvrir le réseau de communication et d'y ajouter ou d'en retirer des esclaves quand le réseau fonctionne encore en temps réel

3.3.27**numéro d'identification (IDN, identification number)**

désignation de données d'exploitation sous laquelle un bloc de données est conservé avec son attribut, son nom, son unité, ses valeurs d'entrée minimale et maximale, et les données

3.3.28**maître**

nœud qui attribue aux autres nœuds (c'est-à-dire aux esclaves) le droit de transmission

3.3.29**télégramme de données maître (Master Data Telegram)**

télégramme dans lequel le maître insère ses données

3.3.30**DLE maître**

DLE qui réalise les fonctions de maître du réseau

3.3.31**télégramme de synchronisation maître (MST, master synchronization telegram)**

télégramme ou partie de télégramme dans lequel le maître insère un signal temporel de synchronisation

3.3.32

nœud

DL-entity unique telle qu'elle se présente sur une liaison locale

3.3.33

PDS enable

commande destinée à fermer une ou plusieurs boucles d'asservissement d'un entraînement électrique de puissance

3.3.34

PDS on

ordonne que l'étage de puissance d'un entraînement électrique de puissance peut être activé

3.3.35

couche physique (Physical Layer)

première couche du modèle de référence ISO-OSI

3.3.36

protocole

convention à l'égard des formats de données, des suites chronologiques et de la correction d'erreurs dans le cadre de l'échange de données des systèmes de communication

3.3.37

donnée en temps réel

partie du télégramme dont la signification ne change pas au cours d'une opération cyclique sur l'interface

3.3.38

receiving DLS-user

utilisateur du DL-service auquel sont destinées les DL-user-data

NOTE Un utilisateur de service de DL peut être simultanément un utilisateur de DLS expéditeur et récepteur.

3.3.39

S-0-nnnn

désignation des numéros d'identification

3.3.40

sending DLS-user

utilisateur du DL-service auquel sont destinées les DL-user-data

3.3.41

canal de service (SVC, service channel)

transmission des informations qui n'a pas lieu en temps réel, à la demande du maître sur le canal RT

3.3.42

mot d'état

deux octets adjacents du télégramme d'accusé de réception qui contiennent des informations d'état sur un appareil

3.3.43

esclave

nœud auquel le maître accorde le droit de transmettre des données

3.3.44

DLE esclave (slave DLE)

DLE qui assure les fonctions d'esclave sur le réseau

3.3.45
station
nœud

3.3.46
télégramme
DLPDU

3.3.47
topologie
architecture de réseau physique relative à la connexion entre les stations du système de communication

3.4 Abréviations

3.4.1	AHS	service transport handshake of the device (acknowledge HS)
3.4.2	ASCII	American Standard Code for Information Interchange
3.4.3	AT	télégramme d'accusé de réception (Acknowledge Telegram)
3.4.4	BOF	début de trame (begin of frame)
3.4.5	C1D	diagnostic de classe 1
3.4.6	C2D	diagnostic de classe 2
3.4.7	C3D	diagnostic de classe 3
3.4.8	CA	accusé de réception de commande de procédure
3.4.9	CC	intercommunication entre les participants
3.4.10	CP	phase de communication
3.4.11	CPS	changement de phase de communication
3.4.12	CRC	contrôle de redondance cyclique
3.4.13	DL-	préfixe désignant la couche Application
3.4.14	DLC	connexion DL (DL-connection)
3.4.15	DLCEP	extrémité de connexion DL (DL-connection-end-point)
3.4.16	DLE	entité DL (l'instance active locale de la couche de liaison de données)
3.4.17	DLL	couche DL (DL-layer)
3.4.18	DLPCI	informations de contrôle sur le protocole DL (DL-protocol-control-information)
3.4.19	DLPDU	unité de données du protocole DL (DL-protocol-data-unit)
3.4.20	DLM	gestion DL (DL-management)
3.4.21	DLME	entité de gestion DL (l'instance active locale de gestion DL) (DL-management Entity (the local active instance of DL-management))
3.4.22	DLMS	service DL-management (DL-management Service)
3.4.23	DLS	service DL (DL-service)
3.4.24	DLSAP	point d'accès au service DL (DL-service-access-point)

3.4.25	DLSDU	unité de données du service DL (DL-service-data-unit)
3.4.26	EOF	fin de trame (end of frame)
3.4.27	FCS	séquence de contrôle de trame (Frame Check Sequence)
3.4.28	FIFO	First-in first-out (premier entré, premier sorti - méthode de mise en file d'attente)
3.4.29	HS	poignée de main du canal de service (voir AHS et MHS)
3.4.30	IDN	numéro d'identification (Identification Number)
3.4.31	LSB	bit le moins significatif (least significant bit)
3.4.32	Mbit/s	mégabit par seconde
3.4.33	MDT	télégramme de données maître (Master Data Telegram)
3.4.34	MDT MST	en-tête de type 19 dans un MDT (télégramme de données maître)
3.4.35	MHS	poignée de main du maître pour le service de transport
3.4.36	MST	télégramme de synchronisation maître (MST, master synchronization telegram)
3.4.37	OSI	Open Systems Interconnection (Interconnexion de systèmes ouverts)
3.4.38	PDS	entraînement électrique de puissance (voir série CEI 61800)
3.4.39	Ph-	couche physique (préfixe)
3.4.40	PhE	entité Ph (l'instance active locale de la couche physique)
3.4.41	PhL	couche Ph
3.4.42	QoS	qualité de service
3.4.43	RE	élément de ressource
3.4.44	RTC	canal en temps réel (Real-Time Channel)
3.4.45	SERCOS	interface série de système de communication en temps réel (serial real-time communication system interface)
3.4.46	SI	sous-index
3.4.47	SVC	canal de service (Service channel)

3.5 Symboles

3.5.1	ADR	adresse d'appareil ($1 \leq \text{ADR} \leq 254$) réglée sur l'appareil lui-même, par exemple grâce à un commutateur de sélection
3.5.2	INFO	informations sur le canal de service
3.5.3	J_{t2}	gigue sur t_2
3.5.4	$J_{t\text{scyc}}$	gigue sur t_{scyc}
3.5.5	MDT0	télégramme de données maître comportant des données de synchronisation que les esclaves évaluent

3.5.6	$n_{\min}$	vitesse de fermeture dans le PDS suite à une erreur C1D
3.5.7	SLKN	paramètre d'identification de l'esclave, disposition de l'esclave
3.5.8	SVC	canal de service
3.5.9	t_1	heure du début de la transmission AT
3.5.10	t_1	heure du début de la transmission AT, avec enregistrement de données m de l'esclave XX
3.5.11	$t_{1\min}$	durée minimale du début de la transmission
3.5.12	$t_{1\min.m}$	durée minimale du début de la transmission AT avec enregistrement de données m de l'esclave XX après réception du MST
3.5.13	t_2	heure du début de la transmission MDT
3.5.14	t_3	durée de validité de la valeur de commande
3.5.15	t_5	durée minimale de traitement de rétroaction
3.5.16	t_{ATAT}	délai de rétablissement transmission-transmission chez un esclave qui a plusieurs esclaves
3.5.17	t_{ATMT}	délai de transmission transmission-réception
3.5.18	$t_{ATMT.M}$	délai de transmission transmission-réception nécessaire à chaque esclave entre le moment où il transmet son AT et celui où il est prêt à recevoir un MDT
3.5.19	t_{ATRP}	délai maximal de transition dont un esclave a besoin pour passer de la transmission d'un AT à la fonction de répéteur
3.5.20	t_{MTSG}	durée de traitement de la valeur de commande
3.5.21	t_{MTSY}	délai de rétablissement réception-réception chez un esclave
3.5.22	$t_{MTSY.K}$	délai de rétablissement du dernier esclave après avoir reçu un MDT pour passer en mode où il peut recevoir le MST suivant (le dernier esclave est celui qui reçoit l'enregistrement K)
3.5.23	t_{Ncyc}	durée de cycle de l'unité de contrôle
3.5.24	t_{RPAT}	durée maximale de transition dont un esclave a besoin pour passer de la fonction de répéteur à la fonction de transmetteur pour l'AT
3.5.25	t_{Scyc}	durée du cycle de communication
3.5.26	XX	adresse d'un appareil

3.6 Notion d'IDN de la DLPDU

Des numéros d'identification (IDN) ont été attribués à toutes les classes de données qui sont manipulées par des réseaux de Type 16. Ils comprennent des données en temps réel (valeurs de commandes et de rétroaction), des paramètres et des modes opératoires. Plusieurs IDN se rapportent à l'application et sont définis par leurs normes applicables (par exemple CEI 61800-7-20x pour les entraînements électriques de puissance).

Se reporter à l'Annexe A pour plus d'informations.

4 Présentation du protocole DL

Le Type 16 offre des moyens très optimisés d'échanger des données en temps réel de longueur fixe et des messages segmentés de longueur variable et inversement entre un appareil maître unique et une série d'appareils esclaves interconnectés d'après une topologie en anneau. Du fait de la configuration, l'échange de données en temps réel est totalement synchrone et n'est pas affecté par le trafic des messages.

Les adresses d'appareil sont choisies par l'utilisateur par exemple grâce à un sélecteur. Des appareils supplémentaires peuvent être ajoutés le cas échéant, même en cours de fonctionnement, sans avoir d'effet sur la sélection des adresses qui existe déjà. La détermination du numéro, de l'identité et des caractéristiques de chaque appareil peut être configurée ou détectée automatiquement à chaque démarrage.

Il faut utiliser des interfaces esclaves pour connecter les appareils au réseau. Sur les couches physiques, un esclave représente la connexion d'un ou de plusieurs appareils au réseau. Au niveau logique, un esclave qui comporte plusieurs appareils doit se comporter de la même manière que plusieurs esclaves dont chacun comporte un appareil.

Il existe deux classes de DLE de Type 16:

- a) le DLE maître,
- b) le DLE esclave.

Seul le DLA maître est en mesure de lancer la transmission cyclique.

Tout échange de données de Type 16 entre le maître et les esclaves doit avoir lieu par l'intermédiaire de télégrammes définis. Il doit exister trois sous-types de télégrammes.

- Télégramme de synchronisation maître (MST, master synchronization telegram) Les MST doivent être émis par le maître au début d'un cycle de transmission pour synchroniser tous les esclaves. Ils ne transmettent pas de données.
- Télégramme de données maître (MDT) Les MDT doivent être émis par le maître une fois au cours de chaque cycle pour transmettre ses données à tous les esclaves (par exemple des valeurs de commande).
- Télégrammes d'appareil (AT) Les AT doivent être envoyés par chaque esclave une fois au cours de chaque cycle pour transmettre ses données au maître (par exemple des valeurs de rétroaction).

Les réseaux de Type 16 ne doivent pas être utilisés pour transmettre d'autres télégrammes.

Chaque enregistrement de données d'appareil dans le MDT ou l'AT doit comporter une partie fixe et une partie configurable. La partie fixe de l'enregistrement de données doit toujours exister alors que la structure de la partie configurable de l'enregistrement de données doit être choisie pour chaque appareil par des paramètres d'initialisation, en fonction de son mode de fonctionnement et de la quantité de données souhaitée.

5 Structure de base de la DLPDU

5.1 Présentation

5.1.1 Structure générale du télégramme de Type 16

Les réseaux de Type 16 utilisent des DLPDU particuliers pour transmettre les données de Type 16.

La structure de la DLPDU dépend du type de télégramme (MST, MDT et AT) et de la phase particulière de communication (CP0-CP6).

La structure générale des télégrammes de Type 16 est donnée au Tableau 1.

Tableau 1 – Structure générale d'un télégramme

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Télégrammes de Type 16	BOF	OCTET[1]	Délimiteur de télégramme
	ADR	OCTET[1]	Champ Adresse
	Champ Data	OCTET[j × x]	Longueur configurable
	FCS	OCTET[2]	Séquence de contrôle de frame
	EOF	OCTET[1]	Délimiteur de télégramme

Le segment administratif du télégramme – BOF, ADR, FCS et (EOF) – est nécessaire pour la transmission de tous les télégrammes. Le maître doit soit adresser les télégrammes à un destinataire particulier soit utiliser une adresse d'émission pour transmettre des messages à tous les appareils simultanément. Les télégrammes d'esclaves (AT) doivent comporter l'adresse de la source.

Les données d'application de l'utilisateur doivent comporter des informations particulières et être traitées de manière différente selon les trois types de télégramme et l'état de l'interface.

5.1.2 Délimiteur de télégramme BOF (début de trame)

Le délimiteur BOF doit indiquer le début du télégramme. Le Tableau 2 montre ce que contient le champ.

Tableau 2 – Champ BOF

N° de bit	Valeur	Description
7	0	Valeur fixe
6-1	1	Valeur fixe
0	0	Valeur fixe

5.1.3 Champ Adresse ADR

Le champ Adresse doit se présenter comme l'indique le Tableau 3.

Tableau 3 – Champ Adresse de l'appareil

N° de bit	Valeur	Description
7-0		Adresse de l'appareil
	0	Retrait logique de l'appareil
	1 - 254	Adresses de l'appareil pour le fonctionnement
	255	Réservé

L'adresse de l'appareil ADR doit être comprise dans l'intervalle $0 \leq \text{ADR} \leq 255$. Elle doit être réglée par l'utilisateur sur l'appareil, par exemple grâce à un sélecteur. Chaque appareil doit donc avoir sa propre adresse ADR. Les adresses de tous les appareils qui sont connectés au même esclave doivent être alignées.

Il ne faut pas attribuer à plus d'un appareil une adresse d'appareil de l'intervalle $1 \leq \text{ADR} \leq 254$.

L'adresse d'appareil ADR = 0 peut être attribuée à un nombre quelconque d'appareils. Les appareils qui ont cette adresse ne doivent pas produire de télégramme sauf au cours de l'initialisation du réseau. On peut donc retirer logiquement de la communication les appareils (par exemple, à des fins d'essai).

L'adresse d'appareil ADR = 255 doit être réservée.

5.1.4 Séquence de contrôle de trame FCS

Les algorithmes de transmission et de réception doivent utiliser un contrôle cyclique de redondance (CRC) afin de produire une valeur CRC pour le champ FCS. La séquence de contrôle de trame (FCS) doit comporter une valeur de contrôle cyclique de redondance (CRC) de 2 octets (de 16 bits). Cette valeur doit être calculée en fonction du contenu de l'adresse et des champs Data. Le FCS doit être produit par le transmetteur. L'encodage doit être défini comme l'indique ISO/CEI 13239.

Tableau 4 – Champ FCS

N° de bit	Valeur	Description
15-0		CRC calculé

5.1.5 Délimiteur de télégramme EOF (fin de trame)

Le délimiteur EOF doit indiquer la fin d'un télégramme de Type 16. Son contenu est identique au délimiteur de télégramme BOF (voir Tableau 2).

5.1.6 Champ Data

Le champ Data doit avoir une structure qui correspond aux trois types de télégramme et à l'état de l'interface (initialisation). Toutes les données transmises peuvent avoir des séquences arbitraires de bits dont la longueur est $j \times 8$ bits.

5.2 DLPDU du MST

Dans le MST, le champ Data doit seulement indiquer l'état de fonctionnement de l'interface et doit être structuré comme le montre le Tableau 5.

Tableau 5 – Structure d'un télégramme de synchronisation maître

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Champ Data maître	INFO	OCTET[1]	État de fonctionnement

Dans un MST, le champ INFO doit indiquer l'état de fonctionnement de l'interface. Le Tableau 6 montre ce que contient le champ.

Tableau 6 – Champ INFO du MST

N° de bit	Valeur	Signification
7-3	0	Valeur fixe
2-0		État de fonctionnement de l'interface
	000 _B	CP0 (le maître tente de fermer l'anneau)
	001 _B	CP1 (identification de l'adresse et de l'appareil)
	010 _B	CP2 (mode paramètre)
	011 _B	CP3 (mode paramètre cyclique)

N° de bit	Valeur	Signification
	100 _B	Réservé
	101 _B	CP4 (fonctionnement cyclique)
	010 _B	CP5 (téléchargement de fichiers)
	111 _B	CP6 (chargement de fichiers)

5.3 DLPDU du MDT

5.3.1 Introduction

5.3.1.1 Structure générale du télégramme MDT

Sauf au cours de l'initialisation, le MDT doit être manipulé comme un télégramme d'émission pour ne pas perdre de temps. Le champ Data du MDT doit être divisé en autant d'enregistrements qu'il y a d'esclaves dont le maître assure la gestion (voir Tableau 7). Le MDT doit contenir tous les enregistrements de données que le maître envoie cycliquement à tous les esclaves connectés.

Tableau 7 – Champs Data du télégramme de données maître

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Champs Données du MDT en temps réel	Données en temps réel de l'esclave n° 1	OCTET [voir Tableau 8]	
	Données en temps réel de l'esclave n° 2	OCTET [voir Tableau 8]	
	...		(ainsi de suite pour les esclaves n° 3 à n° (K-1).)
	Données en temps réel de l'esclave n° K	OCTET [voir Tableau 8]	

Chaque enregistrement peut avoir une longueur différente. Au cours de l'initialisation, chaque enregistrement doit être attribué à son appareil respectif en fonction de son adresse ADR.

Ils doivent rester les mêmes pendant le fonctionnement normal et ils ne peuvent être modifiés qu'en réinitialisant le système si la configuration l'exige.

Chaque appareil doit avoir son propre champ Data en temps réel comme l'indique le Tableau 8.

Tableau 8 – Données en temps réel du maître (pour chaque appareil)

Partie de la trame	Champ Data	Data Type	Valeur/Description
Données en temps réel de l'esclave n° K	Control	OCTET[2]	
	Master service INFO	OCTET [voir 5.3.1.3]	
	Données configurables en temps réel	OCTET [voir 5.3.4]	

5.3.1.2 Control k – mot de commande pour l'appareil XX

Le Tableau 9 montre comment doit se présenter le mot de commande.

Tableau 9 – Description du mot de commande (DLL)

N° de bit	Valeur	Description du mot de commande
15-11		Réservé pour le profil d'application (par exemple CEI 61800-7-20x)
10		Réservé pour la couche d'application (CEI 61158-6-16)
9-8		Réservé pour le profil d'application (par exemple CEI 61800-7-20x)
7-6		Réservé pour la couche d'application (CEI 61158-6-16)
5-3		Élément de bloc de données
	000	Canal de service non actif, fermer un canal de service ou interrompre la transmission en cours
	001	IDN des données d'exploitation. Le canal de service est fermé pour l'IDN précédent et ouvert pour un nouvel IDN
	010	Nom des données d'exploitation
	011	Attribut des données d'exploitation
	100	Unité des données d'exploitation
	101	Valeur minimale d'entrée
	110	Valeur maximale d'entrée
	111	Données d'exploitation
2		Dernière transmission de bits
	0	Transmission en cours
	1	Dernière transmission
1		L/E (lecture / écriture)
	0	Lire l'INFO de service
	1	Écrire l'INFO de service
0		MHS (bit de poignée de main maître)
	toggle	Poignée de main du maître pour le service de transport

5.3.1.3 INFO k de service maître

La longueur de ce champ doit être déterminée par le type de télégramme (S-0-0015) pour CP3 et CP4. Ce champ doit avoir 2, 4, 6 ou 8 octets dans CP3 et CP4, programmable par type de télégramme (S-0-0015). Le champ doit toujours avoir 2 octets dans CP1 et CP2.

Le champ Master service INFO doit contenir l'échange des données non cyclique entre le maître et l'appareil XX; cet échange a lieu par étapes dans des champs Data spéciaux du télégramme.

La Figure 2 montre comment doit se présenter le champ Master service info.

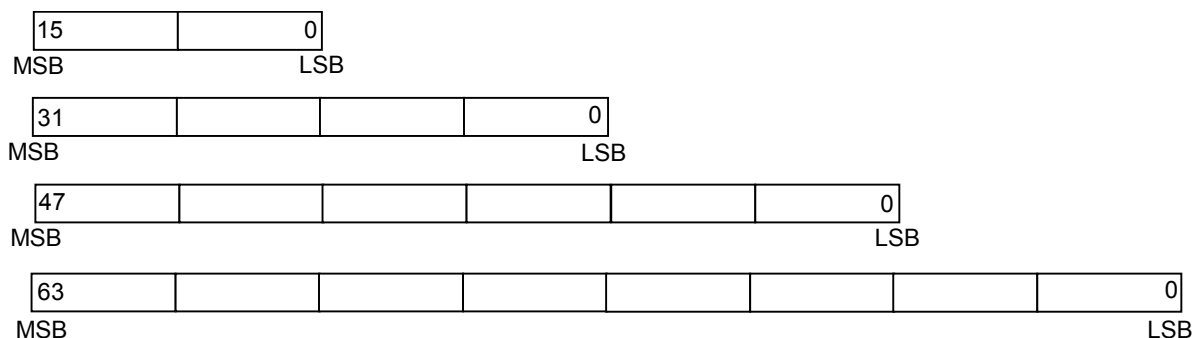


Figure 2 – Champ k Master service INFO

5.3.2 CP1 et CP2

Les MDT d'identification particuliers à l'appareil (télégrammes de requête d'ID) doivent être utilisés pour demander les adresses des appareils. Leur structure est représentée au Tableau 10.

Tableau 10 – Structure du télégramme de requête d'ID dans CP1

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Champ Master data = télégramme de requête d'ID dans CP1	Control	OCTET[2]	0x0001
	Master service INFO	OCTET[2]	

L'appareil adressé doit répondre en envoyant l'AT d'identification (télégramme d'accusé de réception d'identification).

Les télégrammes dans CP2 doivent avoir la même structure que dans CP1, mais le contenu de Master service INFO doit être maintenant valide.

5.3.3 CP3

Il faut utiliser le champ Data configurable en temps réel du MDT pour transmettre des données individuelles en temps réel à un appareil. Il faut uniquement utiliser l'élément 7 du bloc de données dont la longueur doit être configurée à deux, quatre ou huit octets. Le paramètre de type de télégramme S-0-0015 doit déterminer quelles données d'exploitation se trouvent dans le champ Data configurable en temps réel du MDT. Les données appropriées de fonctionnement pour des télégrammes standard doivent être définies par ce paramètre. La structure du télégramme d'application doit être déterminée par la liste de configuration appelée S-0-0024.

La Figure 3 montre quelle doit être la structure du MDT. Le champ Data du MDT doit comporter autant d'enregistrements qu'il y a d'appareils qui sont gérés par le maître. Les enregistrements individuels peuvent avoir une longueur différente. L'attribution d'un enregistrement de données à un appareil dont l'adresse est XX doit avoir lieu au cours de l'initialisation par l'intermédiaire d'IDN S-0-0009.

Il ne faut utiliser que la partie fixe des enregistrements de données. La partie configurable des enregistrements de données n'a pas d'importance mais elle doit avoir le nombre d'octets nécessaires pour le fonctionnement cyclique. Les emplacements de la partie fixe des enregistrements de données qui concernent les appareils particuliers doivent avoir été transmis au cours de la phase CP2 avec les paramètres de communication correspondants.

Dans le mot de commande du MDT, le bit 10 (bit de synchronisation de l'unité de commande) doit être valide à partir de la phase CP3. Ce bit doit avoir la valeur 0 au cours des phases 0 à 2. Dans la phase CP3, l'unité de commande doit commencer le cycle d'interpolation et le maintenir. Le bit 10 du mot de contrôle dans le MDT doit être inversé à chaque cycle d'interpolation.

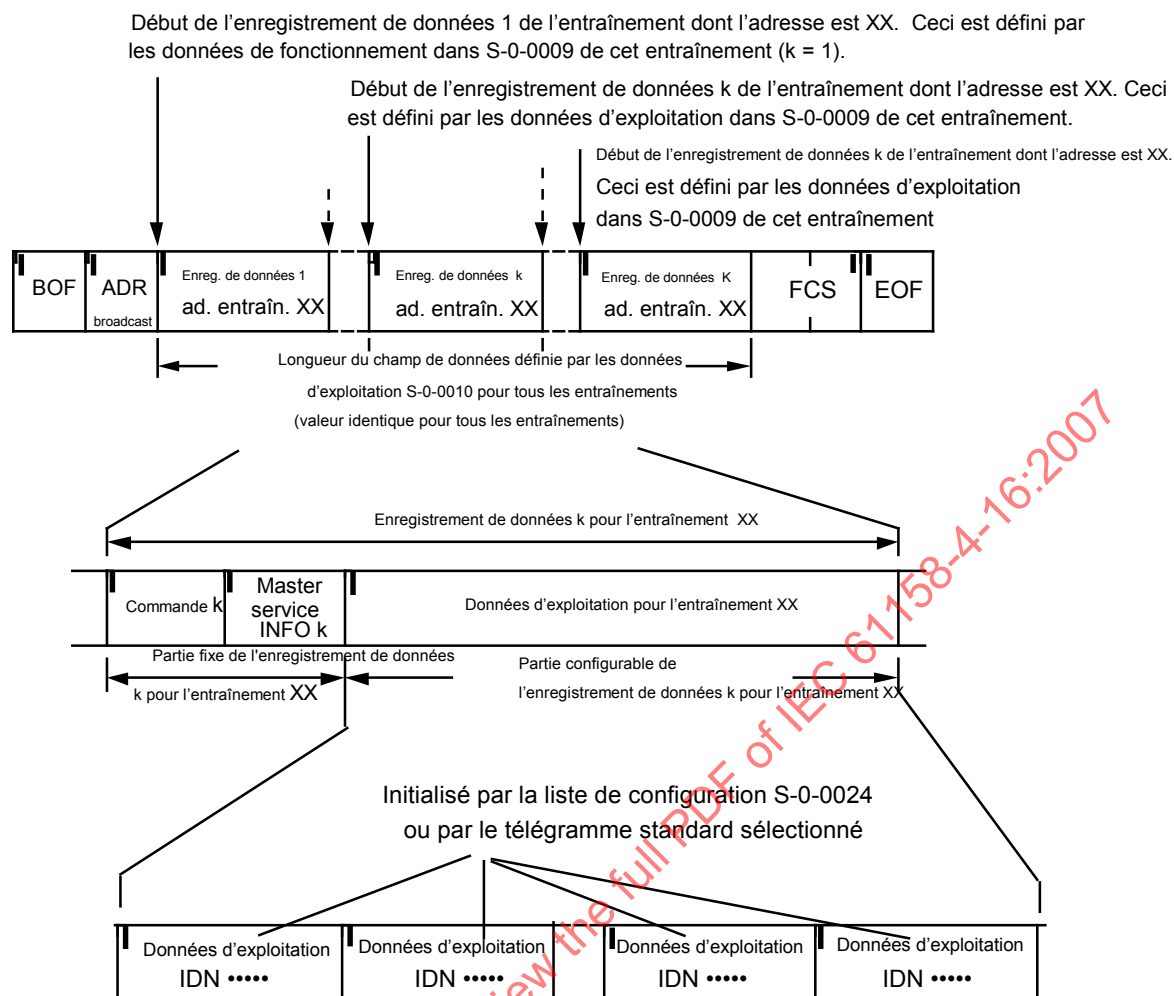


Figure 3 – Structure du télégramme de données maître

5.3.4 CP4

La Figure 3 montre quelle doit être la structure du MDT. Il faut renseigner les parties configurables des enregistrements par des valeurs de commande qui doivent avoir été déterminées par les paramètres transmis pendant le CP2. Les emplacements de la partie fixe des enregistrements de données qui concernent les appareils particuliers doivent avoir été transmis au cours de la phase CP2 avec les paramètres de communication correspondants.

5.3.5 CP5

5.3.5.1 Description des données maître CP5

Le Tableau 11 suivant montre quelle est la forme du télégramme de données maître pour CP5.

Tableau 11 – Structure du MDT dans CP5

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Champ Master data MDT dans CP5	Control	OCTET[2]	Inutilisé
	Master service INFO	OCTET[2]	Inutilisé
	Data Record	OCTET [voir Tableau 12]	

Le mot de commande et Master Service INFO ne doivent pas être utilisés dans CP5. Le champ Data Record pour le MDT CP5 doit être celui que spécifie le Tableau 12. La taille de File Block doit être déterminée par la vitesse de transmission comme le montre le Tableau 13.

Tableau 12 – Structure du champ Data Record dans le MDT dans CP5

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Data Record	U/D Control	OCTET[4]	
	File Block Index	OCTET[4]	
	File Block	OCTET [voir Tableau 13]	

Tableau 13 – Taille du bloc de fichier dans CP5

Vitesse de transmission (Mbit/s)	Taille du bloc de fichier (en octets)	Longueur du MDT (en octets)	Longueur de l'AT (en octets)
2	128	140	12
4	256	268	12
8	512	524	12
16	1024	1036	12

5.3.5.2 Mot de commande U/D dans CP5

Le Tableau 14 suivant définit les bits pour le mot de commande U/D dans le MDT CP5.

Tableau 14 – Mot de commande U/D dans le CP5

Bit 31	Valeur	Signification
	0	Types de fichier définis par l'interface de Type 16
	1	Types de fichier définis par l'utilisateur
30 - 16		Numéro d'identification du type de fichier
15 - 3		(réservé)
2		Activer
	0	Pas de demande de transférer un bloc de fichier Mot de commande U/D = 0x0001 Mot d'état U/D = 0x0001
	1	Demande de transférer un bloc de fichier
1		Bloc final
	0	N'est pas un bloc final de transfert de fichier
	1	Bloc final de transfert de fichier
0		Poignée de main U/D
	toggle	Poignée de main U/D du maître

Avant qu'un transfert de fichier puisse commencer, le bit activation (bit 2 du mot de commande U/D) doit avoir une valeur faible et le bit Poignée de main U/D (bit 0 dans le mot de commande U/D) doit avoir une valeur élevée. Si le bit Poignée de main de l'esclave correspond au bit Poignée de main du maître, le transfert de fichier peut commencer. Les transferts de fichier doivent commencer de la manière suivante:

- Étape 1: Attribuer au File Block Index la valeur 0x0000.

- Étape 2: Attribuer les données à transférer au champ MDT File Block Data.
- Étape 3: Attribuer le numéro d'identification du type de fichier au champ File Type Qualifier et les bits File Type Identification Number au type de fichier à envoyer.
- Étape 4: Attribuer au bit Activation (Enable) la valeur vrai.
- Étape 5: Modifier le bit Poignée de main U/D

Le maître ne doit pas changer le MDT jusqu'à ce que l'esclave ait modifié le bit Poignée de main U/D dans l'AT pour qu'il corresponde au MDT. Si l'esclave n'a pas modifié le bit Poignée de main U/D au bout de 10 cycles de communication, on doit supposer une erreur de la part de l'esclave.

Quand l'esclave modifie le bit Poignée de main U/D pour qu'il corresponde à celui du maître, l'esclave peut aussi renseigner le bit Occupé U/D dans l'AT, ce qui indique qu'il traite le bloc data file en cours de transfert. Seul le bit Poignée de main U/D dans le mot d'état U/D doit être valide quand le bit Occupé U/D est renseigné. Quand l'esclave a terminé le transfert du bloc de données et qu'il a vérifié le type de fichier et le numéro de bloc, il doit renvoyer le File Type Qualifier, le File Type Identification Number, traiter les bits d'erreur de manière appropriée et libérer le bit Occupé U/D dans l'AT. Le maître ne doit pas commencer un nouveau transfert de données vers le même esclave jusqu'à ce que le bit Poignée de main U/D dans l'AT de cet esclave corresponde à celui du maître et que le bit Occupé U/D ait la valeur 0.

Les blocs suivants de données peuvent être envoyés en incrémentant l'index du bloc de fichier à l'étape 1 ci-dessus et en répétant les étapes 2 à 5. Au cas où l'esclave retourne une condition d'erreur quand il reçoit un bloc de fichier, le maître peut répéter le même bloc de fichier sans changer le File Block Index.

Le bit Final Block doit prendre la valeur «vrai» quand il transfère le dernier bloc dans un ensemble de transferts de données. On peut utiliser ce bit dans l'esclave pour terminer l'opération de transfert de fichier. Cette opération ne fait pas l'objet de la présente spécification.

5.3.5.3 Index de bloc de fichier (File block index) et bloc de fichier dans CP5 (MDT)

Un fichier peut être divisé en blocs de fichier (File block) qui peuvent être transmis par téléchargement à un esclave, un bloc de fichier après l'autre. Le contenu d'un fichier, l'utilisation et le placement du fichier par l'esclave dépendent de la mise en œuvre par le fabricant. Il faut utiliser l'index de bloc de fichier pour indiquer quel bloc de fichier est en cours de transmission. Les blocs de fichier doivent normalement être envoyés les uns après les autres en commençant par le bloc de fichier 0 et en incrémentant le numéro de bloc jusqu'à ce que le fichier ait été intégralement envoyé.

5.3.6 CP6

5.3.6.1 Introduction

Le Tableau 15 montre quelle est la forme du télégramme de données maître (MDT) pour CP6.

Tableau 15 – Structure du MDT dans CP6

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Champ Master data MDT dans CP6	Control	OCTET[2]	Inutilisé
	Master service INFO	OCTET[2]	Inutilisé
	Data Record	OCTET [voir Tableau 16]	

Le mot de commande et le champ Master Service INFO ne doivent pas être utilisés dans CP6. L'enregistrement (Data Record) pour le MDT CP6 doit se présenter comme le spécifie le Tableau 16.

Tableau 16 – Structure du champ Data record dans le MDT dans CP6

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Data Record	U/D Control	OCTET[4]	
	File Block Index	OCTET[4]	

5.3.6.2 Mot de commande U/D dans CP6

Le Tableau 17 définit les bits pour le mot de commande U/D dans le MDT CP6.

Tableau 17 – Mot de commande U/D dans le CP6

Bits	Valeur	Signification
31		Qualificatif de type de fichier
	0	Types de fichier spécifiques de Type 16
	1	Types de fichier définis par l'utilisateur
30 - 16		Numéro d'identification du type de fichier
15 - 3		(réservé)
2		Activer
	0	Pas de demande de transférer un bloc de fichier Mot de commande U/D = 0x0001 Mot d'état U/D = 0x0001
	1	Demande de transférer un bloc de fichier
1		(réservé)
0		Poignée de main U/D
	toggle	Poignée de main U/D du maître

Avant qu'un transfert de fichier puisse commencer, le bit activation (bit 2 du mot de commande U/D) doit avoir une valeur faible et le bit Poignée de main U/D (bit 0 dans le mot de commande U/D) doit avoir une valeur élevée. Si le bit Poignée de main de l'esclave correspond au bit Poignée de main du maître, le transfert de fichier doit commencer. Les transferts de fichier doivent commencer d'après les étapes suivantes:

- Étape 1: Attribuer au File Block Index la valeur 0x0000.
- Étape 2: Attribuer le numéro d'identification du type de fichier au champ File Type Qualifier et les bits File Type Identification Number au type de fichier à envoyer.
- Étape 3: Attribuer au bit Activation (Enable) la valeur «vrai».
- Étape 4: Modifier le bit Poignée de main U/D

L'esclave doit répondre en attribuant au bit Occupé U/D la valeur «vrai» et en modifiant le bit Poignée de main U/D dans le mot État U/D de l'AT.

NOTE Il n'est pas nécessaire que l'esclave attribue au bit Occupé U/D la valeur «vrai» s'il peut répondre en fournissant les données demandées au cours de la période allouée de 10 cycles de communication pendant laquelle le bit Poignée de main U/D doit être modifié.

Après avoir modifié le bit Poignée de main U/D, l'esclave doit vérifier le type de fichier et le numéro de bloc et répondre en attribuant respectivement le type de fichier aux bits File Type et le numéro d'index de bloc au champ File Block Index, et en renseignant ou en libérant le bit File Transfer Error et en plaçant de manière appropriée les données dans le champ Data Block de l'AT. Pour terminer l'esclave doit libérer le bit Occupé U/D dans le mot d'état U/D pour dire au maître que les données sont désormais valides. Seule la poignée de main U/D dans le mot d'état U/D est valide quand le bit Occupé U/D est utilisé à la valeur «vrai». Le maître ne doit pas commencer un nouveau transfert de données jusqu'à ce que le bit Poignée de main U/D dans l'AT de l'esclave corresponde à celui du maître et que le bit Occupé U/D ait la valeur 0.

Les blocs suivants de données doivent être demandés en incrémentant l'index de bloc de fichier à l'étape 1 ci-dessus et en répétant les étapes 2 à 4. Pour transférer tout le fichier, il faut répéter cette opération jusqu'à ce qu'une erreur soit signalée ou que le bit Final Block dans l'AT prenne la valeur «vrai».

Au cas où l'esclave retourne une condition d'erreur quand il reçoit un bloc de fichier, le maître peut demander le même bloc de fichier sans changer le File Block Index.

5.3.6.3 Index de bloc de fichier dans CP6 (MDT)

Un fichier peut être divisé en blocs de fichier qui peuvent être chargés à partir d'un esclave, un bloc de fichier après l'autre. Le contenu d'un fichier, l'utilisation et le placement du fichier par l'esclave dépendent de la mise en œuvre par le fabricant. Il faut utiliser le File Block Index pour indiquer quel File Block doit être chargé. Les blocs de fichier doivent normalement être demandés les uns après les autres en commençant par le bloc de fichier 0 et en incrémentant le numéro de bloc jusqu'à ce que le tout le fichier ait été reçu comme l'indique le bit Final Block dans l'AT.

5.4 DLPDU de l'AT

5.4.1 Introduction

5.4.1.1 Structure générale du télégramme AT

Dans l'AT, le champ de données doit avoir un seul enregistrement qui doit être cycliquement envoyé de l'appareil à l'unité de commande, voir Tableau 18. Les enregistrements de chaque AT doivent suivre les spécifications du Tableau 19.

Tableau 18 – Champ Data du télégramme d'accusé de réception

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Télégramme d'accusé de réception	Données en temps réel de l'esclave n° m	OCTET [voir Tableau 19]	

Tableau 19 – Données AT en temps réel (pour chaque appareil)

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Données en temps réel de l'esclave n° m	État de l'appareil m	OCTET[2]	
	Service INFO de l'appareil m	OCTET [voir 5.4.1.3]	
	Données configurables en temps réel	OCTET [voir 5.4.4]	

5.4.1.2 État m – mot d'état de l'appareil XX

Le Tableau 20 montre comment doit se présenter le mot d'état.

Tableau 20 – Description du mot d'état (DLL)

N° de bit	Valeur	Signification
15-8		Réservé pour le profil d'application (par exemple CEI 61800-7-20x)
7-6		Réservé pour la couche d'application (CEI 61158-5)
5		Bit de changement de commande de procédure
	0	Pas de changement dans l'accusé de réception de commande de procédure
	1	Changement dans l'accusé de réception de commande de procédure
4		Réservé
3		État du traitement de la valeur de commande
	0	L'appareil ignore les valeurs de commande
3	1	L'appareil suit les valeurs de commande
2		Erreur SVC
	0	Absence d'erreur
	1	Erreur dans le SVC, message d'erreur dans INFO SVC
1		Occupé
	0	Étape terminée, l'esclave est prêt pour une nouvelle étape
	1	Étape en cours, une nouvelle étape n'est pas permise
0		AHS
	toggle	Poignée de main de transport SVC par l'esclave (bit de basculement)

5.4.1.3 Device service INFO m

Le champ Device service INFO doit avoir une longueur de 2, 4, 6 ou 8 octets dans CP3 et dans CP4. Dans CP1 et CP2, il doit toujours avoir 2 octets de long. La longueur de ce champ doit être réglée par le type de télégramme (S-0-0015) pour CP3 et CP4.

Le champ Device service INFO doit contenir l'échange des données non cyclique de l'appareil XX au maître, cet échange a lieu par étapes dans des champs Data spéciaux du télégramme.

La Figure 4 montre comment doit se présenter le champ Device service info.

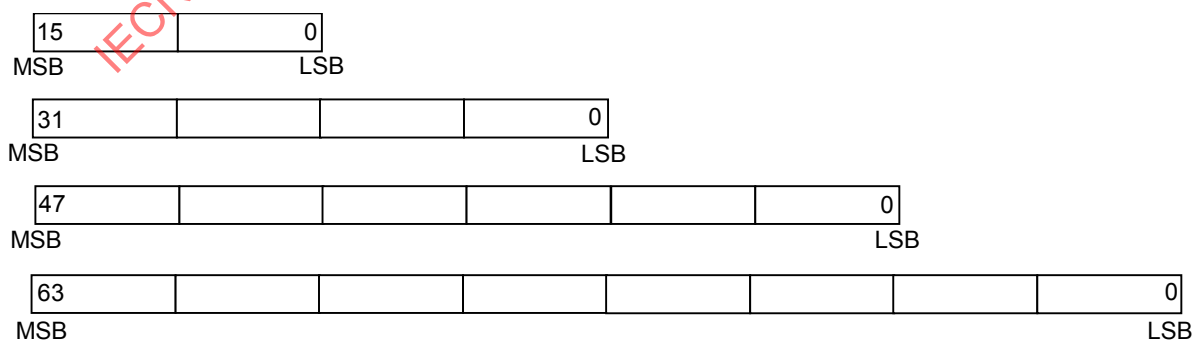


Figure 4 – Champ m Device service INFO

5.4.2 CP1 et CP2

Dans la phase CP1, l'appareil adressé doit répondre en envoyant l'AT d'identification (télégramme d'accusé de réception d'identification) comme le montre le Tableau 21.

Tableau 21 – Structure du télégramme d'accusé de réception d'identification dans CP1

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Champ AT data Télégramme d'accusé de réception d'identification dans CP1	Statut	OCTET[2]	
	Device service INFO	OCTET[2]	

Les champs Master service INFO (2 octets) et Device service INFO (2 octets) doivent faire partie des télégrammes de requête d'identification et d'accusé de réception d'identification mais leur contenu ne doit cependant pas avoir de signification au cours du CP1.

Les télégrammes dans CP2 doivent avoir la même structure que dans CP1, mais le contenu de Device service INFO doit être maintenant valide.

5.4.3 CP3

L'AT doit avoir la structure indiquée au Tableau 18 et au Tableau 19. Il ne faut utiliser que la partie fixe de l'enregistrement de données. La partie configurable des enregistrements de données n'a pas d'importance mais elle doit avoir le nombre d'octets nécessaires au fonctionnement cyclique.

Il faut utiliser le champ Data configurable en temps réel de l'AT pour transmettre des données individuelles en temps réel à un appareil. Il ne faut utiliser que des données d'exploitation configurées à une longueur de deux, quatre ou huit octets. Le paramètre Type de télégramme S-0-0015 doit déterminer quelles sont les données d'exploitation qui se trouvent dans le champ Data configurable en temps réel de l'AT. Les données appropriées de fonctionnement pour des télégrammes standard doivent être définies par ce paramètre. La structure du télégramme d'application doit être déterminée par la liste de configuration appelée S-0-0016.

La structure du télégramme qui dépend de l'application doit être déterminée par la liste de configuration appelée S-0-0016.

Tableau 22 – Structure des données d'exploitation de l'appareil m dans un télégramme d'accusé de réception

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Appareil m Données configurables en temps réel	Operation data IDN ...	OCTET [en fonction de l'IDN]	Le nombre et la longueur des données d'exploitation doivent être configurés comme l'indique la liste IDN S-0-0016 ou par le télégramme standard sélectionné.
	Operation data IDN ...	OCTET [en fonction de l'IDN]	
	Operation data IDN ...	OCTET [en fonction de l'IDN]	
	...		
	Operation data IDN ...	OCTET [en fonction de l'IDN]	

5.4.4 CP4

L'AT doit être structuré comme dans CP3 mais la partie configurable de l'enregistrement doit porter les valeurs réelles qui doivent être déterminées par les paramètres transmis dans CP2.

5.4.5 CP5

5.4.5.1 Introduction

Le Tableau 23 montre la forme d'un télégramme d'accusé de réception (AT) pour CP5.

Tableau 23 – Structure de l'AT dans CP5

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Champ AT data AT dans CP5	Statut	OCTET[2]	Inutilisé
	Device INFO	OCTET[2]	Inutilisé
	Data Record	OCTET [voir Tableau 24]	

Le mot d'état et le champ Device Service INFO ne doivent pas être utilisés dans CP5. Le champ Data Record pour l'AT CP5 doit comporter un mot d'état U/D de 4 octets et un Index de bloc de fichier de 4 octets (voir Tableau 23).

Tableau 24 – Structure du champ Data Record dans le MDT dans CP5

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Data Record	U/D Status	OCTET[4]	
	File Block Index	OCTET[4]	

5.4.5.2 Mot d'état U/D à la phase CP5

Le Tableau 25 définit les bits pour le mot d'état U/D dans l'AT CP5.

Tableau 25 – Mot d'état U/D dans le CP5

Bits	Valeur	Signification
31		Qualificatif de type de fichier
	0	Types de fichier spécifiques de Type 16
	1	Types de fichier définis par l'utilisateur
30 - 16		Numéro d'identification du type de fichier
15 - 4		(réservé)
3		Erreur de transfert de fichier
	0	Absence d'erreur
	1	Erreur de téléchargement, message d'erreur dans l'index de bloc de fichier dans l'AT
2		Occupation U/D
	0	L'esclave a terminé la requête précédente
	1	La requête précédente a été acceptée, elle est en cours de traitement
1		Bloc final
	0	Accusé de réception: ce n'est pas le dernier bloc du transfert de

Bits	Valeur	Signification
		fichier
	1	Accusé de réception: bloc final du transfert de fichier
0		Poignée de main U/D
	toggle	Poignée de main U/D de l'esclave

Si l'esclave constate qu'un bit Poignée de main U/D dans le MDT passe de la correspondance avec celui de l'AT de l'esclave à la non-correspondance et que le bit Activation se trouve dans le MDT, l'esclave doit enregistrer le numéro de type envoyé dans les champs File Type Qualifier et File Type, le numéro d'index de bloc envoyé dans le champ File Block Index et les données dans le champ Data Block. S'il continue de traiter le type de fichier, le bloc de fichier et les données sont nécessaires, l'esclave doit attribuer la valeur «vrai» au bit Occupé U/D puis modifier le bit Poignée de main U/D dans le mot d'état U/D de l'AT pour indiquer qu'il a reçu les données et qu'il les traite. Le bit Poignée de main U/D dans l'AT doit prendre une valeur qui corresponde à celui du MDT au bout d'un nombre de cycles de communication qui est inférieur ou égal à 10, sinon le maître supposera qu'une erreur a eu lieu. L'esclave doit enregistrer toutes les données dans le MDT avant de modifier le bit poignée de main U/D dans le mot d'état U/D.

L'esclave doit ensuite vérifier que les champs File Type Qualifier, File Type, File Block Index et les données provenant du MDT sont valides. Si aucune erreur n'est découverte, l'esclave doit appliquer de manière appropriée les données transférées. Quand l'esclave a terminé de traiter les données de fichier, le numéro de type de fichier et le numéro de bloc de données doivent être retournés respectivement dans les bits File Type et dans les champs File Block Index de l'AT. La libération du bit Occupé U/D doit avertir le maître que l'opération est terminée, que le bit d'erreur File Type, File Block Number et File transfer dans l'AT sont valides et que l'esclave est disponible pour accepter des données supplémentaires.

Si le bit Final Block a été renseigné dans le MDT, l'esclave doit alors prendre les mesures appropriées pour se transférer le bloc de données final. Cette action ne fait pas partie de la présente spécification.

Si le numéro de type de fichier ou le numéro de bloc de fichier est invalide ou si le champ Data comprend des données inattendues ou erronées, l'esclave doit attribuer la valeur «vrai» au bit File transfer error et placer un code d'erreur 32 bits dans le champ File Block Number de l'AT. Les codes d'erreur sont donnés au Tableau 26.

5.4.5.3 Index de bloc de fichier dans CP5 (AT)

Avant que l'esclave modifie le bit Poignée de main U/D dans l'AT pour qu'il corresponde au MDT et qu'il attribue la valeur 0 au bit Occupé U/D, il doit attribuer au champ File Block Index la valeur du qualificatif de type de fichier et de l'index de bloc de fichier qu'il a reçus dans le MDT. Le maître peut utiliser cette valeur pour vérifier que le bon bloc est en cours de transfert.

Si une erreur a lieu, l'esclave doit remplacer l'index de bloc de fichier par un code d'erreur 32 bits Le Tableau 26 définit le message d'erreur dans l'index de bloc de fichier dans l'AT CP5.

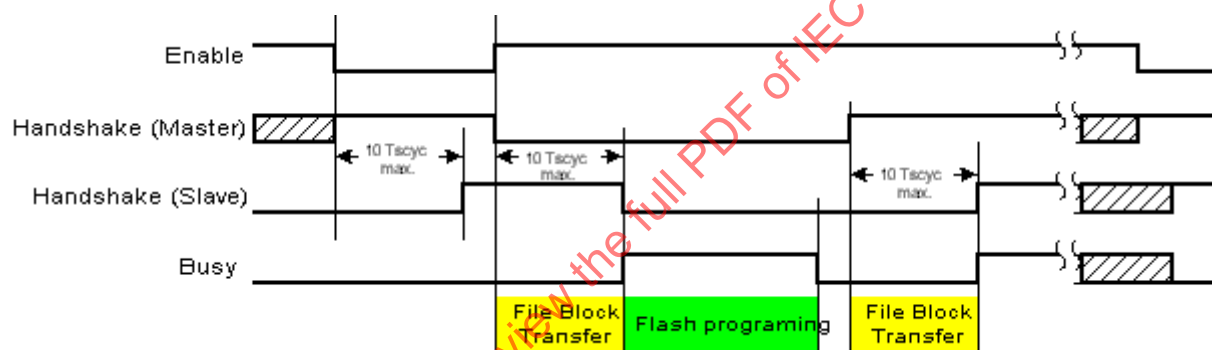
Tableau 26 – Index du bloc de fichier dans CP5

Bits	Valeur	Signification
31 - 16		Message d'erreur défini par l'utilisateur
15 - 4		(Réservé)
3		Erreur de somme de contrôle du fichier
	0	Absence d'erreur

Bits	Valeur	Signification
	1	Erreur
2		Erreur de type de fichier
	0	Absence d'erreur
	1	Le type de fichier n'est pas pris en charge
1		Erreur de données bloc de fichier
	0	Absence d'erreur
	1	Les données transférées ne sont pas valides
0		Erreur index de bloc de fichier
	0	Absence d'erreur
	1	Le numéro d'index du bloc de fichier est invalide

5.4.5.4 Poignée de main mot de commande U/D et mot d'état U/D dans CP5

La Figure 5 montre la relation fonctionnelle entre les bits Activation et Poignée de main U/D dans le MDT CP5 et entre le bit Occupé U/D et le bit Poignée de main U/D dans l'AT CP5.



Légende

Anglais	Français
Enable	Activation
Handshake (master)	Poignée de main (maître)
Handshake (slave)	Poignée de main (esclave)
Busy	Occupé
File block transfer	Transfert de bloc de fichier
Flash programming	Programmation flash

Figure 5 – Synchronisation des bits U/D dans CP5

5.4.6 CP6

5.4.6.1 Introduction

Le Tableau 27 montre la forme que prend le télégramme d'accusé de réception (AT) pour CP6.

Tableau 27 – Structure de l'AT dans CP6

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Champ AT data AT dans CP6	Statut	OCTET[2]	Inutilisé
	Device INFO	OCTET[2]	Inutilisé
	Data Record	OCTET [voir Tableau 29]	

Le mot d'état et le champ Device Service INFO ne doivent pas être utilisés dans CP6. L'enregistrement Data Record pour l'AT CP6 doit se présenter comme le spécifie le Tableau 28. La taille de File Block doit être déterminée par la vitesse de transmission comme le montre le Tableau 29.

Tableau 28 – Structure d'un enregistrement de données de l'AT dans CP6

Partie de la trame	Champ Data	Data type	Valeur/Description
Data Record	U/D Status	OCTET[4]	
	File Block Index	OCTET[4]	
	File Block	OCTET [voir Tableau 29]	

Tableau 29 – Taille du bloc de fichier dans CP6

Vitesse de transmission (Mbit/s)	Taille du bloc de fichier (en octets)	Longueur du MDT (en octets)	Longueur de l'AT (en octets)
2	128	12	140
4	256	12	268
8	512	12	524
16	1 024	12	1 036

5.4.6.2 Mot d'état U/D dans CP6

Le Tableau 30 définit les bits pour le mot d'état U/D dans l'AT CP6.

Tableau 30 – Mot d'état U/D dans CP6

Bits	Valeur	Signification
31		Qualificatif de type de fichier
	0	Types de fichier spécifiques de Type 16
	1	Types de fichier définis par l'utilisateur
30 - 16		Numéro d'identification du type de fichier
15 - 4		(Réservé)
3		Erreur de transfert de fichier
	0	Absence d'erreur
	1	Erreur de chargement, message d'erreur dans l'index de bloc de fichiers dans l'AT
2		Occupation U/D
	0	L'esclave a terminé la requête précédente
	1	La requête précédente a été acceptée, elle est en cours de traitement

Bits	Valeur	Signification
1		Bloc final
	0	N'est pas le dernier bloc de fichier transféré
	1	Bloc final de fichier en cours de transfert
0		Poignée de main U/D
	toggle	Poignée de main U/D de l'esclave

Si l'esclave constate qu'un bit Poignée de main U/D dans le MDT passe de la correspondance avec celui de l'AT de l'esclave à la non-correspondance et que le bit Activation se trouve dans le MDT, l'esclave doit enregistrer le numéro de type envoyé dans les champs File Type Qualifier et File Type, le numéro d'index de bloc envoyé dans le champ File Block Index et les données dans le champ Data Block. Si le numéro de type de fichier et l'index de bloc sont acceptés par l'esclave, celui-ci doit porter dans le champ Data Block les données demandées et modifier le bit Poignée de main U/D dans l'AT pour qu'il corresponde à celui du MDT. Si le temps nécessaire pour renseigner le champ Data dépasse 10 cycles de communication, l'esclave doit renseigner le bit Occupé U/D et modifier le bit Poignée de main U/D avant de tenter de renseigner le champ Data. Quand le champ Data a été mis à jour, l'esclave doit ensuite attribuer la valeur 0 au bit Occupé U/D pour signaler au maître que les données sont désormais valides. Dans les deux cas, il faut renseigner le bit Poignée de main U/D dans l'AT pour qu'il corresponde à celui du MDT en 10 cycles de communication ou moins sinon le maître supposera qu'une erreur a eu lieu.

L'esclave doit renseigner le bit Bloc final dans le mot d'état U/D pour indiquer quel est le bloc final du fichier. La définition du bloc Fichier final ne fait pas partie de la présente spécification.

Si le numéro de type de fichier ou le numéro de bloc de fichier est invalide, l'esclave doit renseigner de manière appropriée le bit File transfer error et placer un code d'erreur 32 bits dans le champ File Block Number de l'AT. Les codes d'erreur sont donnés au Tableau 31.

Le maître ne doit lire des données dans le mot d'état U/D et le champ Data que si le bit Poignée de main U/D correspond à celui du maître et que le bit Occupé U/D a la valeur 0.

5.4.6.3 Index de bloc de fichier (File block index) et bloc de fichier dans CP6 (AT)

Avant que l'esclave modifie le bit Poignée de main U/D dans l'AT pour qu'il corresponde au MDT et qu'il attribue la valeur 0 au bit Occupé U/D, il doit attribuer au champ File Block Index la valeur du qualificatif de type de fichier et de l'index de bloc de fichier qu'il a reçus dans le MDT. Le maître peut utiliser cette valeur pour vérifier que le bon bloc est en cours de transfert.

Si une erreur a eu lieu, l'esclave doit remplacer l'index de bloc de fichier par un code d'erreur 32 bits. Le Tableau 31 définit le message d'erreur dans l'index de bloc de fichier dans l'AT CP6.

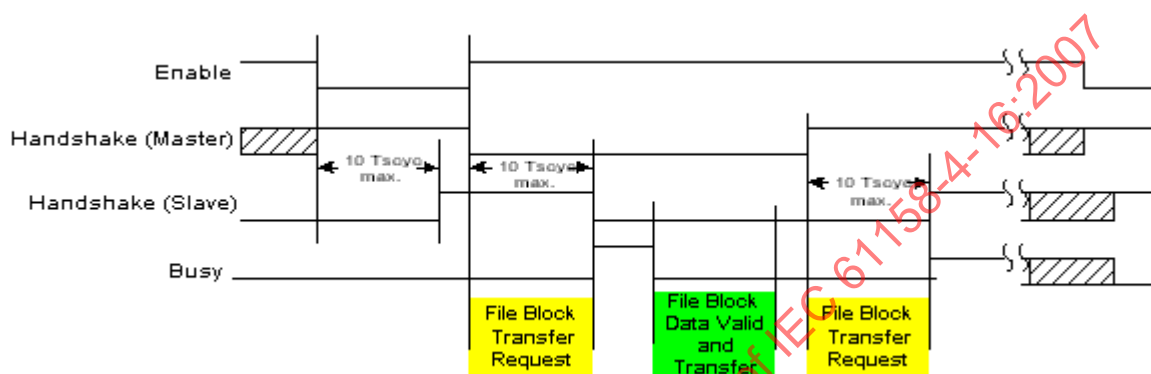
Tableau 31 – Index du bloc de fichier dans CP6

Bits	Valeur	Signification
31 - 16		Message d'erreur défini par l'utilisateur
15 - 3		(Réservé)
2		Erreur de type de fichier
	0	Absence d'erreur
	1	Le type de fichier n'est pas pris en charge
1		(Réservé)

Bits	Valeur	Signification
0		Erreur index de bloc de fichier
	0	Absence d'erreur
	1	Le numéro d'index du bloc de fichier est invalide

5.4.6.4 Poignée de main mot de commande U/D et mot d'état U/D dans CP6

La Figure 6 montre la relation fonctionnelle entre les bits Activation et Poignée de main U/D dans le MDT CP6 et entre le bit Occupé U/D et le bit Poignée de main U/D dans l'AT CP6.



Légende

Anglais	Français
Enable	Activation
Handshake (master)	Poignée de main (maître)
Handshake (slave)	Poignée de main (esclave)
Busy	Occupé
File block transfer request	Demande de transfert de bloc de fichier
File Block Data Valid and Transfer	Validation et transfert de données de bloc de fichier

Figure 6 – Synchronisation des bits U/D dans CP6

6 Procédés de gestion du réseau

6.1 Présentation

Les procédures de gestion DL sont fonctionnellement réalisées en réponse aux requêtes de service de gestion DL présentées par l'utilisateur DL et aux événements liés au réseau.

6.2 Activer et désactiver la communication cyclique

6.2.1 Introduction

Ce qu'on appelle passage à la phase supérieure est lancé dans l'appareil maître quand l'utilisateur DL présente une requête ICC (Initiate_cyclic_communication).

Une indication NCC (Notify_cyclic_communication) est générée dans l'appareil esclave pour l'utilisateur DL si le passage à la phase supérieure s'est terminé avec succès.

Ce qu'on appelle passage à la phase inférieure est lancé dans l'appareil maître quand l'utilisateur DL présente une requête DCC (Disable_cyclic_communication).

Une indication NCCD (Notify_cyclic_communication_disabled) est générée dans l'appareil esclave pour l'utilisateur DL si la communication cyclique a été désactivée.

Une indication NER (Notify_error) est générée pour l'utilisateur DL dans un appareil maître et un appareil esclave si une erreur a lieu au cours de la communication cyclique.

6.2.2 Phases de communication (CP)

6.2.2.1 Introduction

L'initialisation doit être divisée en cinq phases de communication (CP):

- l'initialisation du réseau doit toujours commencer par la phase CP0,
- CP0 et CP1 doivent servir à reconnaître les appareils participants,
- le déroulement et la structure des données des protocoles doivent être préparés à la phase CP2 pour un fonctionnement normal,
- la station de synchronisation et la transmission cyclique des données doivent être opérationnelles à la phase CP3,
- à la phase CP4, l'opération d'initialisation doit être réalisée et le réseau doit fonctionner normalement. La phase CP4 doit être comparable à la phase CP3 pour ce qui est de la communication mais il faut y transmettre des données valides spécifiques à l'application.

Il doit aussi être possible d'accéder à la phase CP0 à partir de toute phase de niveau supérieur. Il ne doit pas être possible d'accéder à d'autres phases sauf en quittant celle qui précède dans l'ordre ascendant.

Le maître doit lancer une CP spécifique en renseignant l'octet INFO du MST (voir 5.2). Les esclaves doivent agir en conséquence. Les esclaves ne doivent passer en phase CP0 qu'en cas d'erreur de communication.

6.2.2.2 Phase de communication 0 (CP0)

6.2.2.2.1 Généralités

Après que tous les esclaves ont été établis dans le réseau et que les vérifications internes se sont déroulées sans erreur, ils ne doivent fonctionner qu'en mode répéteur. Le maître doit envoyer des MST et contrôler que le destinataire les a bien reçus pour vérifier que le réseau est fermé.

Lors de la phase CP0, le maître ne doit envoyer que les MST. Les esclaves ne doivent envoyer aucun télégramme.

6.2.2.2.2 Quitter la phase CP0

Le maître doit attendre que son MST soit reçu. Dès que le maître a reçu ses propres MST en retour pendant au moins 10 cycles successifs, ce qui indique que le réseau est fermé et que tous les esclaves du réseau sont en mode répéteur, le maître doit lancer la phase CP1.

Si cette opération ne peut pas être terminée dans le délai défini par le maître, celui-ci doit rester en phase CP0 et produire un message. La teneur du message et le moment auquel il doit être activé dépendent de l'unité de commande.

Si la phase CP0 est lancée en réponse à une erreur de communication antérieure, on peut avoir recours à une routine du maître pour lancer une routine automatique de progression à la

phase CP2 pendant laquelle des diagnostics d'erreurs sont possibles, comme le spécifie le fabricant ou en fonction de la configuration.

6.2.2.3 Phase de communication 1 (CP1)

Pendant la phase CP1, les échanges de données pendant un cycle ne doivent être possibles qu'entre le maître et un des appareils. La phase CP1 doit servir à reconnaître les appareils qui sont connectés au réseau. Pour y parvenir, le maître doit s'adresser spécifiquement à chaque appareil à l'aide de l'adresse d'appareil. L'appareil doit répondre à un MDT qui lui est adressé en envoyant un AT au cours du cycle suivant.

Les adresses requises doivent pouvoir être enregistrées dans d'unité de commande pour vérifier que tous les appareils sont présents comme l'exige la configuration. Il doit aussi être possible de trouver tous les appareils du réseau en appelant toutes les adresses d'appareils autorisés et en attendant leur réponse. Le maître peut comparer les adresses des appareils détectés aux adresses des appareils qu'il s'attend à trouver et évaluer ensuite les différences (par exemple pour produire un message d'erreur).

L'adresse XX = 0 ne doit pas être utilisée pour la demande. Les appareils qui ne font pas partie de la communication doivent utiliser cette adresse pour leur servir d'adresse (voir 5.1.3). Les appareils qui ne sont pas adressés à la phase CP1 et dont l'adresse n'est pas 0 doivent se comporter comme des appareils dont l'adresse est 0. Aucun appareil ne doit réagir au cours de la phase CP1 quand l'adresse 0 ou 255 est demandée.

6.2.2.4 Succession des opérations à la phase 1 (CP1)

6.2.2.4.1 Généralités

Au début de la phase CP1, il n'est pas certain que l'esclave physique soit prêt à recevoir le MDT. Il peut arriver que le répéteur d'un esclave fonctionne (le réseau est fermé) mais que les routines de démarrage soient toujours en cours de réalisation interne. Il peut donc être nécessaire de demander plusieurs fois l'adresse d'un appareil donné. Le maître doit commencer par l'adresse la plus basse du réseau ou utiliser une autre stratégie, en fonction de la configuration, et doit attendre une réponse durant la temporisation HS (voir 9.3).

Le maître doit répéter cette requête jusqu'à ce que l'appareil adressé envoie un accusé de réception ou jusqu'à la temporisation HS. Si un appareil ne répond pas, il est recommandé de recommencer l'adressage après avoir attendu un certain temps.

6.2.2.4.2 Quitter la phase CP1

Après que le maître a identifié les appareils du réseau et qu'il n'y a pas eu d'erreur, il faut utiliser le champ MST INFO pour lancer la phase CP2.

Si le délai d'identification des appareils est dépassé ou que des différences ont été détectées par rapport aux adresses enregistrées des appareils, il ne faut pas continuer l'initialisation. L'unité de commande doit évaluer les différences (par exemple produire un message d'erreur).

6.2.2.5 Phase de communication 2 (CP2)

6.2.2.5.1 Généralités

Pendant la phase CP2, les appareils doivent être adressés spécifiquement par leur adresse. Pendant la phase CP2 et les phases de niveau plus élevé, ils doivent assurer la fonctionnalité complète de canal de service.

Il faut transmettre aux appareils au moins les moments où commencer à transmettre les paramètres de communication, les intervalles de temps de transfert nécessaires aux phases CP3 et CP4 et les paramètres destinés à déterminer la longueur et le contenu du MDT et des

AT. L'esclave indique dans une "liste IDN de données d'exploitation pour CP2" quelles doivent être les données transférées au cours de la phase CP2 (voir S-0-0018).

Tout l'échange d'informations doit avoir lieu par les mécanismes du canal de service. La fiabilité de la transmission est garantie par les bits MHS et AHS ainsi que par la temporisation HS. D'autres échanges de paramètres peuvent avoir lieu aux phases CP2 ou CP3. Aucun appareil ne doit réagir à la phase CP2 si les adresses 0 ou 255 sont demandées.

6.2.2.5.2 Quitter la phase CP2

Le passage de CP2 à CP3 doit avoir lieu d'après la procédure suivante:

- a) Le maître doit activer la commande de procédure "CP3 transition check" comme le définit S-0-0127.
- b) L'esclave doit ensuite déterminer la validité des paramètres pour la phase CP3.
- c) L'esclave doit accuser positivement réception de la commande de procédure (par exemple "La commande de procédure a été exécutée correctement").
- d) Après que la commande de procédure a fait l'objet d'un accusé de réception positif, le maître doit effacer la commande de procédure chez l'esclave.
- e) Le maître doit ensuite passer à la phase CP3.

Si l'esclave n'est pas encore prêt à passer à la phase suivante (par exemple si les paramètres nécessaires à la phase CP3 n'ont pas encore été entièrement calculés), l'esclave doit renseigner l'accusé de réception de commande de procédure par "commande de procédure pas encore exécutée".

S'il y a d'autres paramètres invalides après que la commande de procédure a été exécutée, l'esclave doit répondre par l'accusé de réception de commande de procédure "Erreur, impossible d'exécuter la commande de procédure". Dans ce cas, le maître doit rester en phase CP2 et, en fonction de ses possibilités, essayer d'établir de nouveau les paramètres qui ont été reconnus invalides ou d'envoyer un message d'erreur pour que l'initialisation puisse continuer en faisant intervenir un opérateur. Si une erreur a lieu, l'esclave doit enregistrer les IDN des données invalides dans la 'liste IDN des données d'exploitation invalides pour CP2' (voir S-0-0021).

Après que le maître a transmis à l'esclave d'autres paramètres (en fonction de S-0-0021) à la phase CP2, la commande de procédure "vérification de passage à CP3" doit être à nouveau activée.

La vérification par l'esclave de la validité des paramètres doit se référer uniquement à des critères généraux (par exemple minimum, maximum). Il ne doit pas reconnaître que tous les paramètres que le maître a transmis sont corrects pour ce qui est des données maître et de l'ensemble de l'installation. En d'autres termes, même si un esclave envoie un accusé de réception positif "vérification du passage à CP3", il peut y avoir des paramètres incorrects de communication pour ce qui est de l'ensemble de l'installation, ce qui peut provoquer une interruption de la communication.

Si le passage à la phase CP2 a eu lieu par une routine automatique de progression après une erreur, il faut d'abord corriger cette erreur avant qu'un passage à la phase CP3 puisse être effectué.

En fonction de la configuration, le maître peut aussi passer à la phase CP0 en cas d'erreur de communication ou d'intervention humaine (par exemple l'opérateur).

6.2.2.6 Phase de communication 3 (CP3)

6.2.2.6.1 Généralités

Il ne doit pas être nécessaire d'envoyer un AT au cours du premier cycle de la phase CP3.

En commençant à la phase CP3, l'échange de données doit avoir lieu par les télégrammes définis pour la phase CP4. Il faut aussi utiliser les intervalles de temps pour l'exploitation cyclique. Le MDT doit être envoyé avec l'adresse d'émission.

Au cours de la phase CP3, les paramètres destinés aux appareils doivent être renseignés au moyen du canal de service. L'esclave doit indiquer dans la "liste IDN de données d'exploitation pour CP3" quelles seront les données transférées au cours de la phase CP3 (voir S-0-0019). La fiabilité de la transmission pour le canal de service doit être garantie par les bits MHS et AHS ainsi que par la temporisation HS.

6.2.2.6.2 Quitter la phase CP3

Le passage de CP3 à CP4 doit avoir lieu d'après la procédure suivante.

- a) Le maître doit activer la commande de procédure "CP4 transition check" comme le définit S-0-0128.
- b) L'esclave doit ensuite déterminer la validité des paramètres pour la phase CP4.
- c) L'esclave doit ensuite réaliser le traitement des paramètres qui sont nécessaires au fonctionnement de l'esclave.
- d) L'esclave doit ensuite activer la synchronisation.
- e) Pour finir l'esclave doit accuser positivement réception de la commande de procédure (par exemple "la procédure de commande a été correctement exécutée").
- f) Après qu'il a reçu un accusé de réception positif de la commande de procédure, le maître doit effacer la commande de procédure chez l'esclave.
- g) Le maître doit ensuite passer à la phase CP4.

Si l'esclave n'est pas encore prêt à passer à la phase suivante (par exemple si les paramètres nécessaires au fonctionnement de l'esclave n'ont pas encore été entièrement calculés), l'esclave doit renseigner l'accusé de réception de commande de procédure: "commande de procédure pas encore exécutée".

S'il y a d'autres paramètres invalides après que la commande de procédure a été exécutée, l'esclave doit répondre par l'accusé de réception de commande de procédure "Erreur, impossible d'exécuter la commande de procédure". Dans ce cas, le maître doit rester en phase CP3 et, en fonction de ses possibilités, essayer d'établir de nouveau les paramètres qui ont été reconnus invalides ou envoyer un message d'erreur qui indique qu'une intervention humaine est nécessaire (par exemple un opérateur). Si une erreur a lieu, l'esclave doit enregistrer les IDN des données invalides dans la "liste IDN des données d'exploitation invalides pour CP3" (voir S-0-0022).

Après que le maître a transmis à l'esclave d'autres paramètres (en fonction de S-0-0022) à la phase CP3, la commande de procédure "vérification de passage à CP4" doit être à nouveau activée.

En fonction de la configuration, le maître peut aussi passer à la phase CP0 en cas d'erreur de communication ou d'intervention humaine (par exemple l'opérateur).

6.2.2.7 Phase de communication 4 (CP4) – fin de l'initialisation

6.2.2.7.1 Généralités

L'initialisation est terminée en passant à la phase CP4.

6.2.2.7.2 Quitter la phase de communication 4 (CP4)

La seule possibilité de quitter la phase CP4 doit être de revenir à la phase CP0. Cela peut être dû à des erreurs de communication ou à une intervention humaine (par exemple un opérateur). Tout esclave qui reconnaît la phase CP0 doit s'arrêter de lui-même du mieux possible. La méthode permettant d'arrêter les esclaves fait partie des profils d'application (par exemple CEI 61800-7-20x).

6.2.2.7.3 Passer à la phase de communication 0 (CP0)

Quand l'unité de commande passe de la phase de communication 3 ou 4 (CP3/4) à la phase de communication 0 (CP0), après ce passage, au cours de deux cycles de communication, le MST doit être envoyé en phase 0 par l'unité de commande. Si ce n'est pas le cas, les appareils doivent reconnaître la défaillance d'un MST à la phase CP3 ou CP4. Le premier MST du CP0 doit se trouver dans la trame de la durée du cycle de communication.

La Figure 7 montre les trois cas possibles ci-dessous.

- **Cas 1:** Si le maître réalise le changement au cours d'un cycle de communication et envoie un MST de phase 0 immédiatement et sans interruption, l'esclave ne constate pas de défaillance d'un MST et ne doit donc pas reconnaître d'erreur MST.
- **Cas 2:** Si le maître a besoin de plus de temps et réalise le changement au cours de deux cycles de communication, un MST manque avant que le maître cesse d'envoyer des MST de phase 0. L'esclave remarque la défaillance d'un MST mais ne doit pas reconnaître la défaillance de deux MST.
- **Cas 3 - Erreur:** Si le maître a besoin de plus de temps et réalise le changement au cours de ≥ 3 cycles de communication, ≥ 2 MST manquent avant que le maître cesse d'envoyer des MST de phase 0. L'esclave doit remarquer que deux MST manquent et produire un diagnostic d'erreur de classe 1.

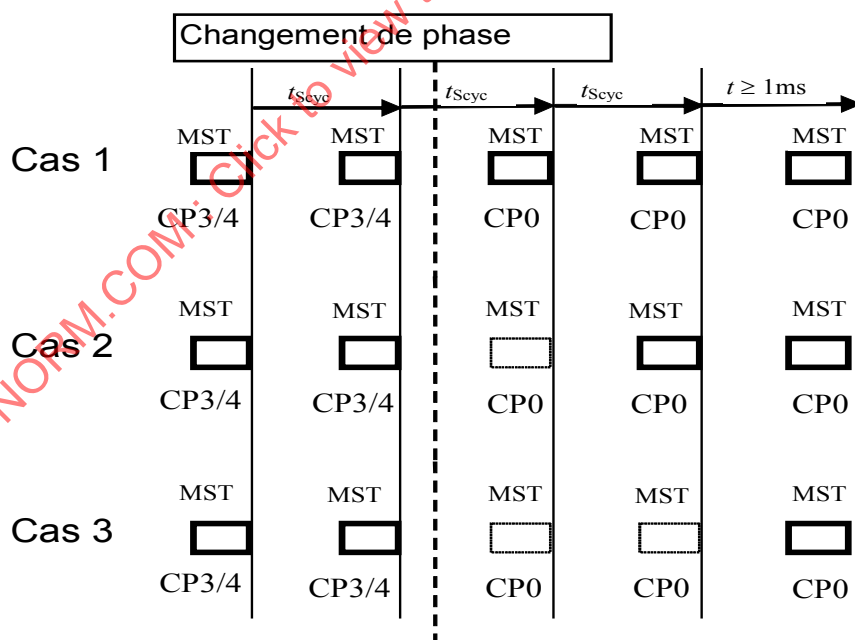


Figure 7 – Passage à la phase CP0

6.3 Transfert de fichier

Un réseau doit offrir des procédés spécifiques pour charger des fichiers vers un esclave et en provenance d'un esclave, comme le mentionne le présent paragraphe. Au cours de l'opération de téléchargement, un fichier de données binaires d'une longueur arbitraire doit être transféré du maître à l'esclave. Au cours du chargement, des données binaires doivent être récupérées de l'esclave.

La longueur du fichier, le contenu du fichier, la manière dont le fichier doit être utilisé et le lieu où doit se trouver le fichier dans l'espace mémoire de l'appareil ne font pas partie de la présente spécification. Un fichier peut comporter un en-tête qui définit la manière dont le fichier doit être utilisé (type de fichier, taille, emplacement, etc.). La spécification d'un en-tête est laissée à la discrétion du fabricant. Il en résulte que les fichiers ne sont pas forcément interchangeables entre des esclaves de fabricants différents.

Il faut utiliser deux phases de communication supplémentaires:

- la phase 5 (CP5) qu'on doit utiliser pour télécharger des fichiers et qui est caractérisée par un grand bloc de fichiers dans le MDT,
- la phase 6 (CP6) qu'on doit utiliser pour charger des fichiers et qui est caractérisée par un grand bloc de fichiers dans l'AT.

L'accès aux phases 5 et 6 doit se faire uniquement à partir de la phase CP0. La Figure 8 montre les passages autorisés entre les phases de communication. La phase de communication peut revenir à la phase CP0 à partir de n'importe quelle phase.

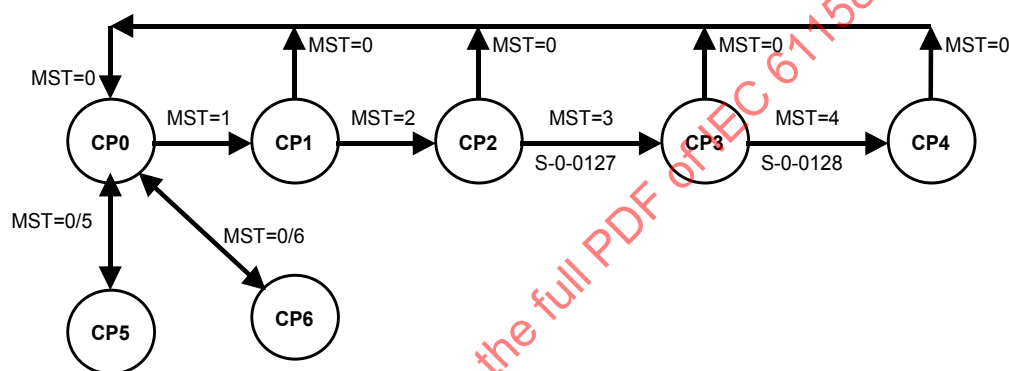


Figure 8 – Passages d'une phase à une autre

A la phase CP5, l'échange de données dans un des cycles ne doit être possible qu'entre le maître et un des esclaves. La phase CP5 doit servir à télécharger des fichiers à destination des esclaves. Pour y parvenir, le maître doit transmettre un MDT qui comporte une adresse spécifique d'esclave. L'esclave doit répondre en transmettant son état dans un AT. Le maître peut identifier un esclave en vérifiant le champ Adresse dans l'AT.

Les adresses $XX = 0$ et $XX = 255$ ne doivent pas être utilisées pour transmettre le MDT. Aucun esclave ne doit réagir à la phase CP5 si on utilise l'adresse 0 ou 255 lors de la transmission du MDT.

Quand on quitte la phase de communication 5 (passage de CP5 à CP0), il est prévu que certains esclaves ne soient pas en mesure de passer de CP0 à CP1 après le téléchargement CP5. Si tel est le cas, l'esclave doit signaler une erreur s'il essaie de passer de CP0 à CP1. Les manuels de fonctionnement de l'esclave doivent en outre détailler la procédure nécessaire pour remettre l'esclave en fonctionnement normal.

L'échange de données CP6 dans n'importe quel cycle doit seulement être possible entre le maître et un des esclaves. La phase CP6 doit être utilisée pour charger des fichiers en provenance des esclaves. Pour y parvenir, le maître doit transmettre un MDT qui comporte une adresse spécifique d'esclave. L'esclave doit répondre en transmettant son état dans un AT. Le maître peut identifier un esclave en vérifiant le champ Adresse dans l'AT.

Les adresses $XX = 0$ et $XX = 255$ ne doivent pas être utilisées pour transmettre le MDT. Aucun esclave ne doit réagir à la phase CP6 si on utilise l'adresse 0 ou 255 lors de la transmission du MDT.

6.4 Procédures d'état

Quand l'utilisateur du DL fait une requête `Get_Device_Status` (GDS) sur l'appareil maître, le mot d'état de l'appareil spécifié est renvoyé à l'utilisateur du DL.

Quand l'utilisateur du DL fait une requête `Set_Device_Status` (SDS) sur l'appareil maître, le mot de commande de l'appareil spécifié est renseigné.

Quand l'utilisateur du DL fait une requête `Get_Network_Status` (GNS) sur l'appareil maître, l'état du réseau est renvoyé à l'utilisateur du DL.

7 Procédés de transmission de données

7.1 Présentation

Les procédés de transmission de données sont les moyens grâce auxquels le DLE réalise ses fonctions et agit sur le comportement du protocole DL. Les procédés sont lancés, exécutés et terminés sous le contrôle des services appelés comme le spécifie le service DL de type 18.

7.2 SVC

7.2.1 Introduction

7.2.1.1 Manipulation du SVC

Un maître et un esclave échangent des données acycliques par une requête `Read` (RD) lancée par l'utilisateur du DL sur un appareil maître.

Un maître et un esclave échangent des données acycliques par une requête `Read` (RD) lancée par l'utilisateur du DL sur un appareil maître.

Outre la transmission cyclique des données, le Type 16 doit assurer la possibilité de transmettre des données non cycliques. Pour transmettre ces données, le champ `Device service INFO` doit être réservé au canal de service dans le MDT (voir 5.3.1.3) et dans l'AT (voir 5.4.1.3). Il faut utiliser des bits spéciaux de commande et d'état dans le mot de commande du MDT ou dans le mot d'état de l'AT pour commander l'exécution dans le canal de service. C'est pourquoi le maître doit être en mesure de gérer séparément un canal de service pour chaque appareil connecté.

Une transmission SVC doit permettre les opérations suivantes

- initialiser la communication de Type 16,
- transmettre tous les éléments d'un bloc de données,
- transmettre des commandes de procédure,
- changer sur demande les valeurs limite,
- changer sur demande les paramètres des boucles de commande,
- obtenir des messages détaillés d'état provenant d'un appareil,
- des fonctions de diagnostic.

Une transmission SVC doit toujours être lancée et commandée par le maître. Les opérations "read element" (lire un élément) ou "write element" (écrire un élément) doivent être considérées du point de vue du maître. Toutes les opérations doivent toujours se rapporter au dernier IDN transmis.

Le canal de service doit être lancé au cours de la phase CP1 et être fonctionnel pendant toutes les phases de communication ultérieures.

Le transport SVC des données d'exploitation ou d'une commande de procédure doit être réalisé par une manipulation prédéfinie et par une séquence de traitement (voir Figure 9 et Figure 10) relatives à des actions individuelles. Le maître doit suivre scrupuleusement le déroulement de ces graphiques.

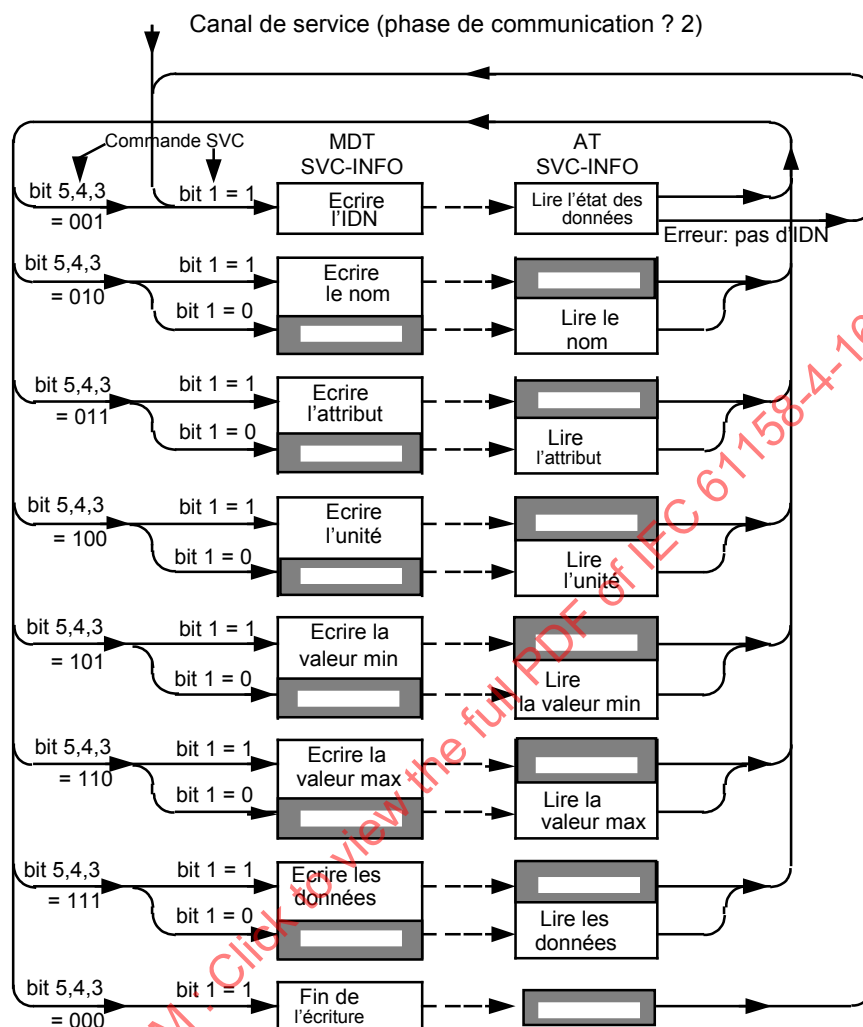


Figure 9 – Graphique Manipulation du canal de service

7.2.1.2 Sélectionner l'IDN

La transmission doit commencer par l'ouverture du canal de service en envoyant l'IDN du bloc de données (commande SVC, bits 5, 4, 3 = 001, élément 1). L'esclave doit répondre en écrivant l'IDN où figurent l'état des données ou l'accusé de réception de commande de procédure.

7.2.1.3 Sélectionner l'élément de bloc de données

Au cours de l'étape suivante, le maître doit indiquer quels sont les éléments du bloc de données à traiter. Le maître doit renseigner à cet effet les bits 5, 4 et 3 en fonction de la commande SVC.

7.2.1.4 Lecture/Écriture

Le maître doit ensuite indiquer dans le bit 1 si l'élément fait l'objet d'une lecture ou d'une écriture. Pendant l'écriture, le champ SVC INFO du MDT doit être renseigné par les données appropriées destinées à l'esclave (les contenus du champ AT SVC INFO sont invalides). Si

l'option sélectionnée est lecture, l'esclave doit insérer les données appropriées dans le champ SVC INFO de l'AT (les contenus du champ SVC INFO du MDT sont invalides).

7.2.1.5 Étapes de transmission

Plusieurs étapes doivent être réalisées en fonction de la longueur des éléments du bloc de données qui doivent être transmis et en fonction de la longueur du champ SVC INFO. Quatre octets de données doivent être transportés à chaque étape.

Le Tableau 32 représente les étapes nécessaires à chacun des éléments d'un bloc de données.

Tableau 32 – Liste des éléments des IDN et des numéros d'étape

Numéro de l'élément	Description	Exigence	Numéros des étapes	
1	IDN	Obligatoire	1	
2	Nom	Facultatif	1 à 16	
3	Attribut	Obligatoire	1	
4	Unité	Facultatif	1 à 4	
5	Valeur minimale d'entrée	Facultatif	1 ou 2	
6	Valeur maximale d'entrée	Facultatif	1 ou 2	
7	Données d'exploitation	Obligatoire	Longueur fixe	1 ou 2
			Longueur variable	1 à 16 384
Fermer le canal de service			1	

Le maître doit indiquer au bit 2 de la commande SVC qu'une transmission est en cours (bit 2 = 0) ou la transmission des quatre derniers octets (bit 2 = 1). Un transport qui ne comporte qu'une étape doit être immédiatement renseigné par le maître comme étant la dernière transmission (bit 2 = 1).

L'esclave ne doit exécuter les messages d'erreur "transmission d'élément trop courte" ou "transmission d'élément trop longue" que si la longueur de l'élément en cours de transmission ne coïncide pas avec l'état du bit 2 dans la commande SVC.

7.2.1.6 Fin de transmission

La transmission SVC des données d'exploitation ou d'une commande de procédure doivent se terminer par la transmission de l'IDN pour les données d'exploitation ou la commande de procédure suivantes.

7.2.1.7 Changer un élément de bloc de données

Il ne doit être possible de changer l'élément de bloc de données sans message d'erreur que si les bits suivants présentent l'état indiqué au Tableau 33.

Tableau 33 – Conditions pour modifier des éléments de bloc de données

Informations	Bit de commande SVC	Bit d'état SVC	Valeur du bit
Transmission en cours	Bit 2		0
Bits de poignée de main égaux	Bit 0	Bit 0	MHS = AHS

Informations	Bit de commande SVC	Bit d'état SVC	Valeur du bit
Occupé		Bit 1	0
SVC valide		Bit 3	1

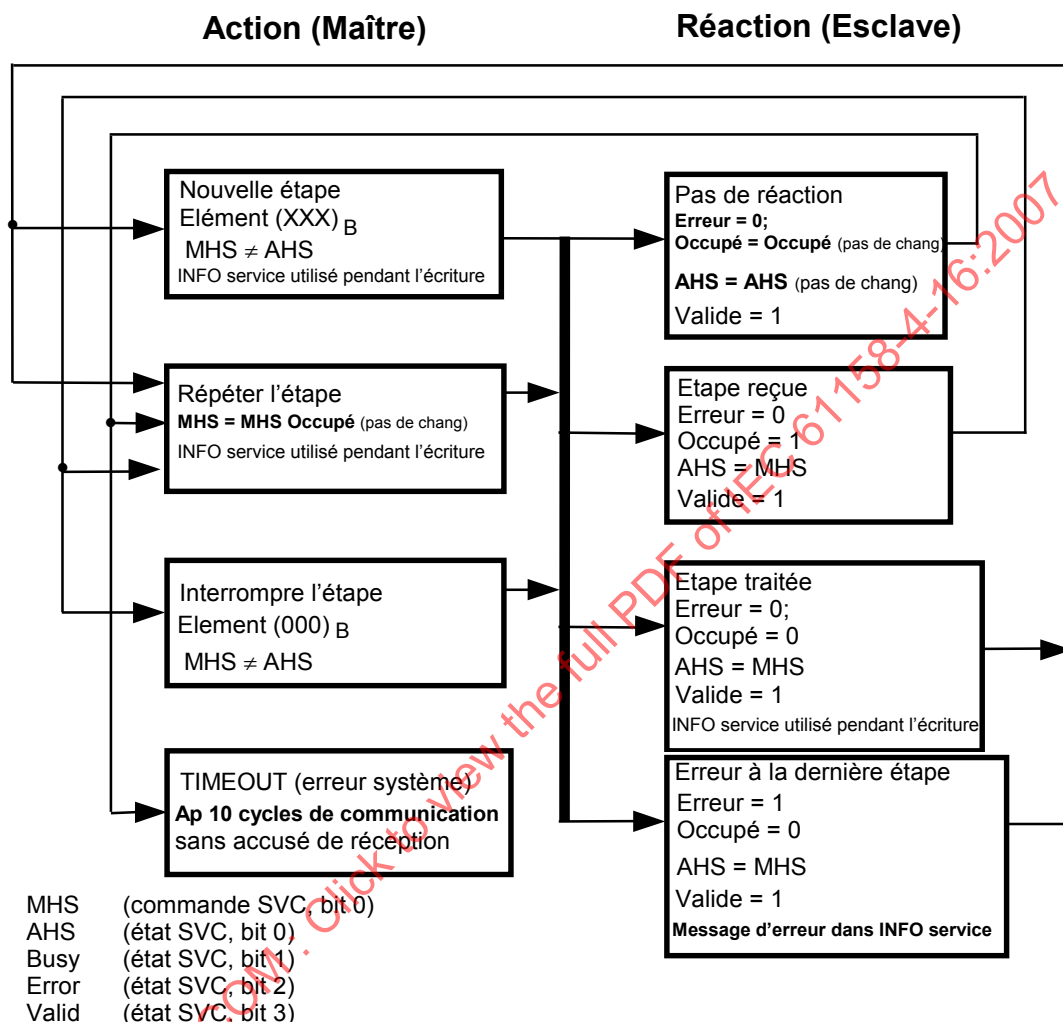


Figure 10 – Graphique Traitement des étapes de communication

7.2.1.8 SVC valide

L'esclave doit attribuer à "SVC valid" (état SVC, bit 3) la valeur 1 (valide) dès qu'il a fini de réaliser l'action demandée de canal de service. Il doit la remettre à 0 (non valide) s'il n'est pas en mesure d'exécuter la demande du maître (MHS ≠ AHS). Dans une topologie en anneau, l'esclave peut traiter les requêtes SVC soit sur le canal primaire soit sur le canal secondaire, en fonction de la configuration. Dans une topologie en ligne, l'esclave ne doit traiter les demandes SVC que sur un canal (primaire ou secondaire) ainsi que l'exige le maître.

Le maître doit évaluer la réponse SVC de l'esclave seulement s'il lit "SVC valid" (état SVC, bit 3). Il ne doit pas l'évaluer si "SVC valid" = 0 (invalide). Le maître doit examiner le SVC dans le canal primaire ou secondaire en fonction de la topologie.

La temporisation du SVC valide est identique à la temporisation HD (voir 7.2.1.9).

7.2.1.9 Bits Poignée de main

Pendant les transmissions SVC, le transport à chaque étape doit être garanti par deux bits Poignée de main de transport de service. Ceux-ci doivent correspondre aux bits 0 dans la commande SVC (MHS) et dans l'état SVC (AHS).

A chaque nouvelle étape au cours de la transmission, le maître doit modifier le bit MHS. En constatant que le bit MSH est modifié, l'esclave doit reconnaître qu'une nouvelle étape doit être exécutée. Après que l'esclave a reçu l'étape demandée et qu'il en a garanti le traitement, il doit prendre des mesures pour que son bit AHS soit égal au bit MHS. En comparant le bit MHS au bit AHS, le maître et l'esclave doivent toujours être capables de reconnaître l'état réel du transport pendant la transmission SVC. Voir Tableau 34.

Tableau 34 – Évaluation du canal SVC

Point de vue du maître	Bit AHS = bit MHS (SVC valide = 1)	L'étape a été reçue et garantie par l'esclave, l'esclave commence le traitement. Le maître doit attendre l'accusé de réception de traitement (occupé = 0, bit 1 dans l'état SVC)
	Bit AHS ≠ bit MHS ou SVC valide = 0	L'étape n'a pas encore été reçue ou garantie par l'esclave. Le maître doit répéter l'étape
Point de vue de l'esclave	Bit MHS = bit AHS	Le maître ne doit pas demander de nouvelle étape, l'esclave répète la dernière étape
	Bit du MSH maître ≠ bit du AHS esclave	Le maître demande une nouvelle étape

Les bits Poignée de main de transport de service doivent permettre aux esclaves et au maître d'insérer des "cycles d'attente" au cours de la transmission, par exemple:

- si plus d'un cycle est nécessaire pour recevoir ou transmettre une étape,
- si une nouvelle étape n'a pas été reconnue à cause d'une erreur au cours de la transmission,
- si le maître n'envoie pas de nouvelle étape à ce moment.

Pendant chaque "cycle d'attente", ni le maître ni l'esclave ne doit transmettre les données du cycle précédent de communication dans le champ SVC INFO.

Après 10 cycles de communication au maximum, le maître doit établir une condition "temporisation" si l'esclave n'informe pas de la bonne réception d'une étape en faisant correspondre son bit AHS ou si le bit valide est 0.

7.2.1.10 Bit Occupé

L'esclave doit être en mesure de commander toute transmission SVC par le bit Occupé. Le bit Occupé doit indiquer que l'esclave est en train de traiter l'étape demandée ou qu'il est en train de la terminer à ce moment. Le maître n'est pas autorisé à commencer l'étape suivante avant que l'esclave ait envoyé l'accusé de réception de traitement (bit Occupé = 0). Le bit Occupé doit permettre à l'esclave d'empêcher le maître d'envoyer les étapes à l'esclave trop rapidement.

Le type 19 ne spécifie aucun paramètre de "temporisation" pour l'accusé de réception de traitement (occupé) envoyé par l'esclave. Au bout d'un certain temps qui dépend de la configuration, le maître doit être en mesure d'interrompre une étape dont l'esclave n'a pas accusé réception en fermant le canal de service.

7.2.1.11 Transfert de liste par l'intermédiaire du canal de service

Grâce à cette fonction, l'unité de commande doit être en mesure de diviser le transport de paramètres dont la longueur variable est importante en plusieurs plus petites. Il doit aussi être

possible de ne transférer que certains éléments de la liste sans devoir transférer toute la liste. Il doit donc aussi être possible d'interrompre le transfert en cours pour envoyer des données antérieures par l'intermédiaire du canal de service. L'unité de commande doit ensuite être en mesure de reprendre le transfert antérieur à l'endroit exact où il a été interrompu. Quand il accède au segment de liste, l'esclave doit en vérifier la vraisemblance. En cas d'erreur, l'esclave doit signaler "adressage indirect invalide" (0x700B) par l'intermédiaire du canal de service. Cette fonctionnalité doit avoir recours aux paramètres indiqués au Tableau 35.

Tableau 35 – IDN destinés au transfert de listes

IDN	Description
S-0-0394	IDN de liste
S-0-0395	Index de liste
S-0-0396	Number of list members
S-0-0397	Segment de liste

7.2.2 Initialisation du canal de service

A l'étape CP1, chaque canal de service doit commencer en ayant l'état suivant:

- le bit MHS dans le MDT et le bit AHS dans l'AT doivent avoir la valeur 1,
- le SVC valide doit avoir la valeur 1. Tous les autres bits de la commande SVC ou de l'état SVC doivent avoir pour valeur 0,
- tous les bits des champs SVC INFO sont invalides.

Au début de la phase CP2, les champs SVC INFO dans le MDT et dans l'AT doivent devenir valides. Cela implique que le maître et un esclave chargé de plusieurs appareils doivent geler l'état du canal de service avant de passer d'un appareil à un autre. Quand le maître adresse de nouveau cet appareil à un moment ultérieur, cet état gelé doit être attribué au maître.

7.2.3 Commande de procédure: contrôle et accusé de réception

7.2.3.1 Généralités

Une fonction Commande de procédure doit toujours transmettre un contrôle de commande de procédure du maître à l'esclave et un accusé de réception de commande de procédure d'un esclave au maître. Le contrôle de commande de procédure doit être l'élément 7 du bloc de données (l'élément 7 est toujours représenté sous forme de liste de bits pour des commandes de procédure). Voir Tableau 36.

Le contrôle de commande de procédure doit permettre que les commandes de procédure soient

- établies,
- activées pour exécution,
- interrompues pendant l'exécution,
- annulées.

L'esclave doit accuser réception qu'une commande de procédure a été transmise par le maître par l'intermédiaire du canal de service et qu'elle comporte le bit AHS, le bit Occupé et SVC valide dans son état SVC.

Tableau 36 – Contrôle de commande de procédure

N° de bit	Valeur	Description
15-2		Réservé
1		
	0	Interrompre l'exécution de la commande de procédure
	1	Activer l'exécution de la commande de procédure
0		
	0	Annuler la commande de procédure
	1	Établir la commande de procédure

Quand commence l'initialisation (CP0), toutes les commandes de procédure à l'intérieur du maître doivent être désactivées, puis le contrôle de commande de procédure doit être mis à jour de manière appropriée à l'intérieur du maître.

L'accusé de réception de commande de procédure doit faire partie de l'état des données (voir Tableau 37).

Pour recevoir un accusé de réception de commande de procédure, le maître doit écrire l'IDN de la commande de procédure par l'intermédiaire du canal de service.

Quand il accuse réception d'une commande de procédure, l'esclave doit indiquer l'état réel de la commande de procédure comme l'indique le Tableau 37. Les bits 0 et 1 de l'accusé de réception de commande de procédure doivent être de simples copies du contrôle de commande de procédure et indiquer l'état réel de la commande de procédure.

Les commandes de procédure doivent être traitées dans l'esclave comme des données qui ne sont pas en temps réel.

Si le maître active une commande de procédure, plusieurs cycles de communication peuvent être nécessaires jusqu'à ce que l'esclave produise l'accusé de réception correspondant de commande de procédure. C'est pourquoi il est recommandé que le maître examine l'accusé de réception de procédure comme le montre le Tableau 37.

Tableau 37 – Accusé de réception de commande de procédure (état des données)

N° de bit	Valeur	Description
15-9		Réservé
8		
	0	Les données d'exploitation sont valides
	1	Les données d'exploitation sont invalides
7-4		Réservé
3		
	0	Pas d'erreur de commande de procédure
	1	Erreur, impossible d'exécuter la commande de procédure
2		
	0	La commande de procédure est correctement exécutée
	1	La commande de procédure n'a pas encore été exécutée

N° de bit	Valeur	Description
1		
	0	L'exécution de la commande de procédure est interrompue
	1	L'exécution de la commande de procédure est activée
0		
	0	La commande de procédure n'est pas encore établie
	1	La commande de procédure est établie

Au début de l'initialisation (CP0), toutes les commandes de procédure à l'intérieur de l'esclave doivent être désactivées, puis l'accusé de réception de commande de procédure doit être mis à jour de manière appropriée à l'intérieur de l'esclave.

7.2.3.2 Bit de changement de commande de procédure

Pour informer le maître que la fin d'une commande de procédure est en cours d'exécution dans l'esclave, un bit Changement de commande de procédure doit être réservé dans l'état de l'appareil (bit 5).

Le bit Changement de commande de procédure ne doit être établi que par les changements suivants dans l'accusé de réception de commande de procédure:

- la commande de procédure est correctement exécutée (accusé de réception positif, le bit 2 passe de 1 à 0);
- erreur, impossible d'exécuter la commande de procédure (accusé de réception négatif, le bit 3 passe de 0 à 1).

Le bit Changement de commande de procédure ne doit pas indiquer d'autre changement dans l'accusé de réception de commande de procédure (par exemple une interruption).

Le maître doit lire l'état des données en écrivant l'IDN de la commande de procédure et en vérifiant l'accusé de réception de commande de procédure qu'il contient. On constate ainsi si la commande de procédure a été exécutée de manière positive ou négative.

En cas d'accusé de réception négatif de la commande de procédure, il est recommandé que le maître lise le diagnostic (s'il le souhaite) avant que la commande de procédure ne soit annulée.

Si le maître annule une commande de procédure, cela doit aussi annuler toutes les conséquences de la commande de procédure sur le bit Changement de commande de procédure dans l'esclave. Si le maître a activé simultanément plusieurs commandes de procédure, tous les accusés de réception de commande de procédure qui en résultent doivent être vérifiés après avoir établi le bit Changement de commande de procédure pour savoir quelle est la commande de procédure qui a provoqué le changement.

La règle à suivre est que le maître doit annuler une commande de procédure après qu'elle a été traitée, qu'elle ait fait l'objet d'un accusé de réception positif ou négatif.

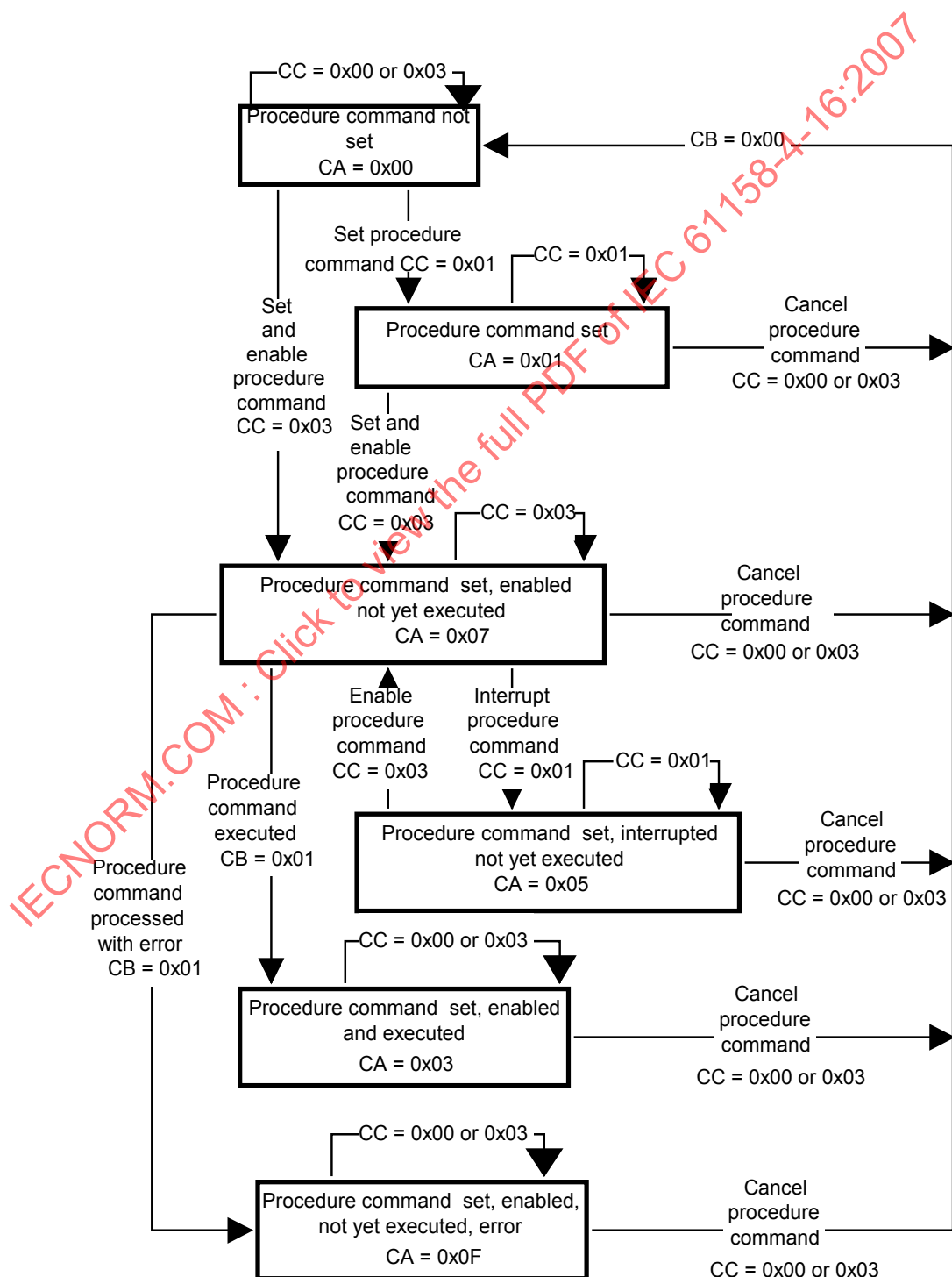
Une commande de procédure doit être annulée en attribuant la valeur 0 au bit 0 dans le contrôle de commande de procédure. Cela ne doit pas dépendre de l'état réel de l'exécution de la commande de procédure.

Le diagramme d'états (Figure 11) représente les changements autorisés d'état pour les commandes de procédure.

Pour le contrôle de commande de procédure (CC), seules les valeurs 0x00 à 0x03 doivent être attribuées. Si la valeur est invalide, l'esclave doit produire le message d'erreur "données invalides" dans le champ SVC INFO.

Un changement d'état en "commande de procédure non établie" (CA = 0x00) ne doit être possible qu'en annulant la commande de procédure.

Si plus d'une exécution de commande de procédure est active et que le "bit Changement de commande de procédure" est établi par plus d'une commande de procédure, ce bit doit être réinitialisé dans l'état de l'appareil quand toutes les commandes de procédure qui ont établi le bit ont été annulées.

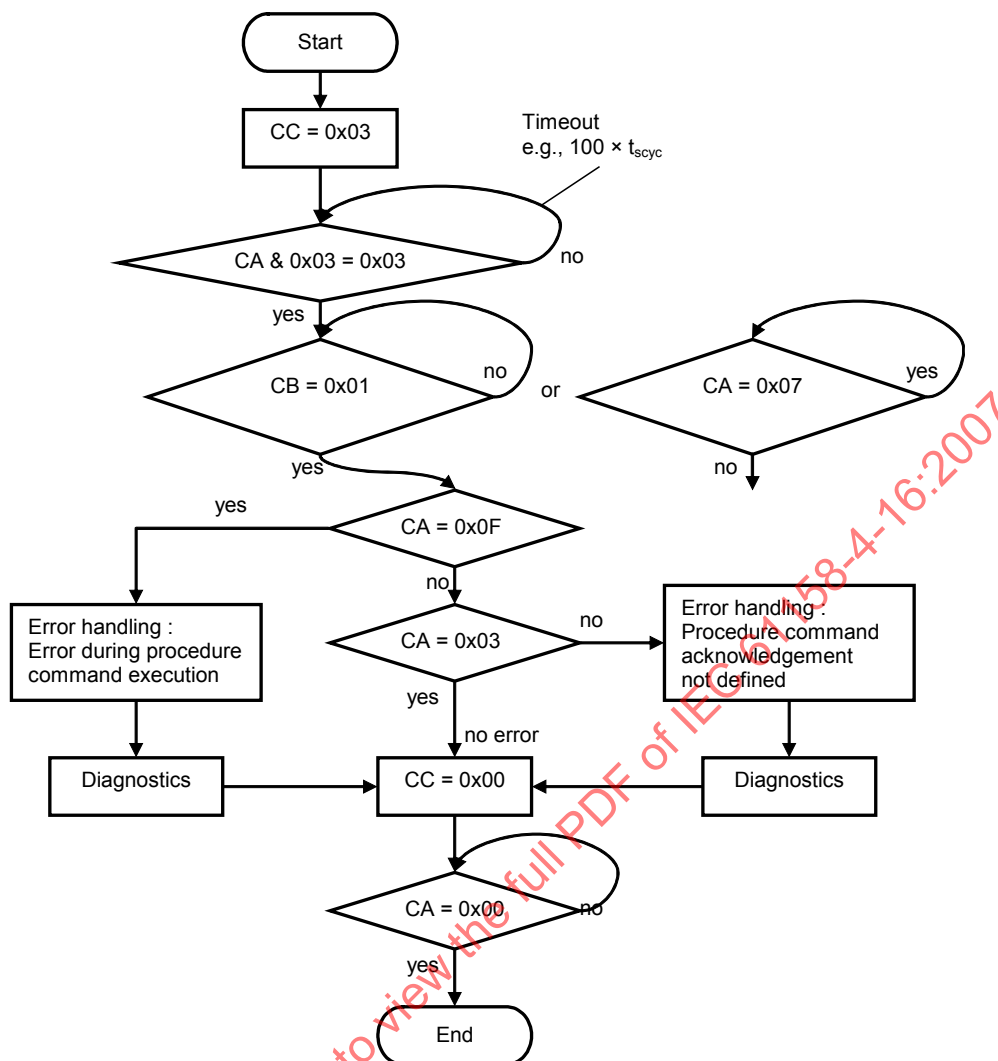


Légende

Anglais	Français
Procedure command not set	Commande de procédure non établie
Set procedure command	Établir la commande de procédure
Set and enable procedure command	Établir et activer la commande de procédure
Procedure command set	Commande de procédure établie
Cancel procedure command	Annuler la commande de procédure
Procedure command set, enabled not yet executed	Commande de procédure établie, activée mais non encore exécutée
Enable procedure command	Activer la commande de procédure
Interrupt procedure command	Interrompre la commande de procédure
Procedure command executed	Commande de procédure exécutée
Procedure command processed with error	Commande de procédure exécutée avec erreur
Procedure command set, enabled and executed	Commande de procédure établie, activée et exécutée
Procedure command set, enabled not yet executed, error	Commande de procédure établie, activée mais non encore exécutée, erreur

Figure 11 – Diagramme d'états pour exécuter une commande de procédure

La Figure 12 montre le traitement de la commande de procédure selon le déroulement que doit obtenir le maître.



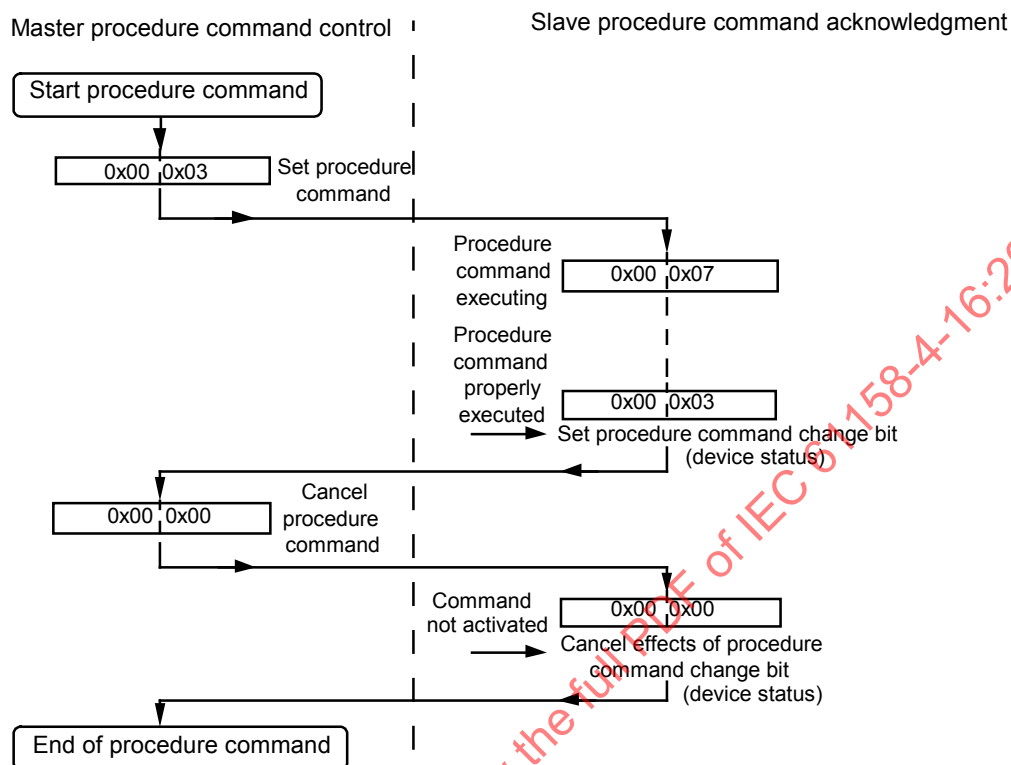
Légende

Anglais	Français
Timeout e. g. 100 x tscyc	Temporisation, p. ex. 100 x tscyc
Start	Début
yes	oui
no	non
or	ou
Error handling: error during [...]	Erreur de traitement: erreur pendant l'exécution de la commande de procédure
Error handling: procedure command [...]	Erreur de traitement: l'accusé de réception de commande de procédure n'est pas défini
No error	Pas d'erreur
Diagnostics	Diagnostic
End	Fin

Figure 12 – Interaction de la commande de procédure et de l'accusé de réception

7.2.3.3 Exécution de la commande de procédure

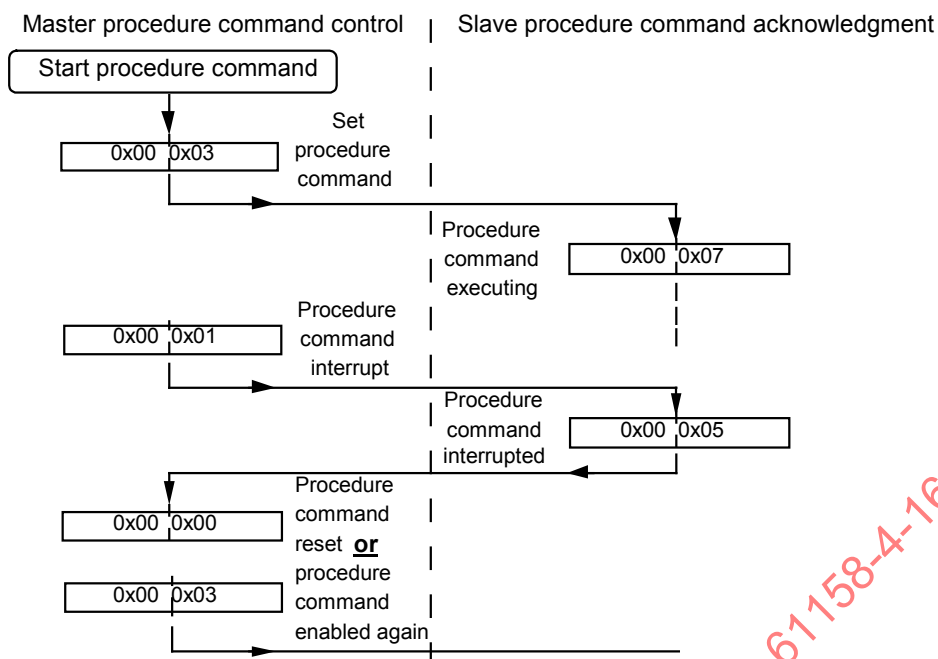
La Figure 13, la Figure 14 et la Figure 15 représentent les interactions entre le maître et l'esclave, y compris les exécutions de la commande de procédure avec ou sans interruption et les exécutions de la commande de procédure avec des messages d'erreur.



Légende

Anglais	Français
Master procedure command control	Contrôle de commande de procédure par le maître
Slave procedure command acknowledgment	Accusé de réception de commande de procédure par l'esclave
Start procedure command	Début de la commande de procédure
Set procedure command	Etablir la commande de procédure
Procedure command executing	Commande de procédure en cours d'exécution
Procedure command properly executed	Commande de procédure correctement exécutée
Set procedure command change bit (device status)	Établir le bit Changement de commande de procédure (état d'appareil)
Cancel procedure command	Annuler la commande de procédure
Command not activated	Commande non activée
Cancel effects of [...]	Annuler les conséquences du bit Changement de commande de procédure (état d'appareil)
End of procedure command	Fin de la commande de procédure

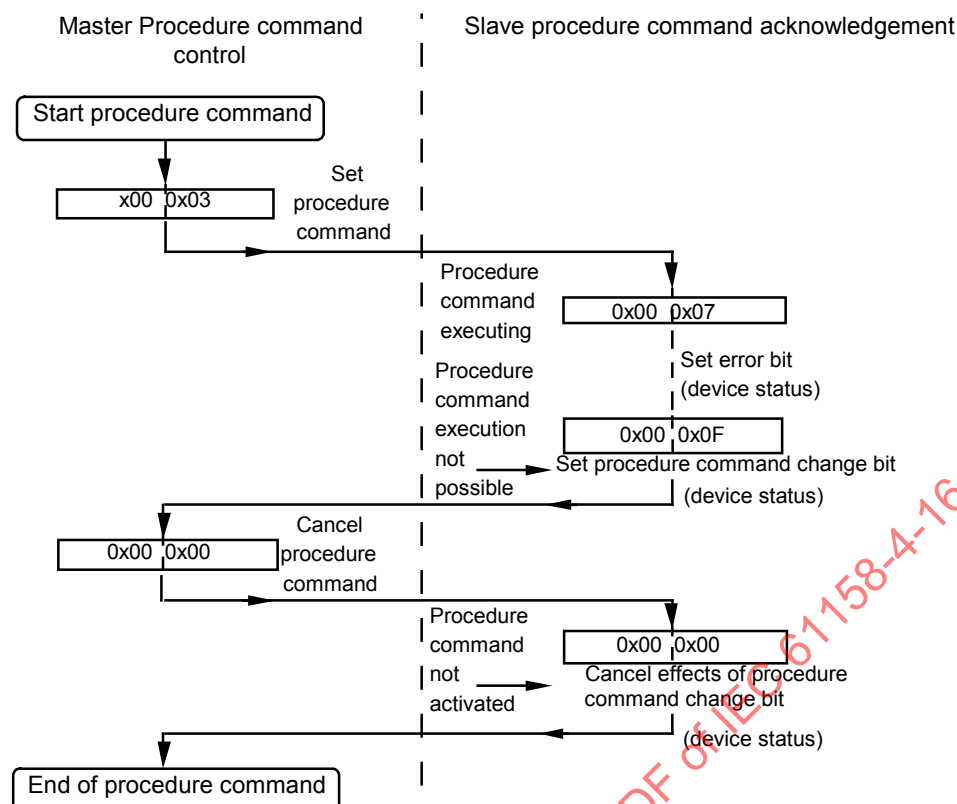
Figure 13 – Exécution d'une commande de procédure sans interruption



Légende

Anglais	Français
Master procedure command control	Contrôle de commande de procédure par le maître
Slave procedure command acknowledgment	Accusé de réception de commande de procédure par l'esclave
Start procedure command	Début de la commande de procédure
Set procedure command	Établir la commande de procédure
Procedure command executing	Commande de procédure en cours d'exécution
Procedure command interrupt	Interrompre la commande de procédure
Procedure command interrupted	Commande de procédure interrompue
Procedure command reset or procedure command enabled again	Commande de procédure remise à zéro ou commande de procédure de nouveau activée

Figure 14 – Exécution d'une commande de procédure avec interruption



Légende

Anglais	Français
Master procedure command control	Contrôle de commande de procédure par le maître
Slave procedure command acknowledgement	Accusé de réception de commande de procédure par l'esclave
Start procedure command	Début de la commande de procédure
Set procedure command	Établir la commande de procédure
Procedure command executing	Commande de procédure en cours d'exécution
Procedure command execution not possible	La commande de procédure n'est pas possible
Set error bit (device status)	Établir le bit d'erreur (état d'appareil)
Cancel procedure command	Annuler la commande de procédure
Procedure command not activated	Commande non activée
Cancel effects [...]	Annuler les conséquences du bit Changement de commande de procédure (état d'appareil)
End of procedure command	Fin de la commande de procédure

Figure 15 – Exécution d'une commande de procédure avec message d'erreur

7.2.3.4 Fonctions de la commande de procédure par l'intermédiaire du canal de service

Dans l'interface de Type 16, les fonctions de commande de procédure doivent pouvoir être transmises par l'intermédiaire du canal de service. On considère qu'une commande de procédure est un type spécial de données non cycliques qui, lorsqu'elles sont transmises par l'intermédiaire du canal de service, appellent des processus fonctionnels fixes à la fois chez

les esclaves et chez le maître. Ces opérations peuvent prendre un certain temps. C'est pourquoi une commande de procédure ne doit que lancer une opération fonctionnelle. Après qu'une commande de procédure a commencé sa fonction, le canal de service doit immédiatement redevenir disponible pour transmettre des données non cycliques ou pour des commandes de procédure supplémentaires.

Contrairement à la transmission de données non cycliques dont le traitement doit être terminé à la dernière étape transmise, la fin d'une commande de procédure pendant une exécution longue de commande de procédure doit être indiquée par le bit Changement de commande de procédure (bit 5 dans le mot d'état AT). Le maître doit aussi être en mesure d'interrompre une commande de procédure pendant son exécution qui n'est pas possible pour transmettre des données non cycliques.

Un IDN et un bloc de données approprié doivent avoir été assignés à chaque commande de procédure. Tous les éléments du bloc de données ne sont cependant pas définis et d'autres éléments ont une forme prédéfinie. Les commandes de procédure sont décrites en détail dans la CEI 61800-7-20x.

7.3 RTC

7.3.1 Introduction

Les données cycliques sont échangées entre tous les appareils dans un réseau de Type 16 à la phase de communication 4 en fonction de la configuration introduite par la requête `Initiate_cyclic_communication request` (voir 4.2).

7.3.2 Read_Cyclic (RDC)

Un utilisateur du DL lit les données cycliques en utilisant la requête `Read_Cyclic (RDC)`.

7.3.3 Write (WRC)

Un utilisateur du DL écrit des données cycliques en utilisant la requête `Write_Cyclic (WRC)`. Les données cycliques sont transmises au cours du cycle suivant de communication du réseau de Type 16.

7.3.4 Notify_Cyclic_Data (NCD)

Quand il reçoit un DLPDU de type MDT0-MST, le DL produit une indication `Notify_Cyclic_Data (NCD)` destinée à l'utilisateur du DL.

8 Gestion DL

8.1 Présentation

La transmission de bits de l'adresse et des champs Data doit suivre un ordre selon lequel le bit à poids faible est le premier (par exemple le premier bit du numéro d'ordre qui est transmis doit avoir pour poids 2^0). Si deux octets composent un mot de 16 bits ou si quatre octets forment un mot de 32 bits, le premier octet qui sera transmis doit toujours être celui dont la valeur en octets a le poids le plus faible.

S'il y a plusieurs données d'exploitation dans la partie configurable de l'enregistrement, le LSB de l'octet le plus faible des premières données d'exploitation doit être envoyé en premier.

La séquence contrôle de trame doit être transmise à la ligne qui commence par le bit dont le coefficient comporte le terme le plus élevé (X^{15}).

8.2 Accès du PhL

8.2.1 Introduction

On doit utiliser un contrôle d'accès au support synchrone et exempt d'erreur. Les télégrammes doivent être échangés au cours de cycles de communication fixes. Le maître doit commencer le cycle de communication strictement équidistant dont la durée de cycle de communication est t_{Scyc} , en transmettant le MST (télégramme de synchronisation maître).

Ce MST doit être transmis sous forme de télégramme d'émission à toutes les stations et parvenir en même temps à tous les esclaves, sans tenir compte du décalage temporel de l'anneau. Le MST est particulièrement court puisque son champ Data ne comporte que des informations sur l'état du réseau. Le contenu du champ Data doit rester constant pendant la même phase de communication pour que le bourrage de bits ne provoque pas de gigue à la fin du télégramme.

Le télégramme d'accusé de réception est appelé AT_m si m représente le numéro de l'intervalle de temps de transmission pour l'appareil associé XX ($m = 1, 2 \dots M$, M = le nombre d'appareils dans le réseau). L'intervalle de temps de transmission représente l'intervalle de temps au cours duquel un esclave peut transmettre un AT à partir d'un des appareils auxquels il est connecté. Le début de l'intervalle de temps de transmission du $m^{ième}$ AT doit suivre $t_{1,m}$ après la fin du MST. Cet intervalle de temps doit être enregistré par l'appareil (esclave) sous forme d'IDN (par exemple dans une mémoire variable d'esclave que le maître peut lire et dans laquelle il peut écrire).

La succession des intervalles de temps doit déterminer la synchronisation des AT qui doit être indépendante de l'ordre physique dans l'anneau ainsi que de l'adresse définie de l'appareil. Le maître doit être le destinataire des AT. Les unités esclaves qui se trouvent entre le maître et l'esclave transmetteur doivent transmettre les télégrammes à l'aide de leur fonction de répéteur.

Le MDT doit être envoyé à l'instant t_2 après la fin du AST après que tous les AT ont été envoyés pendant un cycle de communication. Tous les appareils doivent être destinataires du MDT. Le cycle suivant doit commencer par transmettre le MST suivant.

A partir de ce moment, le BOF – début de trame – (télégramme) doit être le signal repère qui marque le 0 binaire principal du délimiteur d'ouverture. De même, le EOF – fin de trame – (télégramme) doit être le signal repère qui marque le dernier 0 binaire du délimiteur de fermeture.

8.2.2 Durées de cycle

La durée de cycle de la communication, t_{Scyc} , doit prendre une des valeurs suivantes:

$$t_{Scyc} = 62,5 \mu s, 125 \mu s, 250 \mu s \text{ à } 65 \text{ ms (incréments de } 250 \mu s).$$

Cette durée de cycle peut comporter une certaine gigue. On appelle gigue des écarts par rapport à la valeur t_{Scyc} qui représente la distance entre la fin de deux MST. J_{tScyc} est déterminée comme l'indique le Tableau 38.

Tableau 38 – Gigue autorisée

MST de la gigue	2 Mbit/s et 4 Mbit/s	8 Mbit/s et 16 Mbit/s
J_{tscyc}	$\min \{5 \mu s; 0,005 \times t_{Scyc}\} + 4 \times t_{BIT}$	1 μs

C'est pourquoi l'intervalle temporel réel entre la fin d'un MST et la fin du MST $j^{ième}$ suivant doit avoir pour valeur minimale

$$j \times t_{Scyc} \times 0,9999 \times Jt_{Scyc} \quad (j = 1, 2, 3, \dots)$$

et pour valeur maximale

$$j \times t_{Scyc} \times 1,0001 \times Jt_{Scyc} \quad (j = 1, 2, 3, \dots)$$

NOTE j est un entier ordinaire, il n'a rien à voir avec une abréviation.

Les facteurs 0,999 9 ou 1,000 1 prennent en compte l'écart de la durée de cycle de communication t_{Scyc} , par comparaison à la précision des oscillateurs à cristal habituels ($\pm 10^{-4}$). Notez que la gigue ne doit pas s'ajouter sur plusieurs périodes (c'est-à-dire que la valeur moyenne doit être zéro).

8.2.3 Accès au support

8.2.3.1 Généralités

La Figure 16 montre l'accès au support pendant les phases CP3 et CP4 (opération cyclique). L'accès au support pendant les phases CP0 à CP2 utilisées lors de l'initialisation est indiqué par les paragraphes suivants.

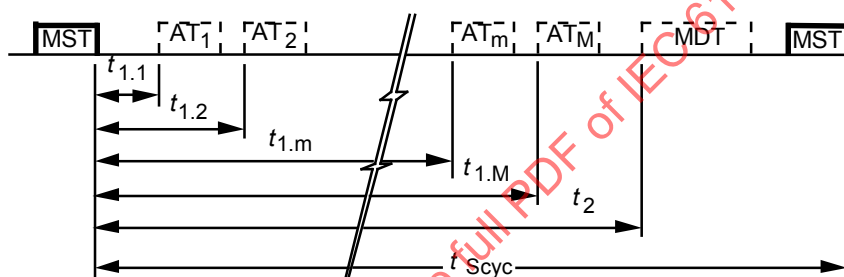


Figure 16 – Accès au support de transfert

L'accès au support est spécifié par les paramètres temporels qui doivent respecter des limites spécifiques. Certaines durées peuvent avoir une certaine quantité de gigue.

8.2.3.2 Graphique de synchronisation pour la phase CP0

Au cours de la phase CP0, le maître ne doit envoyer que les MST et le signal de remplissage (voir CEI 61158-2, 30.3.2.2).

La durée du cycle de communication doit être préalablement établie par le maître, à $t_{Scyc} \geq 1$ ms (voir Figure 17).

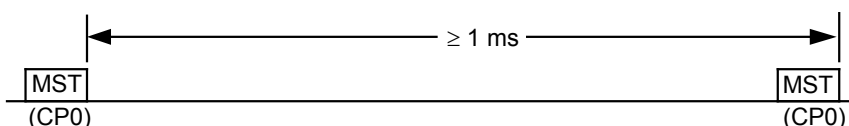


Figure 17 – Graphique de synchronisation pour la phase CP0

8.2.3.3 Graphique de synchronisation pour les phases CP1 et CP2

La durée du cycle de communication doit être préalablement établie par le maître, à $t_{Scyc} \geq 1$ ms. Le moment où commence la transmission du télégramme pendant les phases CP1 et CP2 est représenté à la Figure 18.

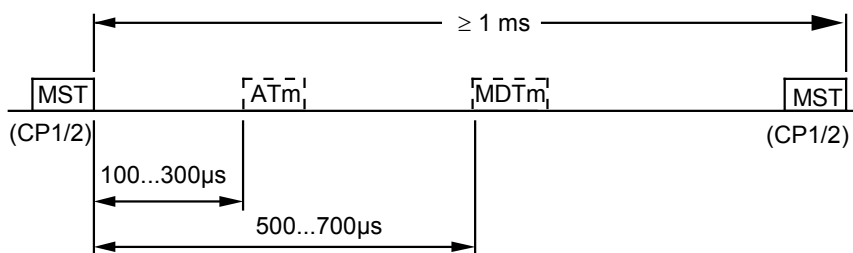


Figure 18 – Moment où commence la transmission de télégrammes aux phases CP1 et CP2

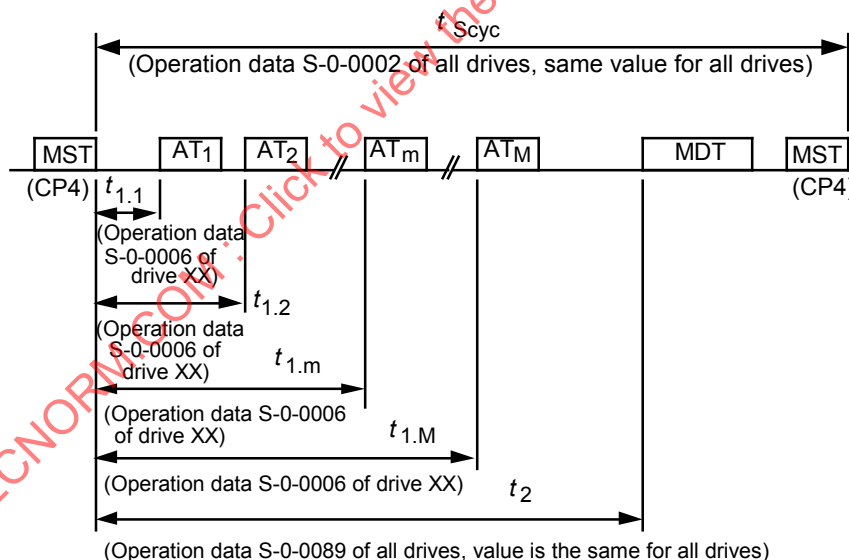
Un esclave ne doit envoyer un AT que si le MDT qui a été reçu avant le dernier MST avait pour destinataire sa propre adresse.

8.2.3.4 Graphique de synchronisation pour la phase CP3

Le moment où commence la transmission du télégramme est spécifié par les paramètres qui doivent avoir été transmis pendant la phase CP2 et correspondre aux intervalles de temps pour un fonctionnement cyclique.

8.2.3.5 Graphique de synchronisation pour la phase CP4

Pendant le fonctionnement cyclique, tous les télégrammes doivent être transmis à des intervalles de temps prédéfinis. La synchronisation doit avoir lieu en se référant à la fin du MST. La synchronisation appropriée doit être établie au cours de la phase CP2 pour chaque appareil.



Légende

Anglais	Français
Operation data S-0-0002 [...] all drives	(Données d'exploitation S-0-0002 pour tous les entraînements, valeur identique pour tous les entraînements)
Operation data [...] of drive XX	Données d'exploitation S-0-0006 de l'entraînement XX
Operation data S-0-0089 [...] all drives	(Données d'exploitation S-0-0089 de tous les entraînements, la valeur est identique pour tous les entraînements)

Figure 19 – Graphique de synchronisation pour le fonctionnement cyclique

Au cours de la phase d'initialisation, le maître doit demander aux esclaves certains paramètres temporels (voir 8.2.4). Avec ces informations, on peut calculer comment distribuer sans collision les intervalles de temps de transmission pour les télégrammes pendant les cycles de communication.

Le maître doit faire en sorte de transmettre le moment de début de transmission AT, $t_{1.m}$, pour tous les appareils connectés à chaque esclave ainsi que le moment de début de transmission du MDT t_2 . On définit plus loin ces moments du début des intervalles de temps de transmission pour les télégrammes. La gigue a été comprise dans $t_{1.m}$ et t_2 :

- t_2 – Moment de début de transmission du MDT: c'est l'intervalle nominal entre la fin du MST et le début du MDT pendant les phases CP3 et CP4. Le maître doit enregistrer cet intervalle de temps dans un IDN à l'intérieur des appareils.
- J_{t2} – Gigue à t_2 : c'est l'écart maximal du début du MDT. C'est l'écart autorisé de l'intervalle de temps t_2 . J_{t2} est déterminé comme le montre le Tableau 39.

Tableau 39 – Gigue à t_2

MDT de gigue	2 Mbit/s et 4 Mbit/s	8 Mbit/s et 16 Mbit/s
J_{t2}	$\min. \{5 \mu s; 0,005 \times t_{Scyc}\} + 4 \times t_{BIT}$	$1 \mu s$

L'intervalle de temps réel entre la fin d'un MST et le début d'un MDT doit être compris entre $t_2 - J_{t2}$ et $t_2 + J_{t2}$.

- t_1 – Moment de début de transmission AT: c'est l'intervalle de temps nominal entre la fin du MST et le début de l'AT. Chaque appareil doit avoir son propre $t_{1.m}$. Ce paramètre doit avoir été défini par le maître et enregistré dans l'appareil correspondant sous forme d'IDN.
- J_{t1} – Gigue à t_1 : c'est l'écart maximal du début de l'AT. C'est l'écart autorisé de l'intervalle de temps t_1 . J_{t1} est défini comme le montre le Tableau 40:

Tableau 40 – Gigue à t_1

AT de gigue	2 Mbit/s et 4 Mbit/s	8 Mbit/s et 16 Mbit/s
J_{t1}	$\min. \{5 \mu s; 0,005 \times t_{Scyc}\} + 4 \times t_{BIT}$	$1 \mu s$

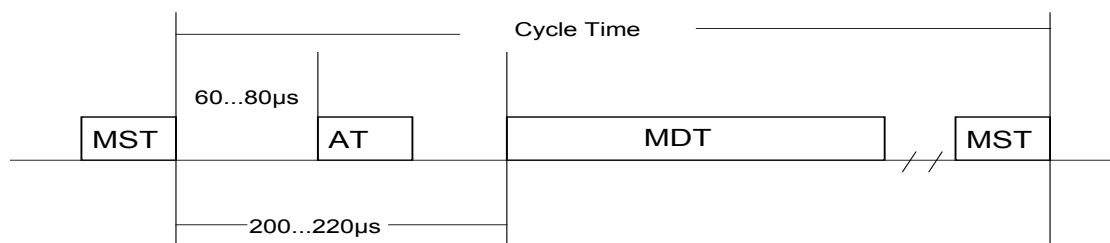
L'intervalle de temps réel entre la fin d'un MST et le début d'un AT_m doit être compris entre $t_{1.m} - J_{t1}$ et $t_{1.m} + J_{t1}$.

La Figure 16 montre les moments où commencent les intervalles de temps de transmission.

8.2.3.6 Graphique de synchronisation pour CP5

La durée du cycle de communication est préalablement établie par le maître pour que $t_{Scyc} \geq 1\,000 \mu s$. Le moment où commencent la transmission du télégramme pendant la phase CP5 est représenté à la Figure 20.

Pour assurer une durée suffisante à la transmission des données, il est nécessaire d'avoir recours à des moments de début de transmission de télégramme différents des moments du début de télégramme à la phase CP1.



Légende

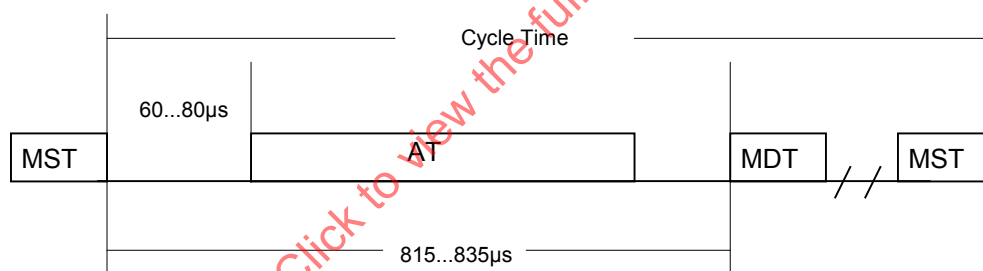
Anglais	Français
cycle time	Durée du cycle

Figure 20 – Durée de transmission d'un télégramme à la phase CP5

8.2.3.7 Graphique de synchronisation pour la phase CP6

La durée du cycle de communication doit être préalablement établie par le maître pour que $t_{Scyc} \geq 1000 \mu s$. Le moment où commence la transmission du télégramme pendant la CP6 est représenté à la Figure 21.

Pour assurer une durée suffisante à la transmission des données, il est nécessaire d'avoir recours à des moments de début de transmission de télégramme différents des moments du début de télégramme à la phase CP1.



Légende

Anglais	Français
cycle time	Durée du cycle

Figure 21 – Durée de transmission d'un télégramme à la phase CP6

8.2.4 Paramètres temporels

Les paramètres temporels suivants sont des valeurs caractéristiques des esclaves. Le maître doit les demander à chaque esclave au cours de l'initialisation, sauf les valeurs de t_{ATRP} et t_{RPAT} .

- t_{1min} – Plus petit moment de début de transmission AT. $t_{1min.m}$ doit être la durée minimale après le MST après laquelle l'appareil dont l'enregistrement de données est XX peut transmettre son AT. Ce paramètre doit être enregistré dans tous les appareils sous forme d'IDN.
- t_{ATRP} – Durée de transition maximale pour qu'un esclave passe de la transmission de l'AT à la fonction répéteur. Cet intervalle de temps ne doit pas dépasser $4 \times t_{BIT}$.
- t_{RPAT} – Durée de transition maximale pour qu'un esclave passe de la fonction répéteur à la transmission d'AT. Cet intervalle de temps ne doit pas dépasser $2 \times t_{BIT}$.

- $t_{ATMT.M}$ – Durée de transition transmission-réception dans l'appareil M (ADR XX) pour passer de la transmission d'un AT à l'état Prêt à recevoir le MDT. Ce paramètre doit être enregistré dans tous les appareils sous forme d'IDN.
- $t_{MTSY.K}$ – Délai de rétablissement réception-réception qui est nécessaire à chaque esclave qui reçoit un enregistrement de données K pour être prêt à recevoir le MST à la fin du MDT. Ce paramètre doit être enregistré dans tous les appareils sous forme d'IDN.
- t_{ATAT} – Délai de rétablissement transmission-transmission qui est nécessaire à chaque esclave comportant plusieurs appareils pour transmettre un autre télégramme d'accusé de réception après la fin d'un télégramme d'accusé de réception. La durée réelle peut être inférieure à J_{t1} . Ce paramètre doit être enregistré sous forme d'IDN dans tous les appareils qui font partie du même esclave. Sinon cet IDN ne doit pas être disponible.

Les paramètres suivants doivent déterminer l'écart minimal à respecter entre la fin d'un AT et le télégramme suivant:

- t_{ATRP} , lorsqu'un autre AT suit l'AT en cours qui n'est pas envoyé par le même esclave;
- t_{ATAT} , lorsqu'un autre AT suit l'AT en cours qui est envoyé par le même esclave;
- t_{ATMT} , lorsque le MDT suit l'AT.

Ces paramètres temporels sont représentés à la Figure 22.

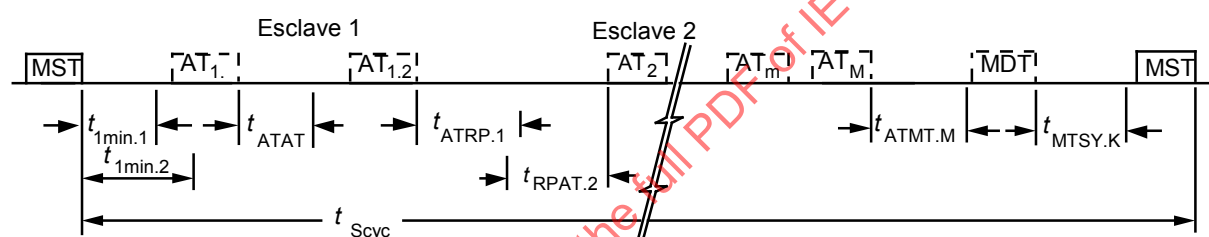


Figure 22 – Intervalle de temps requis entre les télégrammes

9 Traitement et contrôle des erreurs

9.1 Télégrammes invalides

Un télégramme doit être invalide s'il se produit une des erreurs suivantes ou une combinaison de ces erreurs:

- le début et la fin du télégramme ne sont pas correctement limités par des délimiteurs;
- si la séquence de bits qui contiennent les délimiteurs ne correspond pas à la longueur définie au cours de l'initialisation (par exemple inférieure à 32 bits);
- le contrôle CRC n'est pas correct;
- le télégramme n'arrive pas dans les limites définies de tolérance temporelle.

Un MST doit en outre être invalide si l'octet INFO n'indique pas une phase valide de communication.

Le destinataire doit ignorer les télégrammes invalides.

Le destinataire doit ignorer les télégrammes qui finissent par sept 1 binaires séquentiels ou plus au lieu du délimiteur défini.

9.2 Réponse au défaut de télégramme MDT et AT

Si un télégramme fait défaut, le maître et l'esclave doivent répondre de la manière suivante:

- a) la synchronisation de l'interface doit être conservée;
- b) plusieurs compteurs (internes) doivent être incrémentés pour les télégrammes qui manquent.

Par ailleurs, un esclave ne doit pas envoyer son AT s'il n'a pas reçu le MST au cours du cycle précédent.

Le profil d'application peut spécifier une réponse supplémentaire (par exemple à partir des dernières valeurs de commande correctes, un système d'appareils de puissance doit calculer des valeurs internes de commande pour remplacer le télégramme qui manque comme le spécifie la CEI 61800-7-3, Annexe D).

Le Tableau 41 montre les schémas d'erreurs de toutes les phases de communication si deux MST successifs sont défectueux.

Tableau 41 – Perte ou défaut de télégramme de synchronisation maître (MST)

CP	Réaction dans le maître	Réaction dans l'esclave
0	Le maître enregistre que le réseau est ouvert. Le réseau n'est fermé qu'après que le maître a reçu un nombre défini de MST successifs sans erreur. C'est là la condition préalable pour fonctionner en phase CP1	Aucun
1	Aucun. A partir de CP1, le maître ne soumet plus le MST à un contrôle	Aucun
2	Aucun	Aucun
3	Aucun	L'esclave revient automatiquement à CP0 et attend le MST de CP0. L'appareil règle le "bit d'erreur de communication" à C1D (voir S-0-0011)
4	Aucun	L'esclave revient automatiquement à CP0 et attend le MST de CP0. Tous les appareils qui lui sont connectés et qui fonctionnent sont en outre arrêtés de la meilleure façon possible. Les appareils règlent le "bit d'erreur de communication" à C1D (voir S-0-0011)
NOTE Contrôle, voir 9.8.		

Le Tableau 42 montre les schémas d'erreurs de toutes les phases de communication si l'esclave enregistre que deux MST successifs font défaut.

Tableau 42 – Défaut des télégrammes de données maître (MDT)

CP	Réaction dans le maître ¹⁾	Réaction dans l'esclave ²⁾
0		Aucun
1		Aucun
2		Aucun
3		Aucun
4		En phase CP4, deux MDT successifs qui font défaut provoqueront de la meilleure façon possible l'arrêt des appareils que commande l'esclave. L'esclave revient à la phase CP0 et attend le MST de la CP0. Les appareils règlent le "bit d'erreur de communication" à C1D (voir S-0-0011)
¹⁾ Réaction dans le maître: pas de réaction à aucune phase de communication. Le maître réagira indirectement au comportement de l'appareil. ²⁾ Contrôle, voir 9.8.		

Le Tableau 43 montre les schémas d'erreurs de toutes les phases de communication si le maître enregistre que deux MST successifs font défaut.

Tableau 43 – Défaut de télégramme d'accusé de réception (AT)

CP	Réaction dans le maître ⁴⁾	Réaction dans l'esclave ⁴⁾
1	Le maître répond en indiquant à l'écran qu'un appareil manque ^{1) 5)}	Aucun ³⁾
2	Le maître revient à la phase CP0 et essaie de fermer le réseau ⁵⁾	Aucun ³⁾
3	Le maître revient à la phase CP0 et essaie de fermer le réseau ²⁾	Aucun ³⁾
4	Le maître répond où cela est pertinent par une procédure de traitement des erreurs enregistrée dans l'unité de commande puis revient à la phase CP0 et essaie de fermer le réseau ²⁾	Aucun ³⁾

1) Le maître enregistre qu'un appareil a présenté une défaillance d'après les spécifications de 9.1.
2) Schéma d'erreurs: deux AT successifs de la même adresse font défaut. (Le premier cycle en phase CP3 n'a pas besoin d'AT. C'est pourquoi on ne compte pas cet AT s'il manque).
3) Réaction dans l'appareil: les appareils réagissent indirectement à la réinitialisation à CP0.
4) Contrôle, voir 9.9.
5) Le maître reconnaîtra qu'un AT fait défaut si aucune réponse de l'appareil adressé n'a été reçue pendant la temporisation de poignée de main.

9.3 Réaction à la temporisation de poignée de main

Une temporisation de poignée de main (HS) doit se produire si un des appareils adressés n'accuse pas réception de son bit AHS dans le mot d'état au bout de 10 cycles de communication dans les phases CP2 à CP4. Pendant la phase CP1, un appareil doit être enregistré comme non présent si le bit AHS n'a pas pris une valeur logique 1 au cours du délai maximal d'identification de l'appareil (voir Tableau 44).

Tableau 44 – Réaction à la temporisation de poignée de main

CP	Réaction dans le maître	Réaction dans l'esclave
2-4	Un message d'erreur est envoyé à l'opérateur. Le maître répond par une procédure de traitement des erreurs qui peut être enregistrée dans l'unité de commande puis revient en phase CP0.	Pas de réponse possible

9.4 Messages d'erreur du canal de service

Si une erreur se produit dans le mécanisme de transport du canal de service (par exemple si la longueur des données d'exploitation ne correspondent pas entre le maître et l'esclave ou vice versa ou si l'IDN n'est pas défini), l'esclave doit l'annoncer en renseignant le bit d'erreur (bit 2) dans le mot d'état et en écrivant un code d'erreur dans le champ Service INFO de son AT.

L'esclave ne doit être autorisé à envoyer un message d'erreur que si une nouvelle étape de traitement est émise par le maître, ce qui correspond à un des cas suivants:

- Bit MHS ≠ bit AHS (l'étape n'a pas encore été garantie);
- bit Occupé = 1 (étape en cours de traitement).

Si l'appareil reconnaît une erreur, il doit ignorer l'action en cours, s'interrompre et accuser réception

- en donnant au bit AHS la même valeur qu'au bit MHS (s'il n'a pas déjà fait l'objet d'un accusé de réception pendant un cycle antérieur);

- en donnant au bit d'erreur la valeur 1 (état SVC, bit 2);
- en donnant au bit Occupé la valeur 0;
- en donnant à SVC valide la valeur 1.

Si le maître a l'intention de répéter la transmission d'un élément après un message d'erreur, l'octet de plus petite valeur de l'élément doit être transmis en premier.

Le Tableau 45 représente tous les messages d'erreur SVC possibles.

Tableau 45 – Messages d'erreur

Code d'erreur	Description / signification
0x0nnn	Erreur générale
0x0000	Pas d'erreur dans le canal de service
0x0001	Le canal de service n'est pas ouvert
0x0009	Accès invalide pour fermer le canal de service
0x1nnn	Élément 1 (Ident number)
0x1001	Pas d'IDN
0x1009	Accès invalide à l'élément 1
0x2nnn	Élément 2 (Name)
0x2001	Pas de nom
0x2002	Le nom de transmission est trop court
0x2003	Le nom de transmission est trop long
0x2004	Le nom ne peut pas être modifié (lecture uniquement)
0x2005	Le nom est protégé en écriture à ce moment
0x3nnn	Élément 3 (Attribute)
0x3002	L'attribut de transmission est trop court
0x3003	L'attribut de transmission est trop long
0x3004	L'attribut ne peut pas être modifié (lecture uniquement)
0x3005	L'attribut est protégé en écriture à ce moment
0x4nnn	Élément 4 (Unit)
0x4001	Aucune unité
0x4002	L'unité de transmission est trop courte
0x4003	L'unité de transmission est trop longue
0x4004	L'unité ne peut pas être modifiée (lecture uniquement)
0x4005	L'unité est protégée en écriture à ce moment
0x5nnn	Élément 5 (Minimum input value)
0x5001	Pas de valeur d'entrée minimale
0x5002	La valeur d'entrée minimale est trop courte
0x5003	La valeur d'entrée minimale est trop longue
0x5004	La valeur d'entrée minimale ne peut pas être modifiée (lecture uniquement)
0x5005	La valeur d'entrée minimale est protégée en écriture à ce moment
0x6nnn	Élément 6 (Maximum input value)
0x6001	Valeur maximale d'entrée
0x6002	La valeur d'entrée maximale est trop courte

Code d'erreur	Description / signification
0x6003	La valeur d'entrée maximale est trop longue
0x6004	La valeur d'entrée maximale ne peut pas être modifiée (lecture uniquement)
0x6005	La valeur d'entrée maximale est protégée en écriture à ce moment
0x7nnn	Élément 7 (Operation data)
0x7002	La transmission des données d'exploitation est trop courte
0x7003	La transmission des données d'exploitation est trop longue
0x7004	Les données d'exploitation ne peuvent pas être changées (lecture seule)
0x7005	Les données d'exploitation sont protégées en écriture à ce moment (par exemple, phase de communication)
0x7006	Les données d'exploitation sont plus courtes que la valeur minimale d'entrée
0x7007	Les données d'exploitation sont plus grandes que la valeur maximale d'entrée
0x7008	Les données d'exploitation sont invalides: L'IDN configuré ne sera pas pris en charge, le nombre de bits et la combinaison de bits sont invalides
0x7009	Les données d'exploitation sont protégées par mot de passe
0x700A	Les données d'exploitation sont protégées en écriture, elles sont configurées cycliquement. (l'IDN est configuré dans le MDT ou l'AT. L'écriture n'est donc pas autorisée par l'intermédiaire du canal de service).
0x700B	L'adressage indirect est invalide (par exemple conteneur de données, traitement de liste)
0x700C	Les données d'exploitation sont protégées en écriture à cause d'autres réglages (par exemple paramètre, mode de fonctionnement, PDS enable, PDS on, etc)
0x700D	Réservé
0x700E	Réservé
0x700F	Réservé
0x7010	La commande de procédure est déjà active
0x7011	La commande de procédure ne peut être interrompue
0x7012	La commande de procédure n'est pas exécutable à ce moment (par exemple la procédure de commande ne peut pas être activée pendant cette phase)
0x7013	La commande de procédure ne peut pas être exécutée (paramètres invalides ou erronés)
NOTE Tous les autres codes sont réservés.	

9.5 Réaction aux messages d'erreur dans le canal de service

Un message d'erreur valide pour le maître se trouve dans le canal de service si l'appareil attribue au bit 2 dans le mot d'état d'appareil la valeur logique 1 et au bit AHS de l'appareil la même valeur que le bit MSH du mot de commande du maître (voir Tableau 46).

Tableau 46 – Réaction à un message d'erreur

CP	Réaction dans le maître	Réaction dans l'esclave
2-4	Affichage d'un message d'erreur	L'étape en cours de traitement est interrompue, la valeur 0 est attribuée au bit Occupé (bit 1 – mot d'état)

9.6 Compteur d'erreurs dans le maître et dans l'esclave

Les compteurs d'erreurs 1 dans le maître doivent compter les MST successifs qui font défaut en CP0 et les AT successifs qui font défaut en CP3. Il doit y avoir un compteur MST 1 et différents compteurs AT 1 pour chaque appareil. Si un de ces compteurs a la valeur 2, le maître doit revenir à CP0 et le système ne doit être en mesure de redémarrer que par une nouvelle initialisation (voir Tableau 47).

Tableau 47 – État des compteurs d'erreurs 1 dans le maître pour des MST et des AT qui font défaut

Événement	Réaction dans le maître
Défaut de télégramme d'après 9.1	Les compteurs d'erreurs 1 (MST, AT) sont incrémentés de 1
Un télégramme valide a été reçu	Les compteurs d'erreurs 1 (MST, AT) sont remis à 0
Compteurs d'erreurs 1 (MST, AT) ≥ 2	Le maître revient à CP0

Le compteur d'erreurs 1 (destiné aux défauts MST dans les appareils) doit compter les MST successifs qui font défaut en CP3 et en CP4. Si le compteur MST 1 d'un appareil a pour valeur 2, l'esclave concerné doit revenir à CP0 et attendre le MST de CP0. (Pendant CP4, tous les appareils qui lui sont connectés et qui fonctionnent doivent être arrêtés de la meilleure façon possible). L'appareil doit renseigner le bit d'erreur de communication dans C1D (voir Tableau 48).

Tableau 48 – États du compteur d'erreurs 1 dans les appareils pour des défauts de MST en CP3 et CP4

Événement	Réaction dans l'esclave
Défaut de MST d'après 9.1	Le compteur d'erreurs 1 (MST) est incrémenté de 1
Un MST valide a été reçu	Le compteur d'erreurs 1 (MST) est remis à 0
Compteur d'erreurs 1 (MST) ≥ 2	L'esclave revient à CP0, renseigne le bit d'erreur de communication dans C1D et attend jusqu'à ce que le maître réinitialise le réseau

Le compteur d'erreurs 1 destiné aux défauts MST dans les appareils doit compter les MST successifs qui font défaut à CP4. Si le compteur MST d'un appareil a pour valeur 2, l'esclave concerné doit revenir à CP0 et attendre le MST de CP0. Tous les appareils qui lui sont connectés et qui fonctionnent doivent être arrêtés de la meilleure façon possible. L'appareil doit renseigner le bit d'erreur de communication dans C1D (voir Tableau 49).

Tableau 49 – États du compteur d'erreurs 1 dans les appareils pour des défauts de MST en CP4

Événement	Réaction dans l'esclave
Défaut de MDT d'après 9.1	Le compteur d'erreurs 1 (MDT) est incrémenté de 1
Un MDT valide a été reçu	Le compteur d'erreurs 1 (MDT) est remis à 0
Compteur d'erreurs 1 (MDT) ≥ 2	L'esclave revient à CP0, renseigne le bit d'erreur de communication dans C1D et attend jusqu'à ce que le maître réinitialise le réseau