

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Adjustable speed electrical power drive systems –
Part 7-304: Generic interface and use of profiles for power drive systems –
Mapping of profile type 4 to network technologies**

**Entraînements électriques de puissance à vitesse variable –
Partie 7-304: Interface générique et utilisation de profils pour les entraînements
électriques de puissance – Mise en correspondance du profil de type 4 avec les
technologies de réseaux**



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 Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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



**Adjustable speed electrical power drive systems –
Part 7-304: Generic interface and use of profiles for power drive systems –
Mapping of profile type 4 to network technologies**

**Entraînements électriques de puissance à vitesse variable –
Partie 7-304: Interface générique et utilisation de profils pour les entraînements
électriques de puissance – Mise en correspondance du profil de type 4 avec les
technologies de réseaux**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XC

ICS 29.200; 35.100.05

ISBN 978-2-83220-714-7

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms, definitions and abbreviated terms	12
3.1 Terms and definitions	12
3.2 Abbreviated terms	17
4 General	17
5 Mapping to CP16/1 (SERCOS I) and CP16/2 (SERCOS II)	18
5.1 Reference to communication standards	18
5.2 Overview	18
5.3 Physical layer and topology	20
5.4 Synchronisation mechanism	21
5.4.1 General	21
5.4.2 Handling of command and feedback values	22
5.4.3 Position loop with fine interpolator	23
5.5 Telegram contents.....	24
5.5.1 General	24
5.5.2 Data block	25
5.5.3 Communication function group telegrams	25
5.5.4 Standard telegrams	26
5.5.5 Application telegrams	28
5.6 Non-cyclic data transfer.....	29
5.7 Real-time bits.....	29
5.7.1 Functions of Real time bits	29
5.7.2 Allocation of real-time bits	30
5.7.3 Possible cases	31
5.8 Signal control word and signal status word	33
5.9 Data container.....	34
5.10 Drive shutdown functions	36
5.11 Communication classes	37
5.11.1 General	37
5.11.2 Communication class A	38
5.11.3 Communication class B (Extended Functions)	41
5.11.4 Communication class C (Additional Functions)	42
5.11.5 Communication cycle time granularity.....	43
6 Mapping to CP16/3 (SERCOS III)	43
6.1 Reference to communication standards	43
6.2 Overview	43
6.3 Physical layer and topology	45
6.4 Synchronisation mechanism and telegram content	46
6.5 Non-cyclic data transfer.....	47
6.6 Real-time bits	47
6.7 Signal control word and signal status word	47

6.8	Data container	47
6.9	Drive shutdown functions	47
6.10	Communication classes	48
7	Mapping to EtherCAT	48
7.1	Reference to communication standards	48
7.2	Overview	48
7.3	SoE Synchronisation	49
7.3.1	General	49
7.3.2	CP16 Phase 0-2	50
7.3.3	CP16 Phase 3-4	50
7.4	SoE Application Layer Management	50
7.4.1	EtherCAT State Machine and IEC 61784 CPF 16 State Machine	50
7.4.2	Multiple Drives	51
7.4.3	IDN Usage	51
7.5	SoE Process Data Mapping	52
7.6	SoE Service Channel Services	55
7.6.1	Overview	55
7.6.2	SSC Read	55
7.6.3	SSC Write	60
7.6.4	SSC Procedure Commands	64
7.6.5	SSC Slave Info	66
7.7	SoE Coding General	67
7.8	SoE Protocol Data Unit Coding	69
7.8.1	SSC Read	69
7.8.2	SSC Write	72
7.8.3	Notify SSC Command Execution Request	77
7.8.4	SSC Slave Info	78
	Bibliography	81
	Figure 1 – Structure of IEC 61800-7	10
	Figure 2 – Topology	21
	Figure 3 – Validity of command values and feedback acquisition time in the PDSs	22
	Figure 4 – Synchronisation of cycle times	23
	Figure 5 – Synchronisation of the control loops and the fine interpolator	23
	Figure 6 – AT configuration (example)	29
	Figure 7 – Function of the real-time bits	30
	Figure 8 – Allocation of IDN $\neq$ 0 to the real-time bits	31
	Figure 9 – Allocation of IDN = 0 to the real-time bits	32
	Figure 10 – Allocation of IDN $\neq$ 0 to the real-time bits	33
	Figure 11 – Configuration example of signal status word	34
	Figure 12 – Data container configuration without acknowledge (slave)	35
	Figure 13 – Data container configuration with acknowledge (slave)	36
	Figure 14 – Structure of Communication classes	37
	Figure 15 – Topology	45
	Figure 16 – Telegram sequence	46

Figure 17 – General communication cycle.....	47
Figure 18 – ESM and IEC 61158-4-16 State Machine	51
Figure 19 – Successful SSC Read sequence	56
Figure 20 – Unsuccessful SSC Read sequence	56
Figure 21 – Successful SSC Fragmented Read sequence.....	57
Figure 22 – Successful SSC Write sequence	60
Figure 23 – Unsuccessful SSC Write sequence	61
Figure 24 – Successful SSC Fragmented Write sequence.....	61
Figure 25 – Successful SSC Procedure Command sequence.....	64
Figure 26 – Aborted SSC Procedure Command sequence	65
Figure 27 – Slave Info sequence.....	66
Table 1 – CP16/1 and CP16/2 feature summary.....	18
Table 2 – Number of PDSs per network (examples)	19
Table 3 – Communication Profile Interoperability within a network	20
Table 4 – Typical operation data for cyclic transmission.....	24
Table 5 – Typical data for non-cyclic transmission.....	25
Table 6 – IDN for choice and parameterisation of telegrams	26
Table 7 – Structure of standard telegram-0	26
Table 8 – Structure of standard telegram-1	26
Table 9 – Structure of standard telegram-2	26
Table 10 – Structure of standard telegram-3	27
Table 11 – Structure of standard telegram-4	27
Table 12 – Structure of standard telegram-5	27
Table 13 – Structure of standard telegram-6	28
Table 14 – IDN for configuration of MDT	28
Table 15 – IDN for configuration of AT	28
Table 16 – IDN for real-time bits.....	29
Table 17 – Real-time bits assignment IDNs.....	30
Table 18 – IDN for configuring control and status words	33
Table 19 – Data containers IDN	34
Table 20 – Ring configuration – Timing.....	38
Table 21 – Ring configuration – Telegram configuration.....	39
Table 22 – Ring configuration – Phase run-up	39
Table 23 – Service channel protocol	39
Table 24 – Information & diagnostics	40
Table 25 – Communication class A settings	40
Table 26 – Ring configuration – Telegram configuration.....	41
Table 27 – Information & diagnostics	41
Table 28 – Real-time control bits	41
Table 29 – Real-time status bits.....	42
Table 30 – Communication class B settings	42
Table 31 – CP16/3 features summary	44

Table 32 – Number of PDSs per network (examples)	45
Table 33 – Synchronisation performance classes	47
Table 34 – EtherCAT feature summary	49
Table 35 – Number of PDSs per network (examples)	49
Table 36 – Obsolete IDNs	52
Table 37 – Changed IDNs	52
Table 38 – Status word of drive	53
Table 39 – Control word for drive	54
Table 40 – Mapping of SSC services to EtherCAT services	55
Table 41 – SSC Read Service	58
Table 42 – Read SSC Fragment Service	59
Table 43 – SSC Write Service	62
Table 44 – Write SSC Fragment Service	63
Table 45 – Notify SSC Command Execution Service	65
Table 46 – SSC Slave Info Service	67
Table 47 – SoE Mailbox Protocol	68
Table 48 – SSC Read Request	69
Table 49 – SSC Read Response	70
Table 50 – Read SSC Fragment Request	72
Table 51 – SSC Write Request	74
Table 52 – SSC Write Response	75
Table 53 – Write SSC Fragment Request	77
Table 54 – Notify SSC Command Execution Request	78
Table 55 – Slave Info Request	79

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –**Part 7-304: Generic interface and use
of profiles for power drive systems –
Mapping of profile type 4 to network technologies**

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.

The International Standard IEC 61800-7-304 has been prepared by subcommittee SC 22G: Adjustable speed electric drive systems incorporating semiconductor power converters, of IEC technical committee TC 22: Power electronic systems and equipment.

This bilingual version (2013-04) corresponds to the monolingual English version, published in 2007-11.

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

FDIS	Report on voting
22G/185/FDIS	22G/193/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 the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 61800 series, under the general title *Adjustable speed electrical power drive systems*, can be found on the IEC website.

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.

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

The IEC 61800 series is intended to provide a common set of specifications for adjustable speed electrical power drive systems.

IEC 61800-7 describes a generic interface between control systems and power drive systems. This interface can be embedded in the control system. The control system itself can also be located in the drive (sometimes known as "smart drive" or "intelligent drive").

A variety of physical interfaces is available (analogue and digital inputs and outputs, serial and parallel interfaces, fieldbuses and networks). Profiles based on specific physical interfaces are already defined for some application areas (e.g. motion control) and some device classes (e.g. standard drives, positioner). The implementations of the associated drivers and application programmers interfaces are proprietary and vary widely.

IEC 61800-7 defines a set of common drive control functions, parameters, and state machines or description of sequences of operation to be mapped to the drive profiles.

IEC 61800-7 provides a way to access functions and data of a drive that is independent of the used drive profile and communication interface. The objective is a common drive model with generic functions and objects suitable to be mapped on different communication interfaces. This makes it possible to provide common implementations of motion control (or velocity control or drive control applications) in controllers without any specific knowledge of the drive implementation.

There are several reasons to define a generic interface.

For a drive device manufacturer

- Less effort to support system integrators
- Less effort to describe drive functions because of common terminology
- The selection of drives does not depend on availability of specific support

For a control device manufacturer

- No influence of bus technology
- Easy device integration
- Independent of a drive supplier

For a system integrator

- Less integration effort for devices
- Only one understandable way of modeling
- Independent of bus technology

Much effort is needed to design a motion control application with several different drives and a specific control system. The tasks to implement the system software and to understand the functional description of the individual components may exhaust the project resources. In some cases, the drives do not share the same physical interface. Some control devices just support a single interface which will not be supported by a specific drive. On the other hand, the functions and data structures are often specified with incompatibilities. This requires the system integrator to write special interfaces for the application software and this should not be his responsibility.

Some applications need device exchangeability or integration of new devices in an existing configuration. They are faced with different incompatible solutions. The efforts to adopt a solution to a drive profile and to manufacturer specific extensions may be unacceptable. This will reduce the degree of freedom to select a device best suited for this application to the selection of the unit which will be available for a specific physical interface and supported by the controller.

IEC 61800-7-1 is divided into a generic part and several annexes as shown in Figure 1. The drive profile types for CiA 402¹, CIP Motion^{TM2}, PROFIdrive³ and SERCOS interface^{TM4} are mapped to the generic interface in the corresponding annex. The annexes have been submitted by open international network or fieldbus organizations which are responsible for the content of the related annex and use of the related trademarks.

The different profile types 1, 2, 3 and 4 are specified in IEC 61800-7-201, IEC 61800-7-202, IEC 61800-7-203 and IEC 61800-7-204.

This part of IEC 61800-7 specifies how the profile type 4 (SERCOSTM) is mapped to the network technologies SERCOS I, II, III and EtherCAT^{TM5}.

IEC 61800-7-301, IEC 61800-7-302 and IEC 61800-7-303 specify how the profile types 1, 2 and 3 are mapped to different network technologies (such as CANopen⁶, EtherCATTM, Ethernet Powerlink^{TM7}, DeviceNet^{TM8}, ControlNet^{TM9}, EtherNet/IP^{TM10}, PROFIBUS¹¹ and PROFINET¹²).

- 1 CiA 402 is a trade name of CAN in Automation, e.V. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name CiA 402.
- 2 CIP MotionTM is a trade name of Open DeviceNet Vendor Association, Inc. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name CIP MotionTM. Use of the trade name CIP MotionTM requires permission of Open DeviceNet Vendor Association, Inc.
- 3 PROFIdrive is a trade name of PROFIBUS International. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name PROFIdrive. Use of the trade name PROFIdrive requires permission of PROFIBUS International.
- 4 SERCOSTM and SERCOS interfaceTM are trade names of SERCOS International e.V. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade names SERCOS or SERCOS interface. Use of the trade names SERCOS and SERCOS interface requires permission of the trade name holder.
- 5 EtherCATTM is a trade name of Beckhoff, Verl. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name EtherCATTM. Use of the trade name EtherCATTM requires permission of the trade name holder.
- 6 CANopen is an acronym for Controller Area Network *open* and is used to refer to EN 50325-4.
- 7 Ethernet PowerlinkTM is a trade name of B&R, control of trade name use is given to the non profit organization EPSG. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name Ethernet PowerlinkTM. Use of the trade name Ethernet PowerlinkTM requires permission of the trade name holder.
- 8 DeviceNetTM is a trade name of Open DeviceNet Vendor Association, Inc. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name DeviceNetTM. Use of the trade name DeviceNetTM requires permission of Open DeviceNet Vendor Association, Inc.
- 9 ControlNetTM is a trade name of ControlNet International, Ltd. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name ControlNetTM. Use of the trade name ControlNetTM requires permission of ControlNet International, Ltd.
- 10 EtherNet/IPTM is a trade name of ControlNet International, Ltd. and Open DeviceNet Vendor Association, Inc. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trademark holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name EtherNet/IPTM. Use of the trade name EtherNet/IPTM requires permission of either ControlNet International, Ltd. or Open DeviceNet Vendor Association, Inc.
- 11 PROFIBUS is a trade name of PROFIBUS International. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name PROFIBUS. Use of the trade name PROFIBUS requires permission of PROFIBUS International.
- 12 PROFINET is a trade name of PROFIBUS International. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade name PROFINET. Use of the trade name PROFINET requires permission of PROFIBUS International.

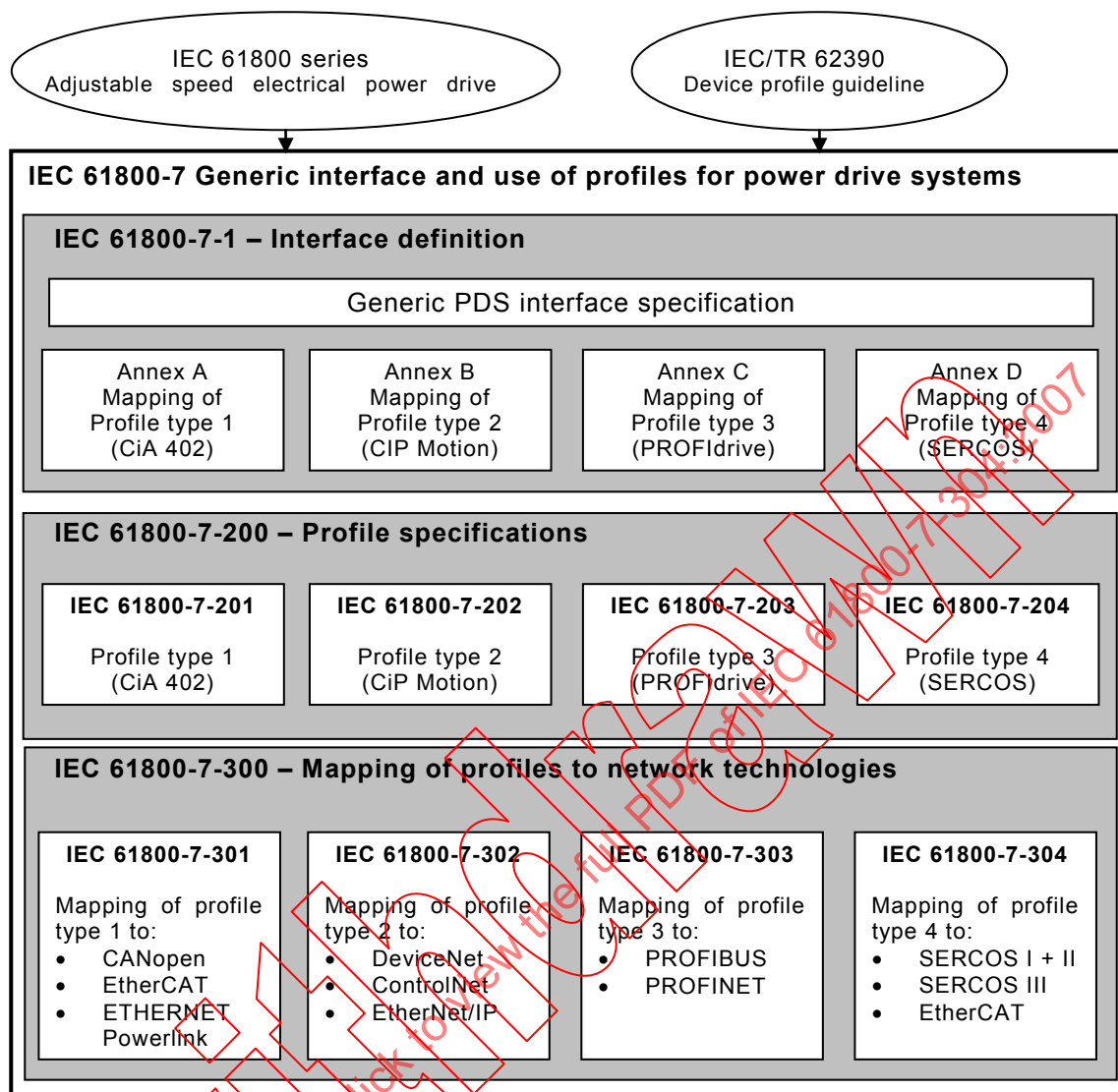


Figure 1 – Structure of IEC 61800-7

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 7-304: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Mapping of profile type 4 to network technologies

1 Scope

IEC 61800-7 specifies profiles for Power Drive Systems (PDS) and their mapping to existing communication systems by use of a generic interface model.

The functions specified in this part of IEC 61800-7 are not intended to ensure functional safety. This requires additional measures according to the relevant standards, agreements and laws.

This part of IEC 61800-7 specifies the mapping of the profile type 4 (SERCOS) specified in IEC 61800-7-204 onto different network technologies.

- SERCOS I / II, see Clause 5,
- SERCOS III, see Clause 6,
- EtherCAT, see Clause 7.

2 Normative references

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

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

IEC 61158-4-16, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-16: Data-link layer protocol specification – Type 16 elements*

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 61491:2002, *Electrical equipment of industrial machines – Serial data link for real-time communication between controls and drives*

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

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

IEC 61800-7 (all parts), *Adjustable speed electrical power drive systems – Generic interface and use of profiles for power drive systems*

IEC 61800-7-204, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-204: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Profile type 4 specification*

ISO/IEC 8802-3:2000, *Information technology -Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

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

3.1.1

Acknowledge Telegram

AT

telegram, in which each slave inserts its data

3.1.2

algorithm

completely determined finite sequence of operations by which the values of the output data can be calculated from the values of the input data

[IEV 351-21-37]

3.1.3

application

software functional element specific to the solution of a problem in industrial-process measurement and control

NOTE An application may be distributed among resources, and may communicate with other applications.

[IEC/TR 62390:2005, 3.1.2, modified]

3.1.4

attribute

property or characteristic of an entity

[IEC/TR 62390:2005, 3.1.3]

3.1.5

class

description of a set of objects that share the same attributes, operations, methods, relationships, and semantics

[ISO/IEC 19501, modified]

3.1.6

commands

set of commands from the application control program to the PDS to control the behaviour of the PDS or functional elements of the PDS

NOTE 1 The behaviour is reflected by states or operating modes.

NOTE 2 The different commands may be represented by one bit each.

3.1.7

communication cycle

accumulation of all telegrams between two master synchronisation telegrams

3.1.8**control**

purposeful action on or in a process to meet specified objectives

[IEV 351-21-29]

3.1.9**control device**

physical unit that contains – in a module/subassembly or device – an application program to control the PDS

3.1.10**control unit**

control device

3.1.11**control word**

two adjacent bytes inside the master data telegram containing commands for the addressed PDS

3.1.12**cycle time**

time span between two consecutive cyclically recurring events

3.1.13**cyclic communication**

the periodic exchange of telegrams

3.1.14**cyclic data**

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

3.1.15**cyclic operation**

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

3.1.16**data exchange**

demand dependent, non cyclic transmission of information after a request was sent by the master (service channel)

3.1.17**data type**

set of values together with a set of permitted operations

[ISO/IEC 2382-15:1999, 15.04.01, modified]

3.1.18

device

field device

networked independent physical entity of an industrial automation system capable of performing specified functions in a particular context and delimited by its interfaces

[IEC 61499-1:2005, modified]

entity that performs control, actuating and/or sensing functions and interfaces to other such entities within an automation system

[ISO 15745-1:2003]

3.1.19

device profile

representation of a device in terms of its parameters, parameter assemblies and behaviour according to a device model that describes the device's data and behaviour as viewed through a network

NOTE This is a definition from IEC/TS 61915 which is extended by the addition of the device functional structure.

[IEC/TR 62390:2005, 3.1.9, modified]

3.1.20

fibre optic cable

transmission medium for serial data transmission of optical signals

3.1.21

functional element

entity of software or software combined with hardware, capable of accomplishing a specified function of a device

NOTE 1 A functional element has an interface, associations to other functional elements and functions.

NOTE 2 A functional element can be made out of function block(s), object(s) or parameter list(s).

[IEC/TR 62390:2005, 3.1.12]

3.1.22

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

3.1.23

input data

data transferred from an external source into a device, resource or functional element

[IEC/TR 62390:2005, 3.1.14]

3.1.24

interface

shared boundary between two entities defined by functional characteristics, signal characteristics, or other characteristics as appropriate

[IEV 351-21-35, modified]

3.1.25

line

network topology in which the transmission medium is routed from station to station in the form of a line. The information is transmitted in one direction from the master down to the last

slave in the line, and then flows back to the master via all the slaves in the reverse order (CP16/3, CP12)

3.1.26

master

node, which assigns the other nodes the right to transmit

3.1.27

Master Data Telegram

MDT

telegram, in which the master inserts its data

3.1.28

Master Synchronisation Telegram

MST

telegram transmitted by the master, which sends a time synchronisation signal to the slave(s) in a single network

3.1.29

model

mathematical or physical representation of a system or a process, based with sufficient precision upon known laws, identification or specified suppositions

[IEV 351-21-36]

3.1.30

non-cyclic transmission

non-periodic exchange of data at the request of the master

3.1.31

operating cycle

period of the control loop within the PDS or the control unit

3.1.32

operating mode

characterisation of the way and the extent to which the human operator intervenes in the control equipment

[IEV 351-31-01]

3.1.33

output data

data originating in a device, resource or functional element and transferred from them to external systems

[IEC/TR 62390:2005, 3.1.21]

3.1.34

parameter

data element that represents device information that can be read from or written to a device, for example through the network or a local HMI

NOTE 1 Adapted from IEC/TS 61915 .

NOTE 2 A parameter is typically characterized by a parameter name, data type and access direction.

[IEC/TR 62390:2005, 3.1.22, modified]

3.1.35

PDS enable

command to close the feedback loop(s)

3.1.36

PDS on

command that the power stage can be activated

3.1.37

profile

representation of a PDS interface in terms of its parameters, parameter assemblies and behaviour according to a communication profile and a device profile

3.1.38

protocol

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

3.1.39

ring, ring structure

network topology in which the transmission medium is routed from station to station in the form of a ring. The information is transmitted only in one direction (CP16/1, CP16/2) or in both directions (CP16/3)

3.1.40

slave

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

3.1.41

status

set of information from the PDS to the application control program reflecting the state or mode of the PDS or a functional element of the PDS

NOTE The different status information may be coded with one bit each.

3.1.42

status word

two adjacent bytes inside the PDS telegram containing status information

3.1.43

telegram

dataset

3.1.44

topology

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

3.1.45

transmission medium

collective term for the real form of the physical connection between the stations of a communication network

NOTE For instance, fibre optic cable.

3.1.46**type**

hardware or software element which specifies the common attributes shared by all instances of the type

[IEC/TR 62390:2005, 3.1.25]

3.2 Abbreviated terms

ADR	Address of a telegram. PDS address is XX [$1 \leq XX \leq 254$]
AT	Acknowledge Telegram
C1D	Class 1 Diagnostic
C2D	Class 2 Diagnostic
C3D	Class 3 Diagnostic
IDN	Identification Number
I/O	Input/Output
K	Number of data records in the MDT (see also M)
k	Time sequence of data records in the MDT, labelled as k = 1 to K
M	Number of PDSs in one network (see also K)
m	Time sequence of the ATs, labelled as m = 1 to M
MDT	Master data telegram
MST	Master sync telegram
NC	Numerical control (also control unit or controller)
PDS	Power Drive System
PLC	Programmable logic controller without a motion control command set
RT	Real-time
SERCOS	SERial Real time COmmunication System
t3	Command value valid time
t4	Feedback acquisition capture point
t5	Minimum feedback processing time
tMTSG	Command value processing time
tNcyc	Control unit cycle time
tRcyc	PDS control loop cycle time
tScyc	Communication cycle time
XX	Address of a PDS

4 General

This mapping defines among others the mapping to CP16/1 (SERCOS I), which has been previously specified in IEC 61491:2002. The IEC maintenance group has decided to incorporate it in this standard as well as in the IEC 61158 and IEC 61784 communication standard families, while specifying the mapping of the SERCOS drive profile to the communication profiles CP16/2 (SERCOS II), CP16/3(SERCOS III) and CP12 (EtherCAT).

In this part of IEC 61800-7, the mapping of the SERCOS drive profile (IEC 61800-7-204) to the CPF16 (SERCOS I, II and III) and CP12 (EtherCAT) communication profiles is described.

The SERCOS CP16/1 and CP16/2 interface use fibre optic transmission between control units and PDSs. As a result, interference is eliminated.

The SERCOS CP16/3 and EtherCAT CP12 use Ethernet data transmission instead. It may be realised either using 100BASE-TX (wire) or 100BASE-FX (fibre optic) depending upon the immunity performance needs.

5 Mapping to CP16/1 (SERCOS I) and CP16/2 (SERCOS II)

5.1 Reference to communication standards

CP16/1 and CP16/2 are specified in the IEC 61158 standard family. The detailed references are listed in the corresponding part of IEC 61784-1, which shows also the differences between these two communication profiles.

5.2 Overview

Table 1 summarises the major features of CP16/1 and CP16/2.

Table 1 – CP16/1 and CP16/2 feature summary

Feature	CP16/1	CP16/2
Topology	Ring	Same as CP16/1
Data flow	From the master to the 1 st slave, then to the next one, and so on until the last slave then to the master (simplex communication between each participant)	Same as CP16/1
Communication medium	Fibre optic	Same as CP16/1
Transmission rate	2 or 4 Mbit/s	Same as CP16/1 In addition: 8 or 16 Mbit/s
Transmission rate setting	Manual setting (e.g., using a switch)	Same as CP16/1 In addition: Automatic baud rate recognition
Cycle time t_{Scyc}	62,5 μs , 125 μs , 250 μs , 500 μs , and up to 65 ms by steps of 250 μs .	Same as CP16/1
Number of slaves	Up to 254	Same as CP16/1
Device address ADR	$1 < \text{ADR} \leq 254$	Same as CP16/1
Synchronisation telegram	MST	Same as CP16/1
Slave telegrams	1 AT per PDS	Same as CP16/1
Master telegram	1 MDT	Same as CP16/1
Telegram order within a cycle	Compulsory: MST – ATs – MDT	Same as CP16/1
Non cyclic communication	Service channel (SVC): 2 bytes are reserved for each slave within AT and MDT	Same as CP16/1 In addition: It shall be possible to configure each slave for 4, 6, or 8 bytes within SVC
Initialisation	Automatic at power-up ($t_{\text{Scyc}} \geq 1 \text{ ms}$) 4 intermediate communication phases (CP0 to CP3) before reaching normal operation (CP4)	Same as CP16/1
File transfer	Using the service channel	Same as CP16/1 In addition: Communication phases (CP5 and CP6) for file transfer

The exact number of PDSs which can be serviced per communication network depends on the cycle time, the selected data volume, and the transmission rate. The number of PDSs per control unit can also be expanded by using several networks. Table 2 shows some examples

that are valid under normal operating conditions. The spare time is available for transmitting other data (e.g., communication with PLC-like I/Os) or as a safety margin to be used for later application developments.

Table 2 – Number of PDSs per network (examples)

Communication profile	Transmission rate	Cycle time	Data record to each PDS	Data record from each PDS	Number of PDSs	Data rate (service channel) per PDS	Spare time
CP16/1 and 16/2	2 Mbit/s	2 ms	32 byte	32 byte	8	8 kbit/s (2 bytes)	390 µs
CP16/1 and 16/2	4 Mbit/s	1 ms	32 byte	32 byte	8	16 kbit/s (2 bytes)	125 µs
CP 16/2	8 Mbit/s	1 ms	36 byte	36 byte	15	32 kbit/s (4 bytes)	208 µs
CP 16/2	16 Mbit/s	500 µs	36 byte	36 byte	14	128 kbit/s (8 bytes)	113 µs
CP 16/2	16 Mbit/s	2 ms	16 byte	16 byte	112	8 kbit/s (2 bytes)	330 µs

IEC 61800-7-204 standardises the formats and scaling factors for operation data exchange between control units and PDSs. During initialisation, the operation of the interface is configured according to the performance characteristics of the control unit and the PDSs. Therefore, the velocity and/or position control is implemented by either the PDS or the control unit.

The control unit is capable of synchronising all connected PDSs by way of cyclic data exchange for command and feedback values, including exact equidistant timing and synchronisation of gated measurements and command values. Communication cycle times may be selected between 62,5 µs, 125 µs, 250 µs or any integer multiple of 250 µs.

In addition, the control panel of the control unit can be used to display and input PDS-specific data, parameters and diagnostic information which are available via an asynchronous service channel and standardised data records.

Command and feedback values in short or long words can be transmitted between the control unit and each PDS in both directions. Optional data (e.g., parameters, diagnostic texts) are transmitted in segments during every cycle. This data can be requested individually by the control unit. Errors in command and feedback values are corrected automatically through cyclic communication. The last valid command and feedback values are used until the next cycle. Two consecutive erroneous transmissions will cause the PDSs to halt.

With the SERCOS interface, a control unit may serve one or several networks, depending on the requirements. One example is shown in Figure 2.

The connection of the control unit on a network is called a master. This master shall direct and control any communication within one network.

A slave is the connection between one or more PDSs and the network, or between an I/O station and the network. As shown in Figure 2, a group of PDSs such as several PDSs and I/Os may be clustered and tied into the network through a single connection depending on application. Individual participants shall be connected to each other via transmission segments that shall meet the requirements of CP16/1 (SERCOS I) or CP16/2 (SERCOS II).

The information exchanged in such a network depends greatly on the distribution of tasks between the control unit, the PDSs and I/O stations. Direct exchange of information takes place between the control unit on one side, the PDSs and I/O stations on the other side.

Interoperability between the Communication Profiles shall be as shown in Table 3.

Table 3 – Communication Profile Interoperability within a network

Master	Slave complying to CP16/1	Slave complying to CP16/2
CP16/1	yes	yes
CP16/2	yes ^{NOTE}	yes
NOTE With a CP16/2 master, CP16/1 slaves should be interoperable only at 2 or 4 Mbit/s.		

The CP16/1 and CP16/2 interfaces shall allow for synchronisation during cyclic data transmission as required by the SERCOS profile (see IEC 61800-7-204). It means that the operating cycle of the control unit can be synchronised with the communication cycle and operating cycle of the PDS so that beats between individual cycles can be prevented and the dead times in the control loops can be reduced to a minimum. It also implies that new command signals become active concurrently in all PDSs and that all PDSs take measurements at the same time, so that they can be sent back to the control unit as feedback values. This requires that the transmission cycles be strictly equidistant.

The data in the control loops need to be precise and punctual. Untimely data are of no value. When a transmission error is discovered, the communication cycle continues and the old data or an estimated value may be used for one communication cycle. To repeat the transmission with old data (for the purpose of correcting the error) is meaningless, since during the next communication cycle (e.g., 1 ms later), new command data will be transmitted. In the event of repeated transmission errors, a predetermined reaction, such as halting the system, shall ensue.

The non-cyclic transmission mode does not fulfil strict real-time requirements. The correctness of the data is acknowledged or is secured by repeating the transmission.

5.3 Physical layer and topology

The SERCOS CP16/1 (SERCOS I) and CP16/2 (SERCOS II) interface shall use fibre optic transmission between control units and PDSs, as specified in the corresponding part of IEC 61158-2.

Communication topology shall be a ring, as shown in Figure 2.

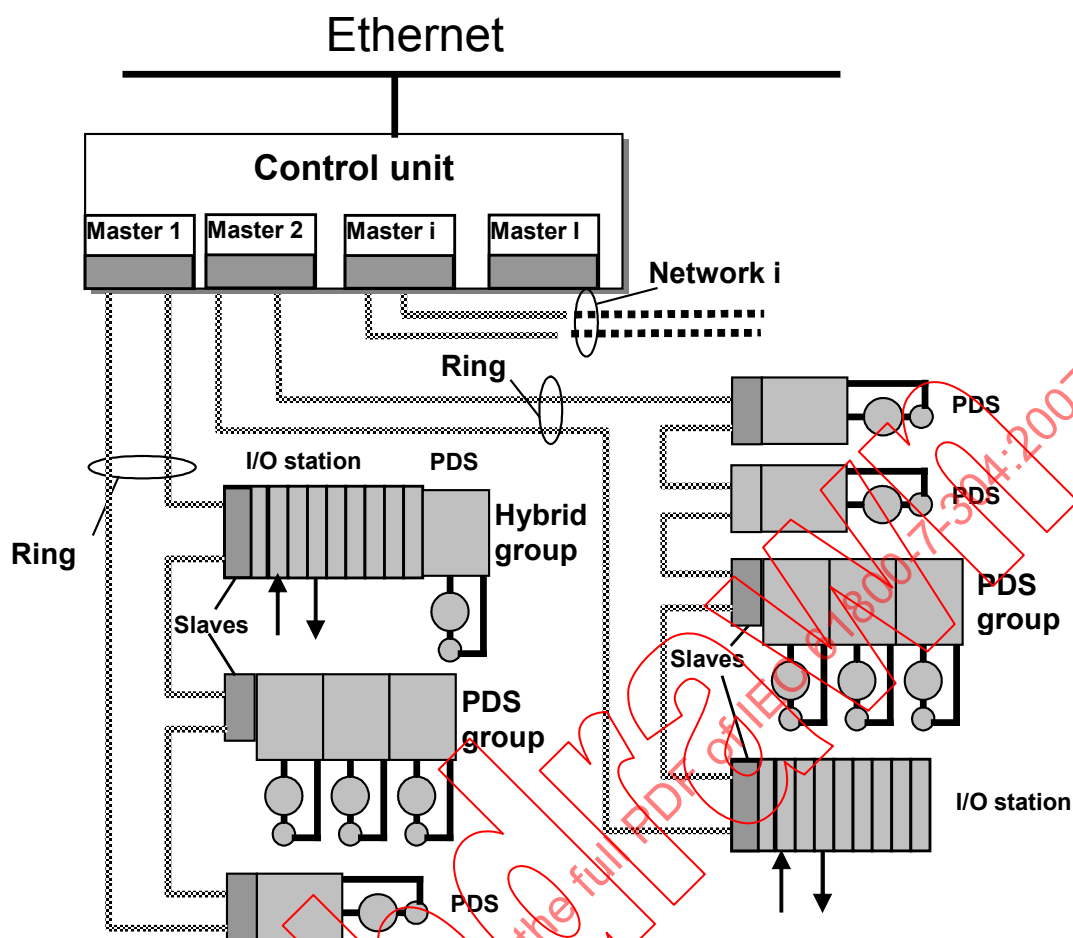


Figure 2 – Topology

5.4 Synchronisation mechanism

5.4.1 General

If, on a machine, several PDSs are moving in co-ordination with one control (contouring control), certain technical requirements shall be fulfilled in order to achieve a deviation-less trajectory:

- process the command values;
- capture the feedback values;
- synchronise different cycle times and fine interpolators in the PDSs.

CP16/1 and CP16/2 shall provide for the cyclic transmission of following telegrams, in that order, as can be shown in Figure 3:

- 1) The master shall send a synchronisation telegram that is called MST to all slaves.
- 2) Each slave shall send its data telegram that is called AT back to the master.
- 3) The master shall send its master data telegram that is called MDT to all slaves.

During network initialisation, the master shall transmit to each slave all parameters that determine the time slot and the data content of these telegrams. In that way each slave shall be able to transmit its AT and to read its part of the MDT without interfering with the others slaves.

The communication cycle time shall be selected among the following values:

62,5 μ s, 125 μ s, and then 250 μ s to 65 ms in 250 μ s increments.

5.11.5 defines 3 granularities.

5.4.2 Handling of command and feedback values

The MST shall not only control the access to the network, but also assist in orienting the processing within the PDSs. Designs shall be possible in which the PDSs provide feedback values for the control unit. These values shall be captured in all affected PDSs simultaneously. The capture point indicated by t_4 referenced to the end of the MST shall be stored in the PDSs as an IDN. The PDSs shall already have a default time interval t_5 stored as an IDN. This time interval shall indicate the minimum amount of time needed between the capture point t_4 and the end of the next MST, to allow the PDS to process the captured feedback value for the following AT.

t_3 shall be defined as another parameter. This parameter shall indicate after which time interval, counting from the end of the MST, the PDS is allowed to access the new command values transmitted in the MDT. The master stores t_3 as an IDN in the PDSs. In order to determine t_3 , the parameter t_{MTSG} (command value proceeding time) shall be stored in the PDSs as an IDN. This parameter shall describe the minimum time required by the slave to process the new command value(s) for the PDS(s) after the MDT.

Figure 3 illustrates these time intervals.

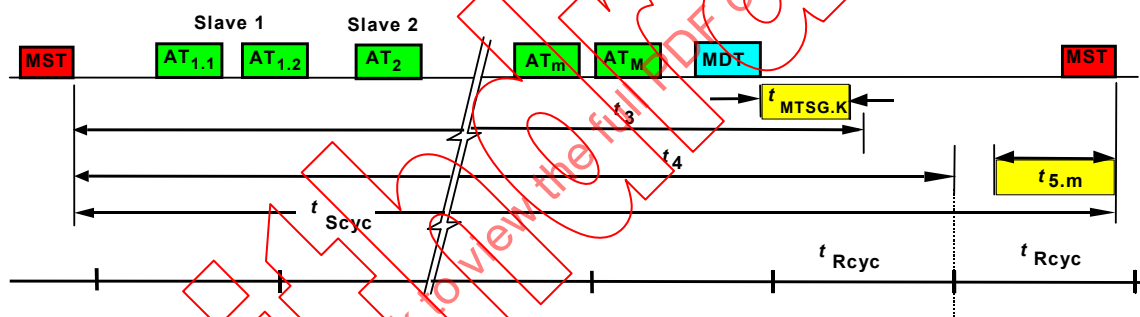


Figure 3 – Validity of command values and feedback acquisition time in the PDSs

Synchronisation of the control loops in the PDSs

The feedback values shall be captured in time t_4 in the PDS, and the control loops (cycle time t_{Rcyc}) shall be synchronised in the PDS at that time (see Figure 3 and Figure 4).

The PDSs need a certain time to activate a newly received command value in the control loop. The command values available at time t_3 shall be activated in the control loop to the next time t_4 . If the time between t_3 and t_4 is too small, then the command values shall only be activated in the next cycle at time t_4 .

If a PDS is programmed to detect that times t_3 and t_4 are in a critical range, it is recommended that the PDS generates a diagnostic message. The PDSs manufacturers shall document the dependencies of time t_3 and t_4 and the diagnostic message in the PDS's manual.

The cycle time within the control unit and the PDSs shall be as specified below:

- The cycle time during which the control unit shall provide new command values for the PDSs shall be called t_{Ncyc} . The operating cycle inside of the control unit shall be an integer multiple of the communication cycle time. If the operating cycle time is n times longer than the communication cycle time, the same calculated values shall be transmitted n times in consecutive telegrams:

$$t_{Ncyc} = n \times t_{Scyc}, n = 1, 2, \dots (n \text{ is an integer that is not related to the abbreviations})$$

- b) Micro-processor controlled PDS shall have operating algorithms that are oriented to the data transmission. The cycle time during which the PDS shall perform its control algorithm shall be called t_{Rcyc} . It shall be an integer divider of the communication cycle time, and shall be in phase with the synchronisation telegram. If the PDS cycle time is z times shorter than the communication cycle time, intermediate values for command values shall be interpolated inside the PDS:

$$z \times t_{Rcyc} = t_{Scyc}, z = 1, 2, \dots (z \text{ is an integer that is not related to the abbreviations})$$

Figure 4 shows graphically how t_{Ncyc} and t_{Rcyc} relate to t_{Scyc} .

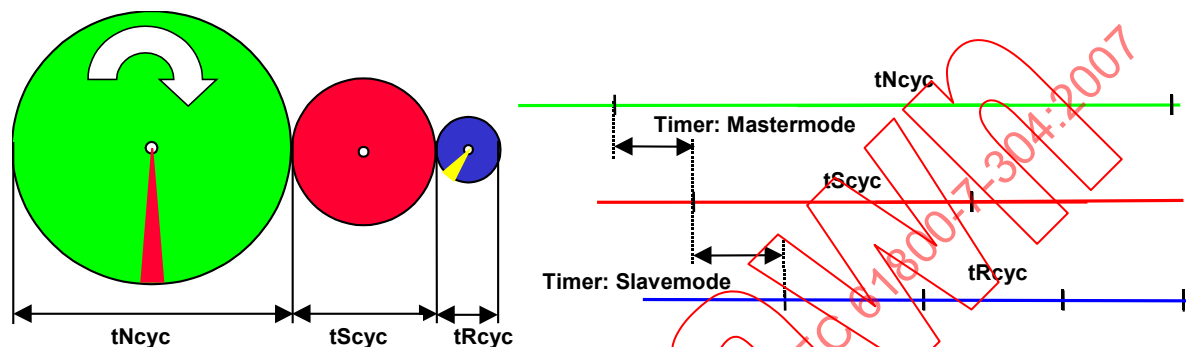


Figure 4 – Synchronisation of cycle times

5.4.3 Position loop with fine interpolator

At time t_4 , the fine interpolator shall provide the corresponding received position command value to the position control. At the same time, the last received position command value shall be provided to the fine interpolator (see Figure 5). The fine interpolator shall calculate the differences in the position command values (Δ_{Pos}) for all steps (position control cycles). The differences in the position command values shall be calculated with:

- the ratio of the NC-cycle time and the PDS cycle time,
- the position command values,
- (optionally) the velocity and acceleration,
- type and order of fine interpolation.

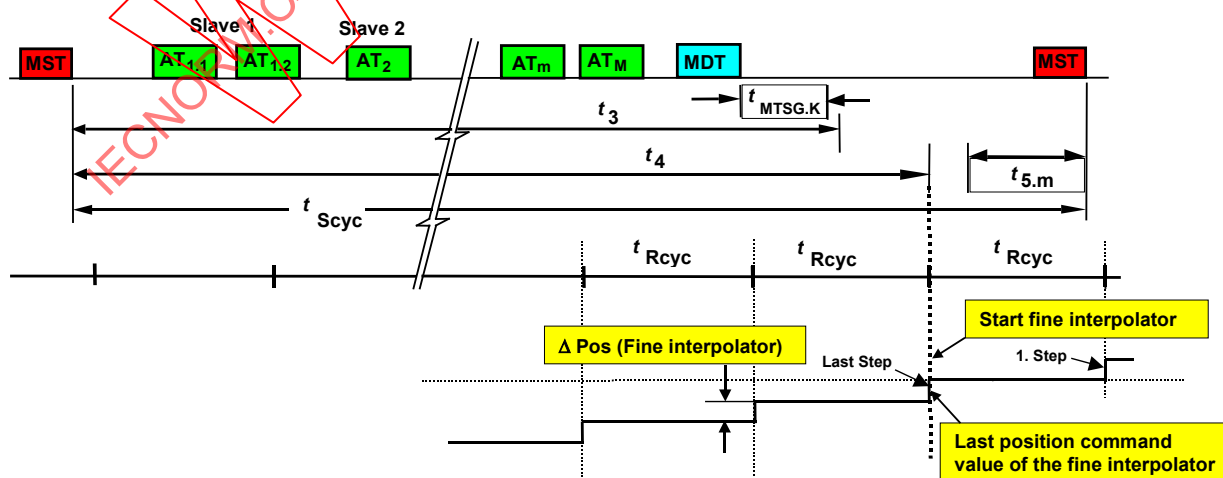


Figure 5 – Synchronisation of the control loops and the fine interpolator

5.5 Telegram contents

5.5.1 General

IEC 61800-7-204, Clause 7 specifies a comprehensive list of transmittable data (as well as procedure commands) which are predetermined in the SERCOS profile. The Communication Profile specific part of IEC 61158-5-16 specifies additional, communication-specific transmittable data. The reader will find there also a description of individual data. In this subclause, an overview is presented, organised according to the mode of transmission (cyclic/non-cyclic) and the mode of operation. Table 4 gives an example of typical data that is transmitted cyclically.

During a communication cycle, one control word shall be sent from the control unit to each PDS and a status word shall be sent back from each PDS to the control unit. Configurable operation data shall be transmitted bidirectionally between the control unit and each PDS cyclically. Table 4 gives some typical representations. The three operating modes are shown with command and feedback values.

Table 4 – Typical operation data for cyclic transmission

	Position data	Velocity data	Torque data
Control unit to PDS	Control word		
	Position command value	Velocity command value	Torque command value
	Additive position command value	Additive velocity command value	Additive torque command value
PDS to control unit	Status word		
	Position feedback value 1	Velocity feedback value	Torque feedback value
	Position feedback value 2		

Both the control word and the status word are organised into a PDS-related and a transmit-related part. Non-cyclic transmissions are controlled by means of the transmit-related part (control/acknowledge steps). Each control and status word reserves two additional real-time bits for cyclic transmission.

The PDS-related part of the control word contains the desired modes of operation. This part is also used to transmit the commands for “PDS on” and “PDS enable”. The PDS-related part of the status word transmits grouped messages of errors and warnings which are divided into three classes. This part also issues messages indicating whether the PDS is ready to operate or ready for power-up.

Table 5 demonstrates that, typically, a much broader spectrum of data is exchanged by the non-cyclic transmission mode. However, this exchange is much slower than the cyclic mode.

Table 5 – Typical data for non-cyclic transmission

Data related to the operating mode of the SERCOS interface		
Position data	Velocity data	Torque data
Positive limit value	Positive limit value	Positive limit value
Negative limit value	Negative limit value	Negative limit value
	Bipolar limit value	Bipolar limit value
Polarities	Polarities	Polarities
Reference distance 1	Homing velocity	
Reference distance 2		
Reversal clearance		
Position switch points 1 to 16		
Probe value 1 or 2 positive edge		
Probe value 1 or 2 negative edge		

As mentioned earlier, a component (PDS or control unit) which is equipped with the SERCOS interface does not need to support all possible data and procedure commands included in this specification. The system provides lists of data and procedure commands which are applicable for the appropriate component. These lists can be read from a PDS by means of the control unit, thus providing all necessary information concerning that particular PDS.

The data to be transmitted and the sequence shall be determined during initialisation.

Finally, during initialisation, it is useful to transmit scaling data as a group. In this way, the data formats used by the internal operating algorithms of the PDS will be recalculated and changed in accordance with the specifications of SERCOS interface.

5.5.2 Data block

The SERCOS interface is not just a data transmission system. It provides a large number of data and procedure commands which can be used for the operation of machines and their control units and PDSs.

All data, procedure commands and all supplementary information are summarised in a data block which contains a name, attribute, units, minimum and maximum input values as well as the data itself. See IEC 61800-7-204, Clause 8.

Access to the data or to the supplementary information is only possible via an identification number (IDN). There are 2^{16} IDNs available. The range from 0 to 32 767 is reserved for standard data which are defined by the SERCOS interface.

There will always be special applications for which none of the generally defined parameters apply. IDNs 32 768 to 65 535 are reserved for product specific data which can be defined by the manufacturers of control units and PDSs. No general compatibility can exist for these data and procedure commands.

5.5.3 Communication function group telegrams

The telegram contents of the configurable data records shall be determined either by the standard or application telegrams. This determination takes place in the telegram type parameter. For the structure of telegrams, refer to 5.5.4 and 5.5.5.

All feedback values which are contained in the AT for cyclic data shall be updated with valid data every cycle during CP4. In the MDT, the command values to be transmitted cyclically shall remain valid in CP4 depending on the operation mode.

When a standard telegram is chosen (see Table 6), operation data and the associated sequence in the configurable data record of the AT, as well as the MDT, shall be defined for a given PDS.

Table 6 – IDN for choice and parameterisation of telegrams

IDN	Description
S-0-0015	Telegram type

5.5.4 Standard telegrams

5.5.4.1 Standard telegram-0

No cyclic data shall be exchanged between the control unit and the PDS in a standard telegram-0. Only the fixed data record shall be defined. Data exchange shall take place through the service channel. Its structure is shown in Table 7.

Table 7 – Structure of standard telegram-0

Data record	Data field	Content	IDN	Length (byte)
MDT	-	-	-	0
AT	-	-	-	0

5.5.4.2 Standard telegram-1

Standard telegram-1 shall support the torque control operation mode in the PDS. Its structure is shown in Table 8.

Table 8 – Structure of standard telegram-1

Data record	Data field	Content	IDN	Length (byte)
MDT	1	Torque command value-	S-0-0080	2
AT	1	-	-	0

5.5.4.3 Standard telegram-2

Standard telegram-2 shall support the velocity control operation mode in the PDS. Its structure is shown in Table 9. The position feedback acquisition and the closing of the position loop shall take place in the control unit.

Table 9 – Structure of standard telegram-2

Data record	Data field	Content	IDN	Length (byte)
MDT	1	Velocity command value	S-0-0036	4
AT	1	Velocity feedback value	S-0-0040	4

5.5.4.4 Standard telegram-3

Standard telegram-3 shall support the velocity control operation mode in the PDS. Its structure is shown in Table 10. The position feedback acquisition shall take place in the PDS. The position loop shall be closed in the control unit.

Table 10 – Structure of standard telegram-3

Data record	Data field	Content	IDN	Length (byte)
MDT	1	Velocity command value	S-0-0036	4
AT	1	Position feedback value 1	S-0-0051	4
		or Position feedback value 2	or S-0-0053	

The content of the data field 1 of the AT depends on the telegram type parameter (S-0-0015).

5.5.4.5 Standard telegram-4

Standard telegram-4 shall support the position control operation mode in the PDS. Its structure is shown in Table 11. The position feedback acquisition shall take place in the PDS as well as the closing of the position loop.

Table 11 – Structure of standard telegram-4

Data record	Data field	Content	IDN	Length (byte)
MDT	1	Position command value	S-0-0047	4
AT	1	Position feedback value 1	S-0-0051	4
		or Position feedback value 2	or S-0-0053	

The content of the data field 1 of the AT depends on the telegram type parameter (S-0-0015).

5.5.4.6 Standard telegram-5

Standard telegram-5 shall support the velocity and position control operation mode in the PDS. Its structure is shown in Table 12. Switching modes between velocity and position control shall also be possible by means of standard telegram-5.

Table 12 – Structure of standard telegram-5

Data record	Data field	Content	IDN	Length (byte)
MDT	1	Position command value	S-0-0047	4
	2	Velocity command value	S-0-0036	4
AT	1	Position feedback value 1 or Position feedback value 2	S-0-0051 or S-0-0053	4
	2	Velocity feedback value	S-0-0040	4

The content of the data field 1 of the AT depends on the telegram type parameter (S-0-0015).

5.5.4.7 Standard telegram-6

Standard telegram-6 shall support the velocity control operation mode in the PDS. Its structure is shown in Table 13. The position feedback acquisition and the closing of the position loop shall take place in the control unit.

Table 13 – Structure of standard telegram-6

Data record	Data field	Content	IDN	Length (byte)
MDT	1	Velocity command value	S-0-0036	4
AT	1	-	-	0

5.5.5 Application telegrams

5.5.5.1 Configuration of the MDT

The length of the “configurable data record” in the MDT shall be limited by the “length of the configurable data record in the MDT” (S-0-0186). Cyclic data shall be assigned to the data fields in the configurable data record by means of the sequence of IDNs given in the configuration list of the MDT (S-0-0024).

Configured cyclic data shall always be transmitted in sequential data fields beginning with data field 1. No empty data fields are allowed in the MDT. Necessary IDN for the configuration of application telegrams MDT are listed in Table 14.

Table 14 – IDN for configuration of MDT

IDN	Description
S-0-0015	Telegram type
S-0-0024	Configuration list of MDT
S-0-0188	IDN–list of configurable data in the MDT
S-0-0186	Length of the configurable data record in the MDT

5.5.5.2 Configuration of the AT

The length of the “configurable data record” of the AT shall be limited by the “length of the configurable data record in the AT” (S-0-0185). Cyclic data shall be assigned to the data fields in the configurable data record by means of the sequence of IDNs given in the configuration list of the AT (S-0-0016).

Configured cyclic data shall always be transmitted in sequential data fields beginning with data field 1. No empty data fields are allowed in the AT. Necessary IDN for the configuration of application telegrams AT are listed in Table 15 and an example is shown in Figure 6.

Table 15 – IDN for configuration of AT

IDN	Description
S-0-0015	Telegram type
S-0-0016	Configuration list of AT
S-0-0187	IDN–list of configurable data in the AT
S-0-0185	Length of the configurable data record in the AT

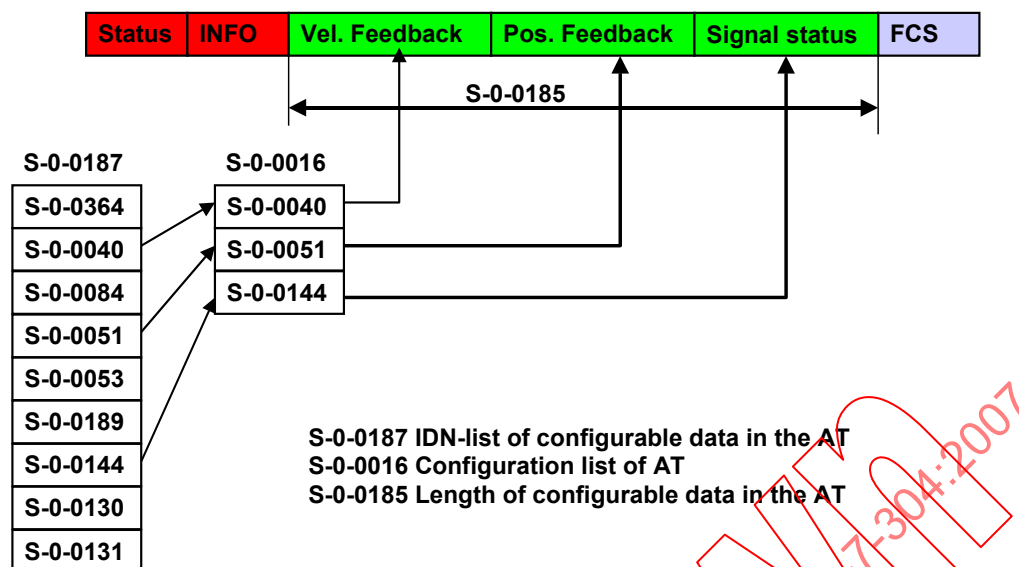


Figure 6 – AT configuration (example)

5.6 Non-cyclic data transfer

The non-cyclic data transfer shall be realised using the Service Channel (SVC).

5.7 Real-time bits

5.7.1 Functions of Real time bits

Two real-time bits shall be reserved in the control word of the MDT and in the status word of the AT, which may be used with special assignments, according to applications. Assignments shall be transmitted on demand via the service channel. The real-time bits are signals which shall indicate some selected status or event in the master or the PDSs. This status or event from the master to the PDS and vice versa shall be represented in real time. The parameters listed in Table 16 shall be available for the use of the real-time bits. Real-time control bits (in the control word of the MDT) shall be distinguished from real-time status bits (in the status word of the AT).

Table 16 – IDN for real-time bits

IDN	Description
S-0-0300	Real-time control bit 1
S-0-0302	Real-time control bit 2
S-0-0301	Allocation of real-time control bit 1
S-0-0303	Allocation of real-time control bit 2
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-0-0304	Real-time status bit 1
S-0-0306	Real-time status bit 2
S-0-0305	Allocation of real-time status bit 1
S-0-0307	Allocation of real-time status 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

A logic meaning may be assigned by the master to real-time bits by means of the assignment IDNs as specified in Table 17, depending on application.

Table 17 – Real-time bits assignment IDNs

Assignment IDNs	Logical value (IDN) assignment to
S-0-0301 and S-0-0413	master's control word, real-time bit 1
S-0-0303 and S-0-0414	master's control word, real-time bit 2
S-0-0305 and S-0-0415	slave's status word, real-time bit 1
S-0-0307 and S-0-0416	slave's status word, real-time bit 2

All logical assignments shall be IDNs of binary operation data (bits, switching signals). Any real-time bits activated through these assignments shall maintain their meaning until the master overwrites or erases them with S-0-0000 or until another IDN changes the logical assignment.

When there is a write access over the service channel to the operation data of an IDN which is assigned to a real-time control bit, the PDS shall generate the error: "operation data is write protected at this time" or "operation data is write protected, it is configured cyclically" (see Figure 7).

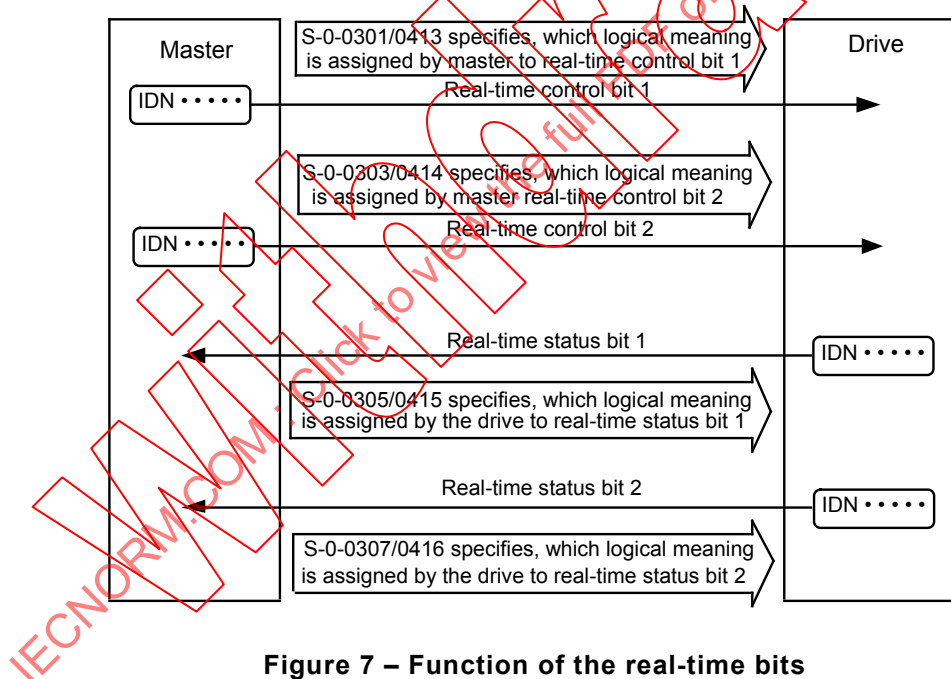


Figure 7 – Function of the real-time bits

5.7.2 Allocation of real-time bits

5.7.2.1 Allocation sequence of real-time control bits

When changing the allocation, the control shall first allocate the S-0-0000 to S-0-0301/0303. This shall invalidate the real-time control bit in the PDS. Afterwards, the control shall copy the new bit to the real-time control bit. After the new bit number (S-0-0413/0414) and the new IDN (S-0-0301/0303) have been allocated, the PDS shall evaluate the new real-time control bit.

5.7.2.2 Allocation sequence of real-time status bits

When the allocation is changed by IDN (S-0-0305/0307) and/or bit number (S-0-0415/0416), undefined states of real-time status bits occur. The control shall detect this and shall not

evaluate the respective data. The PDS shall copy the new changed bit to the real-time status bit when it sets the BUSY bit = 0 at the latest.

5.7.3 Possible cases

5.7.3.1 Case 1

Allocation of an IDN $\neq 0$ to a real-time bit, when no other allocation to this real-time bit is active (see Figure 8).

The state of the real-time control bit shall be defined at the latest when element 7 of S-0-0301/0303 is written. The state of the real-time status bit shall be defined at the latest before the busy bit is reset.

NOTE 1 Element 7 of an IDN is the operation data (see IEC 61800-7-204).

The evaluation of the real-time control bit shall be started in the PDS before the busy bit is reset. The evaluation of the real-time status bit shall not be started in the master before the PDS has reset the busy bit.

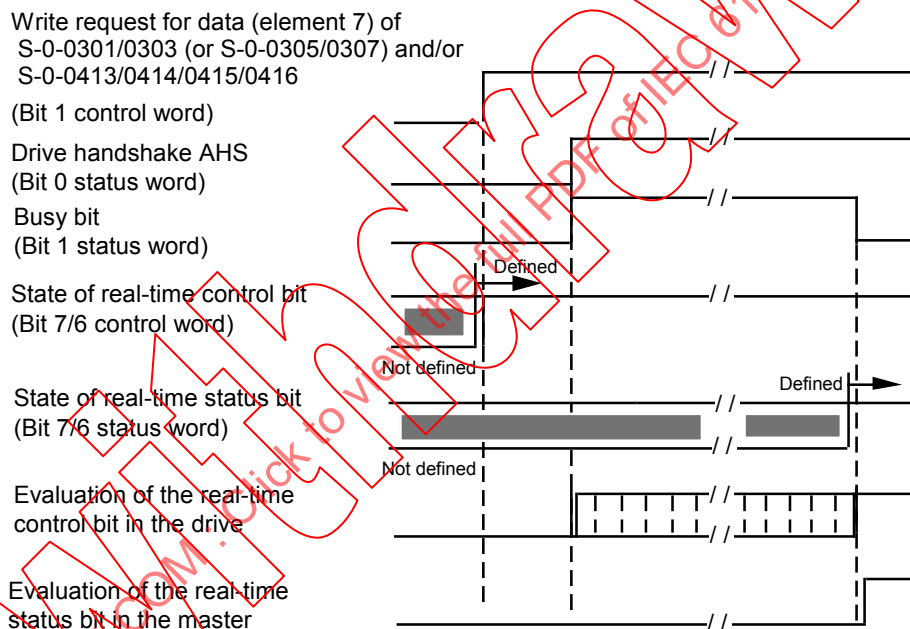


Figure 8 – Allocation of IDN $\neq 0$ to the real-time bits

NOTE 2 No other allocation was active before.

5.7.3.2 Case 2

Allocation of IDN = 0 to a real-time bit, when another allocation to this real-time bit is active (see Figure 9).

The state of the real-time control bit shall remain defined until the PDS resets the busy bit. The state of the real-time status bit shall be at least defined until the PDS sets the busy bit.

The evaluation of the real-time control bit shall be stopped before the PDS resets the busy bit. The evaluation of the real-time status bit shall be stopped in the control unit when element 7 is written.

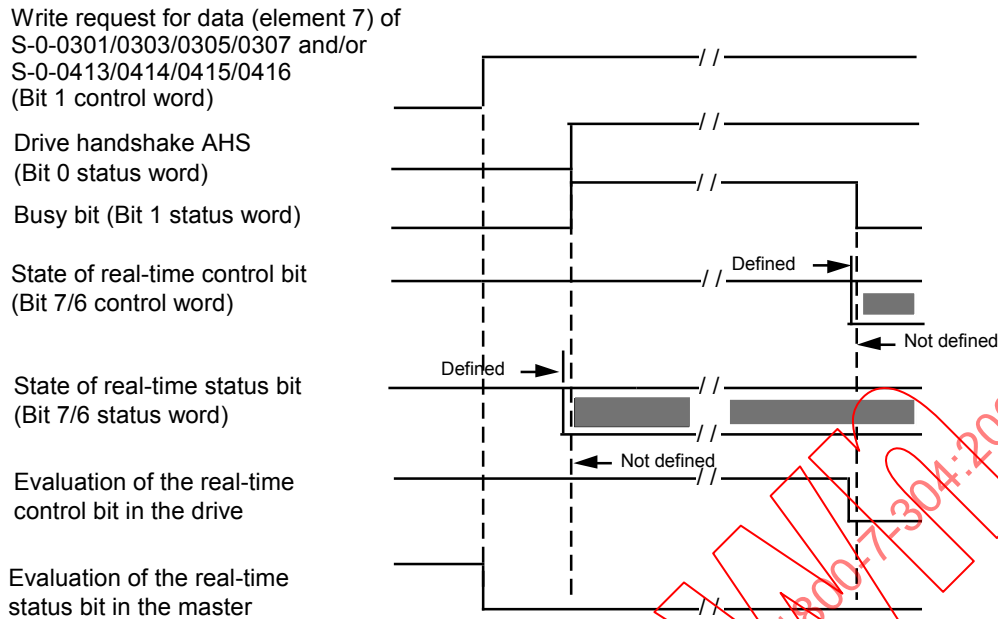


Figure 9 – Allocation of IDN = 0 to the real-time bits

NOTE An other allocation was active before.

5.7.3.3 Case 3

Allocation of an IDN $\neq 0$ to a real-time bit, when another allocation to this real-time bit is active (see Figure 10)

The state of the old real-time control bit shall remain defined by the control unit until the write request for element 7 has been sent. When the busy bit is set by the PDS, the new real-time control bit shall be sent. The old real-time control bit shall be evaluated in the PDS until the busy bit is reset.

In the period from writing element 7 until the busy bit is reset, the control unit shall take care that the value of the transmitted real-time control bit does not lead to disallowed operation states or errors. Generally, this is only possible for “not active” real-time control bits, for which the value in the PDS has no meaning at this time.

The transition from an active real-time control bit to another shall only be allowed if the allocation via IDN S-0-0000 is used (case 2, case 1). The control unit shall handle the switching according to these rules.

The state of the old real-time status bit shall not become undefined before the write request is received. The state of the new real-time status bit shall be defined before the busy bit is reset.

The evaluation of the real-time status bit in the control unit for the old allocation shall only be done until the write request for element 7 is sent. The new assignment shall not be evaluated before the PDS has reset the busy bit.

In the case of an error, the old allocation shall remain valid. In this case, the evaluation shall be allowed again as soon as the busy bit is reset.

Write request for data (element 7) of
S-0-0301/0303/0305/0307 and /or
S-0-0413/0414/0415/0416

(Bit 1 control word)

Drive handshake AHS

(Bit 0 status word)

Busy bit (Bit 1 status word)

State of real-time control bit
(Bit 7/6 control word)

State of real-time status bit
(Bit 7/6 status word)

Evaluation of the real-time
control bit in the drive

Evaluation of the real-time
status bit in the master

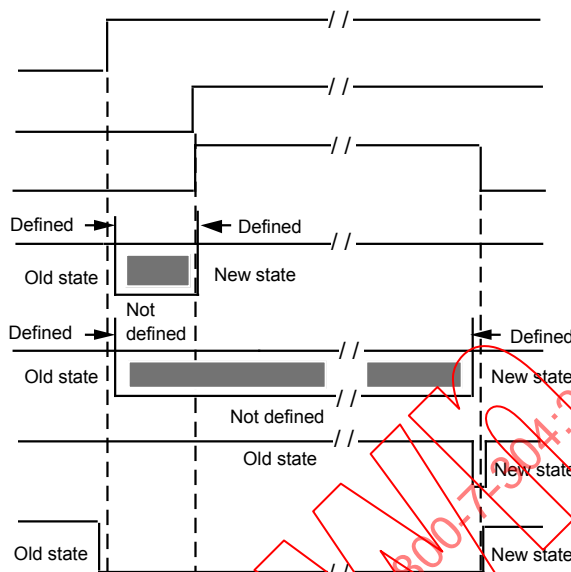


Figure 10 – Allocation of IDN ≠ 0 to the real-time bits

NOTE An other allocation was active before.

5.8 Signal control word and signal status word

Signals shall be transmitted in real-time from the control unit to the PDSs and vice versa by means of the signal control word and signal status word. For this purpose, the signal control word shall be integrated in the MDT and the signal status word in the AT. Bits in the signal control/status word shall be definable by means of the configuration list of the signal control/status word (see S-0-0027/0026) and of the "Bit number allocation list for signal control/status word" (see S-0-0329/0328), as shown in Table 18. If IDN S-0-0329/0328 are not supported by the PDS, the bit 0 of the IDN shall be configured automatically.

Table 18 – IDN for configuring control and status words

IDN	Description
S-0-0145	Signal control word
S-0-0027	Configuration list for signal control word
S-0-0329	Bit number allocation list for signal control word
S-0-0144	Signal status word
S-0-0026	Configuration list for signal status word
S-0-0328	Bit number allocation list for signal status word

Figure 11 shows an example of signal status word configuration.

Bit number of signal status word:		0	1	2	3	4	5	6	
configured IDN (signal)		S-0-0403	S-0-0013	S-0-0000	S-0-0013	S-0-0013	S-0-0013	S-0-0330	
0E 00	20 00	93 01	0D 00	00 00	0D 00	0D 00	0D 00	4A 01	S-0-0026
configured bit number (signal)		0	5		9	0	4		
0E 00	20 00	00 00	05 00	00 00	09 00	00 00	04 00	00 00	S-0-0328
1 2		3 4		Bit 0 of S-0-0403 Bit 5 of S-0-0013 Bit 9 of S-0-0013 Bit 0 of S-0-0013 Bit 4 of S-0-0013 Bit 0 of S-0-0330 ←----- Length of list -----→ Byte 3 and 4 indicate maximum data length available in the PDS. Example: Length = 32 Bytes 0x0020 Byte 1 and 2 indicate length of programmed data in the PDS. Example: Length = 14 Bytes 0x000E					

Figure 11 – Configuration example of signal status word

5.9 Data container

Table 19 lists the IDN used for data containers.

Table 19 – Data containers IDN

IDN	Description
Data container A	
S-0-0360	MDT data container A1
S-0-0364	AT data container A1
S-0-0368	Data container A pointer
S-0-0362	MDT data container A list index
S-0-0366	AT data container A list index
S-0-0370	MDT data container configuration list
S-0-0371	AT data container configuration list
Data container B	
S-0-0361	MDT data container B
S-0-0365	AT data container B
S-0-0369	Data container B pointer
S-0-0363	MDT data container B list index
S-0-0367	AT data container B list index

Two data containers (A and B) shall be defined for the MDT and AT, serving as placeholders in the MDT and AT. The contents of the data containers shall be dynamically changeable by the control unit as necessary, or based upon the operation mode. Additionally, a data container pointer (S-0-0368 and (S-0-0369) is required for each of the containers, as well as a configuration list for the MDT and AT containers (S-0-0370, S-0-0371). Data containers shall be 4 bytes long. If the configured operation data is only 2 bytes long, it shall be placed in the lower part of the data container. In this case, the higher part shall not be used.

The data container pointers shall contain an 8-bit pointer that shall define what operation data will be placed in the data container. The pointer shall be the offset within the data container configuration list (S-0-0370 or S-0-0371) from the start of the IDN list to the desired IDN. The

control unit shall place the desired operation data in the MDT data container, while the PDS shall place the desired operation data in the AT data container.

The control unit shall enter, into the MDT data container configuration list, the IDN for the operation data that are to be sent via the MDT data container as needed from the control unit to the PDS.

The control unit shall enter, into the AT data container configuration list, the IDN for the operation data that are to be sent via the AT data container as needed from the PDS to the control unit.

The addressing IDNs (S-0-0368, S-0-0369) shall be configurable in the cyclic data of the MDT. Thereby, a switching of the operation data in the data containers within a communication cycle shall be possible (see Figure 12).

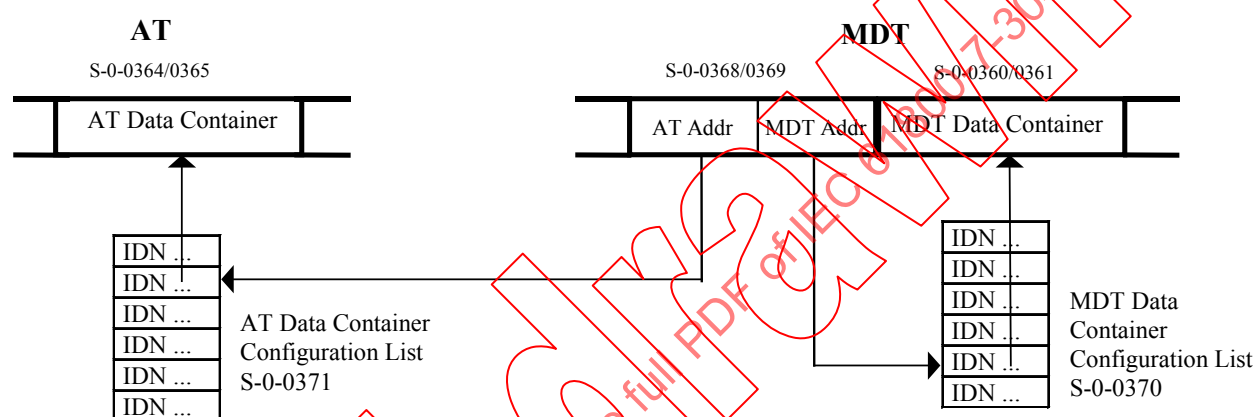


Figure 12 – Data container configuration without acknowledge (slave)

The addressing IDNs (S-0-0368, S-0-0369) shall also be configurable in the cyclic data of the AT. In this case, the addressing (acknowledgement) according to the contents of the data container shall be transmitted. The PDS shall generate the acknowledgement by copying the pointer of MDT to the pointer of AT. If the pointer of the data container is situated outside of the configuration list for the MDT or AT data container, or the data does not fit in the data container, the contents of the data container shall be invalid. The PDS shall set the pointer (acknowledgement) in the AT on 255. The data in MDT or AT data container shall be ignored (see Figure 13). The control unit shall compare the addressing (S-0-0368, S-0-0369) of MDT and AT. If the result is equal, it shall consider that the slave accepted the MDT data or wrote the requested data into the AT.

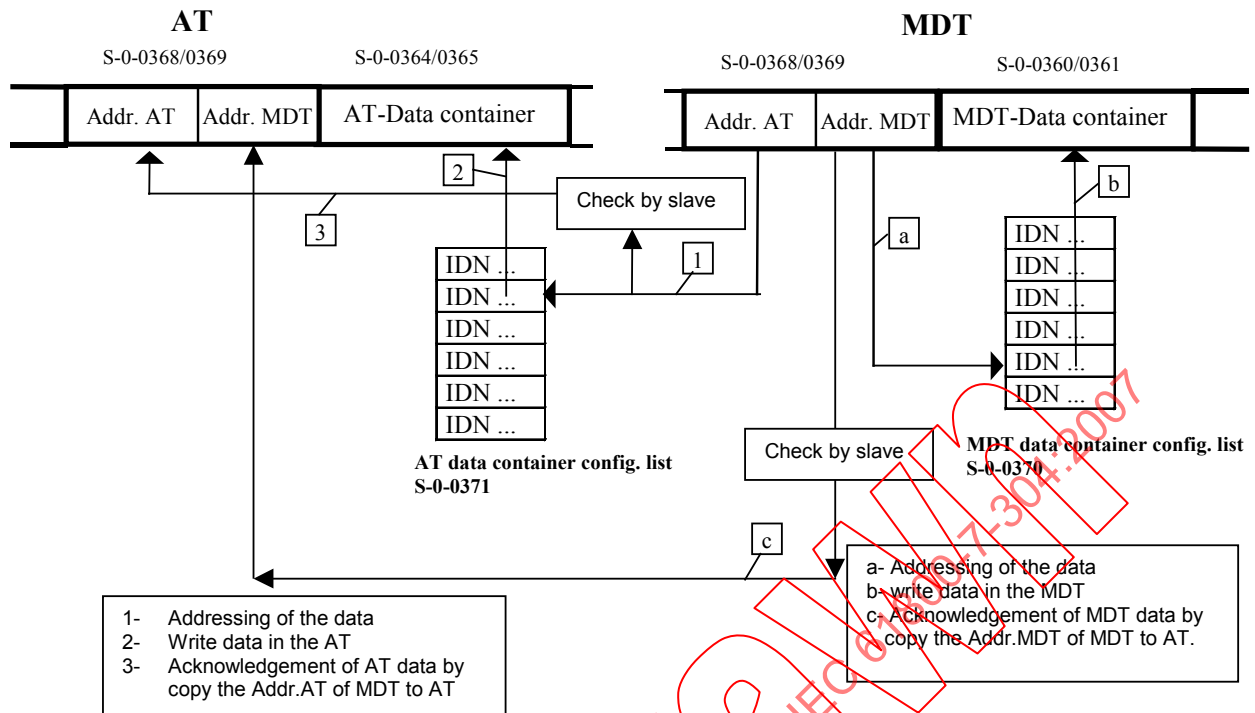


Figure 13 – Data container configuration with acknowledge (slave)

If, in the MDT-data container A or B, an IDN with a variable length (list) is configured, the corresponding data element of this list shall be addressed via the list index.

The list index of the MDT data container shall consist of a 16 bit address. Via index 65 535, the data container shall be defined invalid by the control unit.

The control unit shall set the addressed list element into the MDT data container.

The list index of MDT data container shall be configurable in the cyclic data of the MDT. Thereby, a switching of the list elements in the data container during a communication cycle shall be possible. During writing on the MDT data container with the list index, the length of the list shall not be changed.

The list index of MDT data container shall also be configurable into the cyclic data of the ATs. In this way, an acknowledgement of the MDT data container shall be possible. The PDS shall read the list index of MDT data container from the MDT and acknowledge it in the AT.

If the list index is situated outside of the list, the list index of MDT shall be set in the AT (acknowledgement) on value 65 535 and/or the pointer of data container in AT (acknowledgement) on value 255. All data in the MDT data container shall be ignored by the slave.

5.10 Drive shutdown functions

Error handling is based on the principle that drives shall always be equipped with monitoring functions to guarantee an automatic shut-down in situations that prevent a correct response to commands from the control unit (master).

Since the SERCOS interface provides for operation only in CP4, the drives shall respond by shutting down automatically when CPs other than CP4 are present in the MST.

Drives shall automatically shut-down where a communication error impairs their ability to guarantee their correct functioning. This is the case where MSTs or MDTs fail twice in succession during CP4 in a drive.

As described above, drives which are unable to respond properly shall shut-down themselves. This does not necessarily mean that the control unit shall respond with an interrupt and re initialisation when telegram failures occur in CP4. Rather, there may be certain procedures stored in the control unit which can be executed before shut-down, depending on the error situation. These procedures shall be part of the control unit.

When the slave sets the “communication error” bit in the class 1 diagnostic (C1D, S-0-0011), then the diagnostic message, S-0-0095, can be used to read a character set string describing the error.

5.11 Communication classes

5.11.1 General

Communication classes in the SERCOS interface shall be provided for by the various manufacturers in order to simplify the interoperability of SERCOS interface components. All functions which affect the operation of the master or slaves shall be as defined under different application profiles.

The SERCOS communication shall be subdivided in 3 classes. By definition, the communication classes follow a hierarchical structure. This means that a higher communication class shall assume the requirements of a lower communication class. Each communication class shall contain a certain range of function groups and IDNs. An illustration of this procedure is shown in Figure 14.

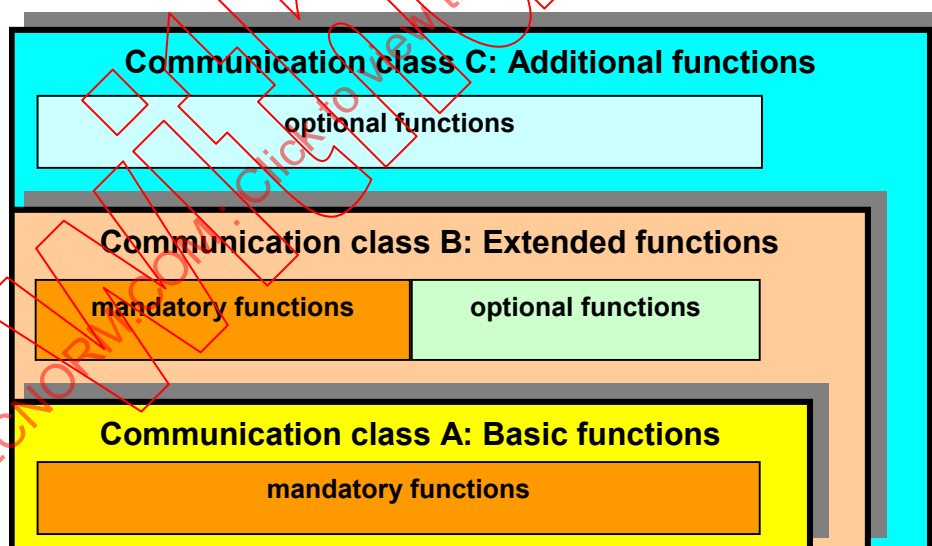


Figure 14 – Structure of Communication classes

SERCOS interface components shall be described by supported:

- compliance classes (mandatory) one or more;
- additional functions (optional);
- communication cycle time (mandatory);
- transmission rate (mandatory).

NOTE Example for a PDS – class B position control – with following additional functions: position feedback (slave), positive stop PDS procedure, probing cycle: level 1 – communication cycle time: 0,5 ms – granularity 1 – transmission rate: 2 Mbit/s and 4 Mbit/s.

5.11.2 Communication class A

This class consists of all parameters that are required in order to allow the exchange of data in a way that is consistent with the SERCOS interface protocol. Each SERCOS interface component (e.g., PDS, control unit), shall support these parameters in order to close a SERCOS interface ring and operate fault free up to CP4, independent of the device.

Communication class A shall include the following basic communication-related functions:

- ring configuration;
 - timing (see Table 20);
 - standard telegram (see Table 21);
 - phase run-up (see Table 22);
- service channel protocol (see Table 23);
- communication error handling;
- information and diagnostics (see Table 24);
- status word (RT channel);
- control word (RT channel).

Table 20 – Ring configuration – Timing

IDN	Description	Capability	Comments
S-0-0001	Control unit cycle time (t_{ncyc})	W	If the control unit uses a value different from S-0-0002, this shall be supported, as well as the Control Unit Synchronisation Bit (control word, bit 10)
S-0-0002	Communication cycle time (t_{scyc})	W	
S-0-0003	Shortest AT transmission starting time (t_{1min})	R	
S-0-0004	Transmit/receive transition time (t_{ATMT})	R	
S-0-0005	Minimum feedback processing time (t_5)	R	
S-0-0006	AT transmission starting time (t_1)	W	
S-0-0007	Feedback acquisition capture point (t_4)	W	
S-0-0008	Command value valid time (t_3)	W	
S-0-0087	Transmit to transmit recovery time (t_{ATAT})	R	This parameter shall be provided even the slave does not support multiple devices. If the slave does not support multiple devices this parameter is set to "0".
S-0-0088	Receive to receive recovery time (t_{MTSY})	R	
S-0-0089	MDT transmission starting time (t_2)	W	
S-0-0090	Command value proceeding time (t_{MTSG})	R	
S-0-0096	Slave arrangement (SLKN)	R	

Table 21 – Ring configuration – Telegram configuration

IDN	Description	Capability	Comments
S-0-0009	Position of data record in MDT	W	
S-0-0010	Length of MDT	W	
S-0-0015	Telegram type	W	Standard telegrams only

Table 22 – Ring configuration – Phase run-up

IDN	Description	Capability	Comments
S-0-0021	IDN-list of invalid operation data for CP2	R	
S-0-0022	IDN-list of invalid operation data for CP3	R	
S-0-0028	MST error counter	R	
S-0-0029	MDT error counter	R	
S-0-0127	CP3 transition check	W	
S-0-0128	CP4 transition check	W	
RTChannel	Procedure command change	R	Status word, bit 5

Table 23 – Service channel protocol

IDN	Description	Capability	Comments
RTChannel	Service Channel AT	R	Status word, bit 0 to 2
RTChannel	Service Channel MDT	W	Control word, bit 0 to 5

Table 24 – Information & diagnostics

IDN	Description	Capability	Comments
S-0-0011	Class 1 diagnostic	R	Bit 12 for communication required only. Other bits defined by functional description of the profiles.
S-0-0012	Class 2 diagnostic	R	Required for function part of the profiles.
S-0-0013	Class 3 diagnostic	R	Required for function part of the profiles.
S-0-0014	Interface status	R	Bits 0 to 8 for communication required only.
S-0-0017	IDN-list of all operation data	R	
S-0-0025	IDN-list of all procedure commands	R	
S-0-0028	MST error counter	R	
S-0-0029	MDT error counter	R	
S-0-0030	Manufacturer version	R	
S-0-0095	Diagnostic message	R	
S-0-0096	Slave arrangement (SLKN)	R	
S-0-0099	Reset class 1 diagnostic	W	
S-0-0134	Master control word	R	
S-0-0135	PDS status word	R	
S-0-0143	SERCOS interface version	R	
RT channel	PDS shut down error	R	Status word, bit 13

The baud rates and cycle times to be supported shall be as defined by the detailed descriptions of the different profiles.

NOTE The scanning of baudrates by the master should be deactivated, as this may interfere with the automatic baudrate recognition by the PDS which is an optional feature (communication class C).

The IDNs in Table 25 shall be written by the control unit in CP2. The control unit shall not rely on defaults or previously stored parameters. The PDS shall accept these parameters in CP 2. The control unit may or may not write additional parameters in CP2 depending upon configuration. The PDS shall accept all other parameters in CP3, as well.

Table 25 – Communication class A settings

IDN	Name	Access	Comment
S-0-0001	Control unit cycle time (t_{Ncyc})	CP2-W	Ring timing
S-0-0002	Communication cycle time (t_{Scyc})	CP2-W	Ring timing
S-0-0006	AT transmission starting time (t_1)	CP2-W	Ring timing
S-0-0007	Feedback acquisition capture point (t_4)	CP2-W	Ring timing
S-0-0008	Command value valid time (t_3)	CP2-W	Ring timing
S-0-0009	Position of data record in MDT	CP2-W	Telegram configuration
S-0-0015	Telegram type	CP2-W	Telegram configuration
S-0-0089	MDT transmission starting time (t_2)	CP2-W	Ring timing
S-0-0127	CP3 transition check	CP2-W	Phase switch

The parameter list S-0-0021 “IDN-list of invalid operation data for CP2” shall only reflect parameters from this table.

5.11.3 Communication class B (Extended Functions)

Communication class B shall include:

- Communication class A with the following basic communication-related functions (see 5.11.2):
 - ring configuration (timing, standard telegram, phase run-up);
 - service channel protocol;
 - information & diagnostics;
 - status word (real-time channel);
 - control word (real-time channel).
- and the following extended communication functions:
 - ring configuration (telegram 7) (see Table 26);
 - extended information & diagnostics (see Table 27);
 - real-time control bits (see Table 28);
 - real-time status bits (see Table 29).

Table 26 – Ring configuration – Telegram configuration

IDN	Description	Capability	Comments
S-0-0016	Configuration list of AT	W	
S-0-0024	Configuration list of MDT	W	
S-0-0185	Length of the configurable data record in the AT	R	
S-0-0186	Length of the configurable data record in the MDT	R	
S-0-0187	IDN-list of configurable data in the AT	R	
S-0-0188	IDN-list of configurable data in the MDT	R	

Table 27 – Information & diagnostics

IDN	Description	Capability	Comments
S-0-0097	Mask class 2 diagnostic	W	
S-0-0098	Mask class 3 diagnostic	W	

Table 28 – Real-time control bits

IDN	Description	Capability	Comments
S-0-0300	Real-time control bit 1	R	
S-0-0301	Allocation of real-time control bit 1	W	
S-0-0302	Real-time control bit 2	R	
S-0-0303	Allocation of real-time control bit 2	W	

Table 29 – Real-time status bits

IDN	Description	Capability	Comments
S-0-0304	Real-time status bit 1	R	
S-0-0305	Allocation of real-time status bit 1	W	
S-0-0306	Real-time status bit 2	R	
S-0-0307	Allocation of real-time status bit 2	W	

The IDNs in Table 30 shall be written by the control unit in CP2. The control unit shall not rely on defaults or previously stored parameters. The PDS shall accept these parameters in CP 2. The control unit may or may not write additional parameters in CP2 depending upon configuration. The PDS shall accept all other parameters in CP3, as well.

Table 30 – Communication class B settings

IDN	Name	Access	Comment
S-0-0001	Control unit cycle time (t_{Ncyc})	CP2-W	Ring Timing
S-0-0002	Communication cycle time (t_{Scyc})	CP2-W	Ring Timing
S-0-0006	AT transmission starting time (t_1)	CP2-W	Ring Timing
S-0-0007	Feedback acquisition capture point (t_4)	CP2-W	Ring Timing
S-0-0008	Command value valid time (t_3)	CP2-W	Ring Timing
S-0-0009	Position of data record in MDT	CP2-W	Telegram Configuration
S-0-0015	Telegram type	CP2-W	Telegram Configuration
S-0-0016	Configuration list of AT	CP2-W	Ring Timing
S-0-0024	Configuration list of MDT	CP2-W	Ring Timing
S-0-0089	MDT transmission starting time (t_2)	CP2-W	Ring Timing
S-0-0127	CP3 transition check	CP2-W	Phase switch

The parameter list S-0-0021 "IDN-list of invalid operation data for CP2" shall only reflect parameters from this table.

5.11.4 Communication class C (Additional Functions)

The communication class C shall contain:

- Communication class B which includes (see 5.11.3):
 - Communication class A with the following basic communication-related functions:
 - ring configuration (timing, standard telegram, phase run-up);
 - service channel protocol;
 - information & diagnostics;
 - status word (real-time channel);
 - control word (real-time channel).
 - and the following extended communication functions:
 - ring configuration (telegram 7);
 - extended information & diagnostics;
 - real-time control bits;
 - real-time status bits.
- and the following additional optional functions, such as:

- automatic baud rate recognition;
- physical order;
- configurable real-time bits – signal control;
- configurable real-time bits – signal status word;
- data container – multiplex channel;
- data container – list handling via multiplex channel;
- list handling via service channel;
- expanded service channel;
- firmware up/download;
- file transfer.

5.11.5 Communication cycle time granularity

For S-0-0002, the communication cycle time shall be preselected. t_{Scyc} shall be an integer multiple of the PDS cycle time and the control unit cycle time shall be an integer multiple of the communication cycle time. For good performance of the whole system, the cycle time should be as small as possible.

Three granularities shall be defined. In the absence of a granularity specification, the granularity 1 shall be assumed.

- granularity 1: 62,5 μs , 125 μs , 250 μs , 500 μs , and then 1 ms to 65 ms in 1 ms increments
- granularity 2: 62,5 μs , 125 μs , 250 μs , and then 500 μs to 65 ms in 500 μs increments
- granularity 3: 62,5 μs , 125 μs , and then 250 μs to 65 ms in 250 μs increments

Implementation of the SERCOS interface shall support granularity 1 to insure inter-operability. Granularities 2 and 3 shall be regarded as optional enhancements.

6 Mapping to CP16/3 (SERCOS III)

6.1 Reference to communication standards

CP16/3 is specified in the IEC 61158 standard family. The detailed references are listed the corresponding part of IEC 61784-2.

6.2 Overview

CP16/3 (SERCOS III) performs in ways that are very similar to CP16/1 (SERCOS I) and CP16/2 (SERCOS II). See Clause 5. For this reason, 5.11.5 shows and specifies only in which ways this CP16/3 differs.

Table 31 summarises the major features of CP16/3.

Table 31 – CP16/3 features summary

Feature	CP16/3
Topology	Ring or line
Data flow	Double ring: From the master to the 1st slave, then to the next one, and so on until the last slave, then to the master. Simultaneously from the master to the last slave, then to the previous one, and so on until the 1st slave, then to the master. Each slave shall be able to read and modify the telegrams in both directions. Daisy chain: From the master to the 1st slave, then to the next one, and so on until the last slave, then back to the previous one, and so on until the 1st slave, then to the master. Each slave shall be able to read and modify the telegrams in both directions.
Direct communication between slaves	Supported
Communication medium	According to ISO/IEC 8802-3 (Ethernet) Wire (100BASE-TX), or Fibre optic (100BASE-FX)
Transmission rate	100 Mbit/s
Cycle time t_{cyc}	31,25 μs , 62,5 μs , 125 μs , 250 μs , 500 μs , and up to 65 ms by steps of 250 μs
Synchronisation	Automatic transmission delay compensation
Number of slaves	Up to 254
Device address ADR	$1 \leq \text{ADR} \leq 254$
Synchronisation telegram	MDT0
Slave telegrams	All slaves write into up to 4 ATs (AT0 to AT3)
Master telegrams	The master writes into up to 4 MDTs (MDT0 to MDT3)
Telegram order within a cycle	MDT0 to MDT3, AT0 to AT3
Non cyclic communication	Service channel (SVC): 4 bytes are reserved for each slave within AT and MDT
Support for other telegrams	Any Ethernet frame may be transmitted: - at each cycle in the IP channel, if the network has been configured for it; - at any time between the last slave in a line and other devices; - at any time between all devices before CP16/3 network initialisation.
Initialisation	Automatic at power-up ($t_{\text{cyc}} \geq 1 \text{ ms}$) 4 intermediate communication phases (CP0 to CP3) before reaching normal operation (CP4)
File transfer	Using Service channel (SVC), or using Ethernet frames, if the slave supports it
Hot plug	Supported
Redundancy	Supported If one communication fault (e.g., cable break) occurs in a ring topology, the network immediately behaves as two lines
Network monitoring	The whole network data is available at any point within the network

The exact number of PDSs which can be serviced per communication network depends on the cycle time, the selected data volume, and the transmission rate. The number of PDSs per control unit can also be expanded by using several networks. Table 32 shows some examples that are valid under normal operating conditions. The spare time is available for transmitting

other data (e.g., communication with PLC-like I/Os, Ethernet frames) or as a safety margin to be used for later application developments.

Table 32 – Number of PDSs per network (examples)

Communication profile	Transmission rate	Cycle time	Data record to each PDS	Data record from each PDS	Number of PDSs	Data rate (service channel) per PDS	Spare time
CP 16/3	100 Mbit/s	1 ms	16 byte	16 byte	254	8 kbit/s (4 bytes)	40 μ s
CP 16/3	100 Mbit/s	1 ms	32 byte	32 byte	120	32 kbit/s (4 bytes)	200 μ s
CP 16/3	100 Mbit/s	250 μ s	32 byte	32 byte	34	128 kbit/s (4 bytes)	25 μ s
CP 16/3	100 Mbit/s	250 μ s	32 byte	32 byte	17	128 kbit/s (4 bytes)	130 μ s
CP 16/3	100 Mbit/s	31,25 μ s	8 byte	8 byte	8	1 024 Mbit/s (4 bytes)	5 μ s

6.3 Physical layer and topology

The SERCOS CP16/3 (SERCOS III) interface shall use Ethernet data transmission between control units and PDSs. It may be realised either using 100BASE-TX (wire) or 100BASE-FX (fibre optic) depending upon the application.

Communication topology shall be a line or a ring, as shown in Figure 15.

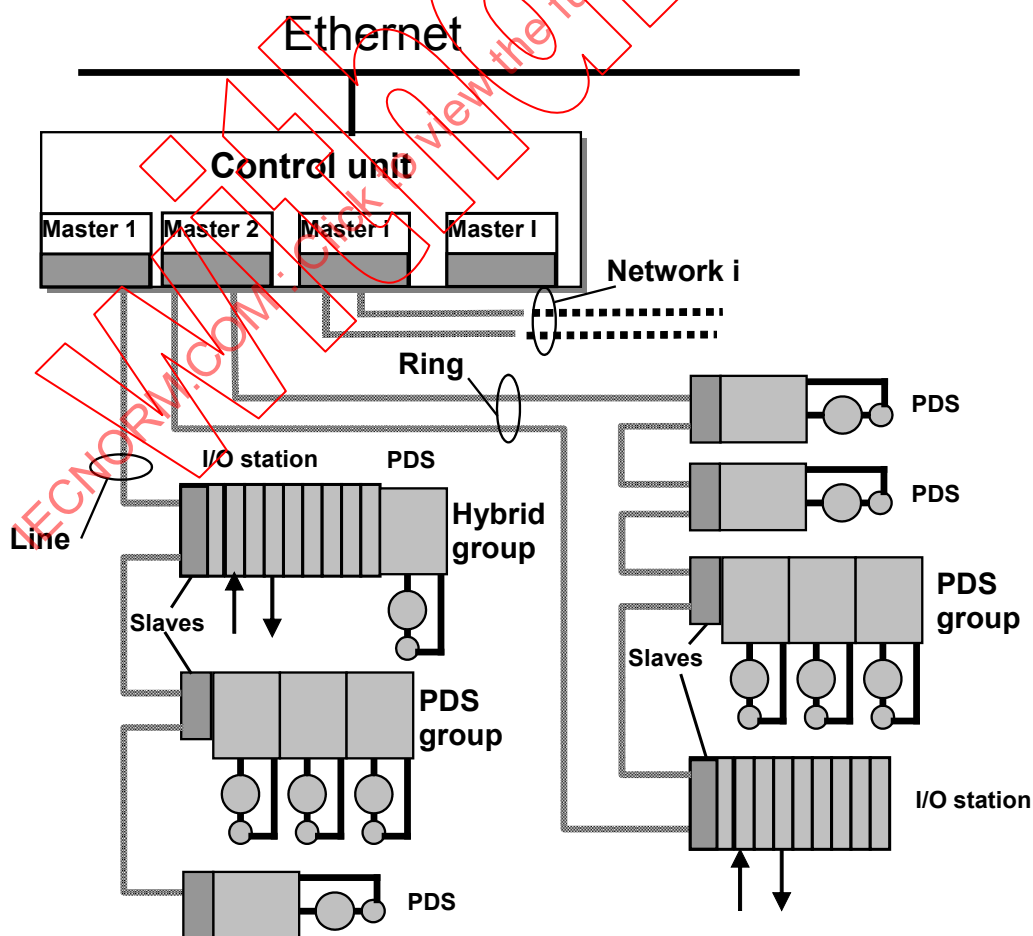


Figure 15 – Topology

The ring topology shall offer redundancy during communication. In case of a failure of one of the transmission lines (e.g., cable break, intentional connection removal), the master shall still be capable of communicating with all its slaves without interruption. Thus, reliability and availability of the network are enhanced.

Direct, real-time communication between slaves shall be fully supported. The master shall determine the participants in such direct communications.

For the logging on or off of participants, there shall be data fields (hot-plug fields) in the real-time telegrams. The procedures for logging on and off shall be as specified.

For monitoring purpose, the whole network real-time data content shall be available at any point within that network.

6.4 Synchronisation mechanism and telegram content

Refer to 5.3 and Clause 5 (CP16/1 – SERCOS I and CP16/2 – SERCOS II).

CP16/3 (SERCOS III) synchronisation differs only as follows (see Figure 16):

- a shorter cycle time (31,25 μ s) shall be available in addition;
- the synchronisation telegram (MST) shall be part of the master data telegram (MDT0);
- the slaves shall write their data into up to 4 telegrams (AT0 to AT4);
- the master shall write its data into up to 4 telegrams (MDT0 to MDT4).
- the network shall be configured depending upon application (either method 1 or method 2, see Figure 16) for providing a so-called IP channel, that is a time slot within each communication cycle, which may be placed either before the last MDT and AT0, or between the last AT and MDT0;
- CP16/3 specifies 2 jitter classes as shown in Table 33. High performance jitter class provides for a better synchronisation of the PDSs and thus a more accurate multiaxis trajectory.

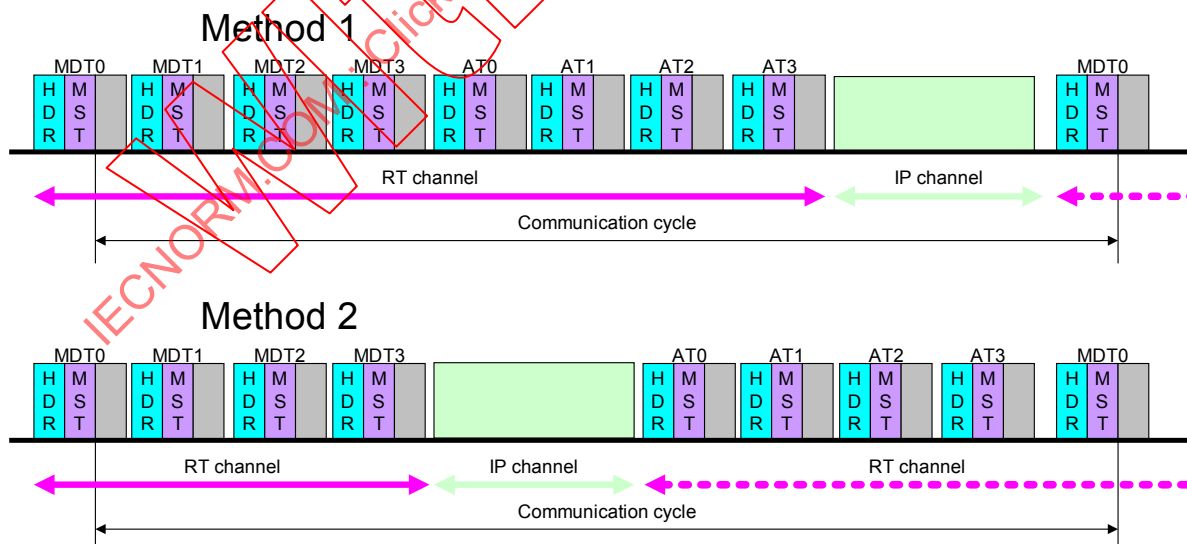


Figure 16 – Telegram sequence

Table 33 – Synchronisation performance classes

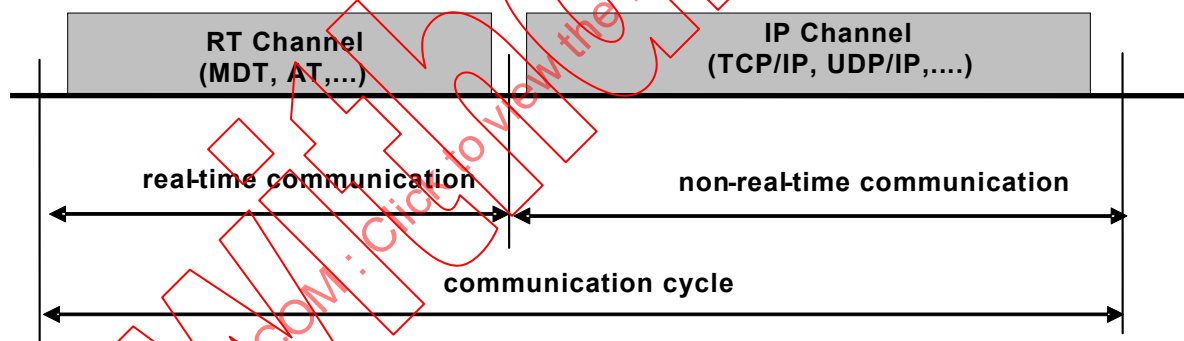
jitter max	Node	
	Master	Slave
50 ns	Class B	Class B
50 µs	Class C	

6.5 Non-cyclic data transfer

Refer to Clause 5 (CP16/1 – SERCOS I and CP16/2 – SERCOS II).

CP16/3 (SERCOS III) non-cyclic data transfer differs only as follows:

- in the Service Channel (SVC), 4 bytes shall be reserved for each slave within ATs and MDTs.
- non-cyclic data transfer shall be possible using the IP-channel, if the slave supports TCP/UDP/IP communication.
- a communication cycle shall provide for non real-time communication (see IP-channel in Figure 17) in addition to real-time communication (the RT-channel); the non real-time communication may optionally be used depending on application, and in that case, the master shall set the time-slot for the non real-time communication during initialisation.
- due to the flexibility of data message formats, other control structures and operating modes besides the ones commonly used with CP16/1 and CP16/2 are possible.

**Figure 17 – General communication cycle**

6.6 Real-time bits

Refer to 5.7 (CP16/1 – SERCOS I and CP16/2 – SERCOS II).

6.7 Signal control word and signal status word

Refer to Clause 5 (CP16/1 – SERCOS I and CP16/2 – SERCOS II).

6.8 Data container

Refer to 5.9 (CP16/1 – SERCOS I and CP16/2 – SERCOS II).

6.9 Drive shutdown functions

Refer to 5.10 (CP16/1 – SERCOS I and CP16/2 – SERCOS II).

6.10 Communication classes

Refer to 5.11 (CP16/1 – SERCOS I and CP16/2 – SERCOS II).

CP16/3 (SERCOS III) synchronisation differs only as follows:

- the communication cycle times shall be selected using IDN S-0-1002;
- 31,25 µs cycle time shall be available in addition;
- only granularity 3 (250 µs increments beyond 250 µs cycle time) is recommended.

7 Mapping to EtherCAT

7.1 Reference to communication standards

SERCOS Interface™¹³ is recognised as a high performance real-time communication interface in particular for motion control applications which consists of the communication technology and various device profiles, whereas the profile for servo-drives and the communication technology are standardised in IEC 61800-7-204.

EtherCAT¹⁴ is a Real Time Ethernet technology especially suitable for communication between control systems and peripheral devices like I/O systems, drives, sensors and actuators. EtherCAT is specified in the IEC 61158 standard family and is referenced in IEC 61784-2 as CP 12. The detailed references are listed in the corresponding part of IEC 61784-2.

EtherCAT supports the servo profile defined within IEC 61800-7-204. The SERCOS Interface™ protocol itself is not transferred over EtherCAT, but the drive parameters and data that are defined in IEC 61800-7-204 are made accessible by the EtherCAT protocol.

This specification describes the EtherCAT interface to the IEC 61800-7-204 servo drive profile. The corresponding protocol is called IEC 61800-7-204 Servo Drive Profile over EtherCAT (SoE).

SoE allows to integrate drives based on IEC 61800-7-204 technologies in an EtherCAT environment. This includes the SERCOS state machine (Communication phases), synchronisation, process data communication and the access via Service Channel to the identifiers (IDN) and their elements (data state, attribute, name, unit, min, max and value).

The IDNs numbers and their specific use are specified in IEC 61800-7-204.

7.2 Overview

Table 34 summarises the major features of EtherCAT.

¹³ SERCOS™ and SERCOS Interface™ are trade names of SERCOS International e.V. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance to this profile does not require use of the trade names SERCOS or SERCOS Interface. Use of the trade names SERCOS and SERCOS Interface requires permission of the trade name holder.

¹⁴ EtherCAT™ is a registered trade name of Beckhoff, Verl.

Table 34 – EtherCAT feature summary

Feature	CP12
Topology	Line, Star, Ring
Data flow	Line: From the master to the 1 st slave, then to the next one, and so on until the last slave, then back in reverse order. Star: Frame will be passed to every port and then sent back to the port which receives the frame first
Communication medium	Twisted pair or Fibre optic
Transmission rate	100 Mbit/s
Communication parameter setting	Autonegotiation and Autocrossover function of ISO/IEC 8802-3
Cycle time $t_{S_{cyc}}$	Can be determined by the application
Number of slaves	Up to 65 535
Device address ADR	Automatic or by selectable Addresses
Synchronisation	With specific protocol (DC) with data exchange
Slave telegrams	1 EtherCAT telegram with logical filtering for all PDS Mailbox for service channel
Master telegram	1 EtherCAT telegram with logical filtering for all PDS Mailbox for service channel
Initialisation	Automatic at power-up 3 intermediate communication phases (Init, Pre-Operational, Safe-Operational) before reaching Operational state
File transfer	FoE protocol or EoE with IP communication

The exact number of PDSs which can be serviced per communication network depends on the cycle time, and the selected data volume. The number of PDSs per control unit can also be expanded by using several networks. Table 35 shows some examples that are valid under normal operating conditions. The spare time is available for transmitting other data (not PDS related) or as a safety margin to be used for later application developments.

Table 35 – Number of PDSs per network (examples)

Communication profile	Transmission rate	Cycle time	Data record per PDS (in each direction)	Number of PDSs	Data rate (service channel) per PDS	Spare time
CP 12	100 Mbit/s	1 ms	8 bytes	720	50 Mbit/s for all PDS	10 μ s
CP 12	100 Mbit/s	1 ms	16 bytes	360	50 Mbit/s for all PDS	10 μ s
CP 12	100 Mbit/s	1 ms	32 bytes	180	50 Mbit/s for all PDS	10 μ s
CP 12	100 Mbit/s	250 μ s	8 bytes	180	50 Mbit/s for all PDS	10 μ s
CP 12	100 Mbit/s	250 μ s	16 bytes	90	50 Mbit/s for all PDS	10 μ s
CP 12	100 Mbit/s	250 μ s	32 bytes	45	50 Mbit/s for all PDS	10 μ s
CP 12	100 Mbit/s	31,25 μ s	8 bytes	22	20 Mbit/s for all PDS	5 μ s

7.3 SoE Synchronisation

7.3.1 General

The sequence of interactions for the set up of communication, synchronisation and data exchange is described in Figure 18.

7.3.2 CP16 Phase 0-2

No synchronisation between master and slave exists. Service channel communication is done via EtherCAT mailbox interface.

7.3.3 CP16 Phase 3-4

Synchronisation is done via 'Distributed Clock' (DC) or by Sync Manager event. Master configures the DC unit to generate a sync event within a configured cycle time. The sync event is set typically at the end of communication. The Sync Manager event operates in the same way. The sync signal compares to the end of MST telegram as defined in IEC 61158-4-16.

7.4 SoE Application Layer Management

7.4.1 EtherCAT State Machine and IEC 61784 CPF 16 State Machine

The communication phases (CPs) of IEC 61158-4-16 are comparable to the EtherCAT state machine (ESM) as shown in Figure 18. Phases 0 and 1 are covered by the 'Init' state of the EtherCAT state machine. Phase 2 corresponds to the 'Pre-Operational' state and allows access to the IDNs via the 'service channel' (EtherCAT mailbox). Phase 3 corresponds to 'Safe-Operational', cyclic data is transmitted and the drive has time for synchronisation. The EtherCAT state 'Safe-Operational' defines that the slave shall transmit valid inputs and to ignore the outputs from the master – this shall be guaranteed by the slave. 'Operational' corresponds to phase 4 – all inputs and outputs are valid.

S-0-0127 (C100 Communication phase 3 transition check) and S-0-0128 (C200 Communication phase 4 transition check) are obsolete and are covered by the transition from 'Pre-Operational' to 'Safe-Operational' respectively from 'Safe-Operational' to 'Operational'.

EtherCAT allows a fallback from 'Operational' to 'Safe-Operational' (e.g. in case of synchronisation error) or 'Pre-Operational' (in case of invalid inputs) and from 'Safe-Operational' to 'Pre-Operational' (in case of invalid inputs). A SoE slave should support this too. If not, the slave shall set the error bit in the EtherCAT AL status register.

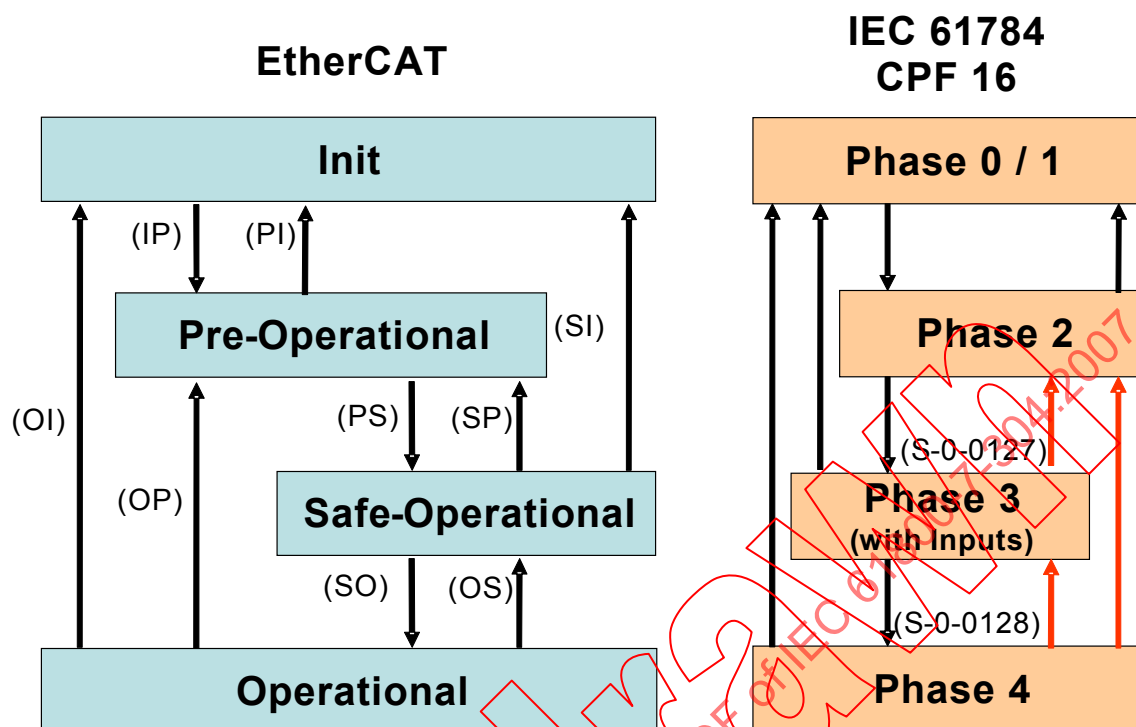


Figure 18 – ESM and IEC 61158-4-16 State Machine

7.4.2 Multiple Drives

The IEC 61784 CPF16 address (or addresses – if more than one drive is covered by one EtherCAT slave) is used as defined. It is readable and writable from the master via S-0-0096 (slave arrangement SLKN). The IEC 61784 CPF16 address is absolutely independent from the addressing schema of EtherCAT and is used as application specific information for compatibility reasons.

If more than one drive is covered by one EtherCAT slave controller, the process data of the drives (including the control/status word) are added up. Beginning with the control/status word and the process data of the first drive followed by the control/status word and process data of the next drive – and so on. Up to 8 drives are accessible via one EtherCAT slave controller. Service channel communication via the EtherCAT mailbox to the different drives is distinguished via the 'DriveNo' field of the SoE_Header.

7.4.3 IDN Usage

7.4.3.1 Overview

Some IDNs are defined for IEC 61800-7-204 communication purposes only and are obsolete when using EtherCAT as the communication network. Other identifiers change their meaning according to 7.4.3.3.

IDN S-0-4000 to S-0-4199 are reserved for EtherCAT communication parameter (mostly only read access is possible).

7.4.3.2 Obsolete IDNs

The IDNs in Table 36 become obsolete when the drive communicates via EtherCAT:

Table 36 – Obsolete IDNs

IDN	Description
S-0-0003	Minimum AT transmit starting time (T1min)
S-0-0004	Transmit/receive transition time (TATMT)
S-0-0005	Minimum feedback acquisition time (T4min)
S-0-0009	Beginning address in master data telegram (MDT POS)
S-0-0010	Length of master data telegram (MDT LEN)
S-0-0088	Receive to receive recovery time (TMTSG)
S-0-0090	Command value transmit time (TMTSG)
S-0-0127	C100 Communication phase 3 transition check Functionality done in EtherCAT transition from 'Pre-Operational' to 'Safe-Operational'. If the transition fails, the reason for this failure can be evaluated via S-0-0021.
S-0-0128	C200 Communication phase 4 transition check Functionality done in EtherCAT transition from 'Safe-Operational' to 'Operational'. If the transition fails, the reason for this failure can be evaluated via S-0-0022.

7.4.3.3 Changed IDNs

The IDNs in Table 37 change their meaning when the drive communicates via EtherCAT:

Table 37 – Changed IDNs

IDN	Meaning with SoE
S-0-0006	AT Transmission starting time (T1) T1 specifies the time offset from the EtherCAT sync signal to the time until the application shall provide new AT data inside the EtherCAT slave controller memory.
S-0-0014	Interface status This parameter should reflect DL status, AL status and AL status code of EtherCAT
S-0-0028	MST error counter MST error counter indicates missing Datagrams for cyclic data transfers This parameter should reflect RX-error counter and Lost-link counter of EtherCAT
S-0-0089	MDT Transmit starting time (T2) T2 specifies the time offset from the EtherCAT sync signal to the time until new MDT data are available inside the EtherCAT slave controller memory.

7.5 SoE Process Data Mapping

The EtherCAT sync manager 0 and 1 are used for mailbox communication (0: master to slave, 1: slave to master) as defined for all EtherCAT slaves supporting the mailbox.

Sync manager 2 is used for output process data (MDT content) and sync manger 3 for input process data (AT content). Sync manager 2 is used in buffered mode and 3 is used in queued mode – the communication between master and slave shall be synchronised absolutely.

The output process data (MDT content) and input process data (AT content) is configured via S-0-0015, S-0-0016 and S-0-0024. The process data consists of the drive control/status word and directly followed by the data defined in S-0-0015, S-0-0016 and S-0-0024. The service channel data container are not used and are not included in the process data.

Bits 1 to 5 of the master control word and bit 1,2,4,5 of the drive status word are not used and shall be 0. The service channel is realized by the EtherCAT mailbox mechanism.

Bit 0 of the master control word and bit 0 of the drive status word are used as a toggle bit and shall be toggled in each communication cycle. This allows the master to determine the slave with a synchronisation error in case of a working counter problem.

Status word of drive is specified in Table 38. Control word for the drive is specified in Table 39.

Table 38 – Status word of drive

Bit No.	Status word description
Bits 15, 14	'Ready to operate' (see IEC 61800-7-204)
0 0	Drive not ready, internal checks not yet concluded successfully
0 1	Drive logic ready for main power on (power stage section)
1 0	Drive ready and main power applied, drive is free of torque, power stage pulses are blocked
1 1	Drive ready to operate, 'enable drive' is set and active. Power stage is active
Bit 13	Drive shut-down error in C1D (S-0-0011)
0	No shut-down
1	Drive is shut-down due to error
Bit 12	Change bit for C2D (S-0-0012)
0	No change
1	Change
Bit 11	Change bit for C3D (S-0-0013)
0	No change
1	Change
Bits 10, 9, 8	Actual operation mode
0 0 0	Primary operation mode (defined by S-0-0032)
0 0 1	Secondary operation mode 1 (defined by S-0-0033)
0 1 0	Secondary operation mode 2 (defined by S-0-0034)
0 1 1	Secondary operation mode 3 (defined by S-0-0035)
1 0 0	Secondary operation mode 4 (defined by S-0-0284)
1 0 1	Secondary operation mode 5 (defined by S-0-0285)
1 1 0	Secondary operation mode 6 (defined by S-0-0286)
1 1 1	Secondary operation mode 7 (defined by S-0-0287)
Bit 7	Real-time status bit 2 (S-0-0306)
Bit 6	Real-time status bit 1 (S-0-0304)
Bit 5	not used
Bit 4	not used
Bit 3	Status command value processing
0	Drive ignores the command values (e.g., during Halt drive, drive controlled functions or programmed delay times)
1	Drive follows the command values
Bit 2	not used
Bit 1	not used
Bit 0	Toggle

Table 39 – Control word for drive

Bit No.	Control word description
Bits 15 to 13	
1 1 1	Drive should follow command values
Bit 15 (MSB)	Drive ON/OFF
0	Drive OFF: when changing from 1 -> 0: the "maximum drive off delay time" (S-0-0273) is started, drive is decelerated as best as possible limited by the "emergency stop deceleration" (S-0-0429), followed by disabling of the torque at n min, after the "drive off delay time" (S-0-0207). The power stage can remain in an activated state (only possible when bit 14=1). After the "maximum drive off delay time" (S-0-0273) is elapsed, the locking of brake is initiated and the torque is disabled.
1	Drive ON: when changing from 0 to 1: drive follows the command values of the control unit after the drive on delay time (S-0-0206).
Bit 14	Enable drive
0	Not enabled: when changing from 1 to 0, torque is immediately disabled and the power stage pulses are blocked (independent of bits 15 and 13).
1	Enable Drive: when changing from 0 to 1, the enable is delayed in the drive by the drive enable delay time (S-0-0295). The enable delay is required at use of a contactor in the motor cable.
Bit 13	Halt/restart drive (may be used to stop the drive regardless of the presently active control unit function)
0	Halt drive: when changing from 1 to 0, Drive internal interpolator is inactive: drive is halted according to the "drive halt acceleration bipolar" parameter (S-0-0372) and the control loop remains closed (only possible when bits 15 and 14 are set to 1). Drive internal interpolator is active: drive is halted according to the active parameters of the interpolator and the control loop remains closed (only possible when bits 15 and 14 are set to 1).
1	Restart drive: when changing from 0 to 1, Drive internal interpolator is inactive: original function is continued. The drive shall use the "drive halt acceleration bipolar" (S-0-0372) only in velocity control. In position control, the control unit shall set the position command value to the position feedback value before bit 13 is set. Drive internal interpolator is active: original function is continued maintaining the active parameters of the interpolator.
Bit 12	Reserved
Bit 10	IPOSYNC: Control unit synchronisation bit
0/1	This bit is initially set to 0. It becomes valid in CP3 and shall remain valid during drive-controlled functions. This bit is toggled with the control unit cycle time (t Ncyc) indicating the update of the command values (function: used to synchronise the interpolation in the control unit with the fine interpolator in the drive).
Bits 11,9, 8	Operation mode (see IEC 61800-7-204)
0 0 0	Primary operation mode (defined by operation data S-0-0032).
0 0 1	Secondary operation mode 1 (defined by operation data S-0-0033)
0 1 0	Secondary operation mode 2 (defined by operation data S-0-0034)
0 1 1	Secondary operation mode 3 (defined by operation data S-0-0035)
1 0 0	Secondary operation mode 4 (defined by operation data S-0-0284)
1 0 1	Secondary operation mode 5 (defined by operation data S-0-0285)
1 1 0	Secondary operation mode 6 (defined by operation data S-0-0286)
1 1 1	Secondary operation mode 7 (defined by operation data S-0-0287)
Bit 7	Real-time control bit 2 (S-0-0302)
Bit 6	Real-time control bit 1 (S-0-0300)
Bits 5, 4, 3, 2, 1	Not used
Bit 0	Toggle

7.6 SoE Service Channel Services

7.6.1 Overview

The EtherCAT SoE Service Channel (SSC) is equivalent to the IEC 61784 CPF 16 Service Channel (SVC) used for non-cyclic data exchange. It is implemented by the EtherCAT mailbox with the SoE protocol type and allows one to access IDNs and their elements.

A four byte header – following the EtherCAT mailbox header – defines the operation mode (data direction) and what kinds of elements are transferred. Transfer of multiple elements of one IDN is possible.

The SoE Service Channel follows the Client/Server Model. The EtherCAT Slave device is Server, the EtherCAT master device is Client.

The SSC uses confirmed services (SSC Write, SSC Read, SSC Procedure Command) which are initiated by the Master (Client), unconfirmed services (Abort SSC Command Execution, Write SSC Fragment), which is initiated by the Master device (client) and unconfirmed services (Read SSC Fragment, Notify SSC Command Execution, SSC Slave Info) which are initiated by the Slave device (server).

The primitives of the SSC services are mapped to the primitives of the Mailbox services as described in Table 40

Table 40 – Mapping of SSC services to EtherCAT services

SSC service primitives	EtherCAT service primitives
SSC Write.req/.ind	Mailbox Write.req/.ind
SSC Write.rsp/.cnf	Mailbox Read.req/.ind
Write SSC Fragment.req/.ind	Mailbox Write.req/.ind
SSC Read.req/.ind	Mailbox Write.req/.ind
SSC Read.rsp/.cnf	Mailbox Read.req/.ind
Read SSC Fragment.req/.ind	Mailbox Read.req/.ind
Abort SSC Command Exec.req/.ind	Mailbox Write.req/.ind
Notify SSC Command Exec.req/.ind	Mailbox Read.req/.ind
SSC Slave Info.req/.ind	Mailbox Read.req/.ind

7.6.2 SSC Read

7.6.2.1 SSC Read Sequence

Figure 19 shows the primitives between client and server in case of a successful single SSC Read sequence. The service parameter Address, DriveNo, and IDN shall be the same in the request and the response.

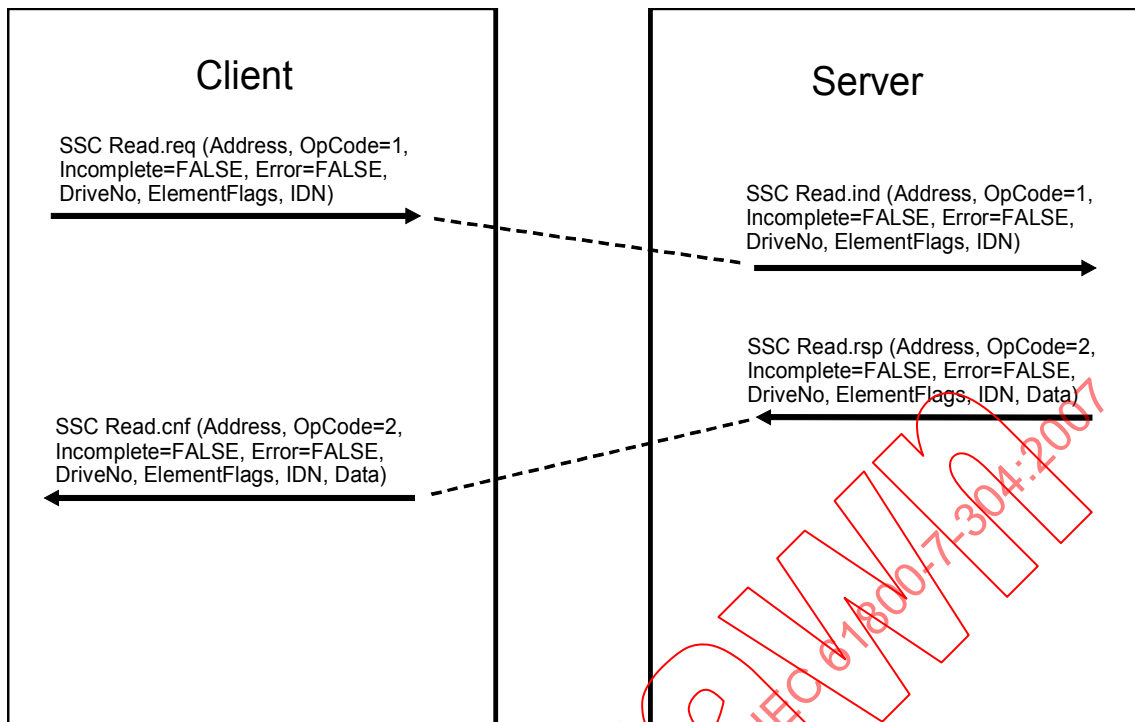


Figure 19 – Successful SSC Read sequence

Figure 20 shows the primitives between client and server in case of an unsuccessful SSC Read sequence. The service parameter Address, DriveNo, and IDN shall be the same in the Read request and the Read response. Error is set to TRUE if no element can be read. If at least one element can be read, Error is set to FALSE.

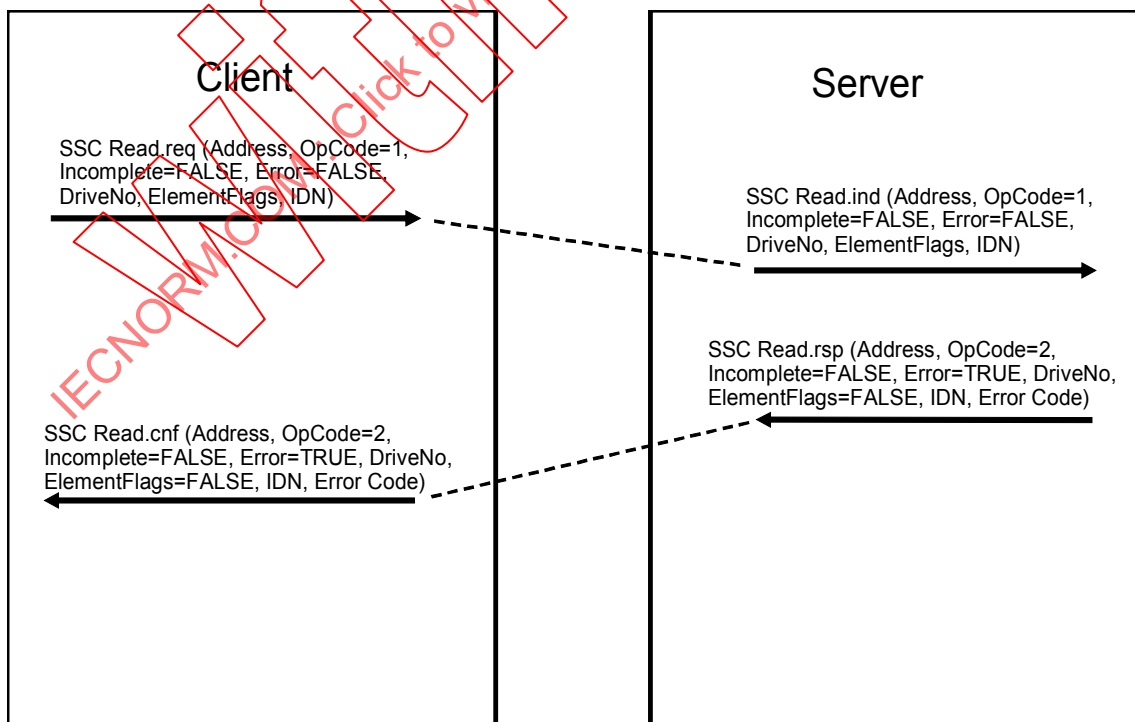


Figure 20 – Unsuccessful SSC Read sequence

Figure 21 shows the primitives between client and server in case of a successful Fragmented SSC Read sequence. The service parameter Address, DriveNo, and IDN shall be the same in the request and the response.

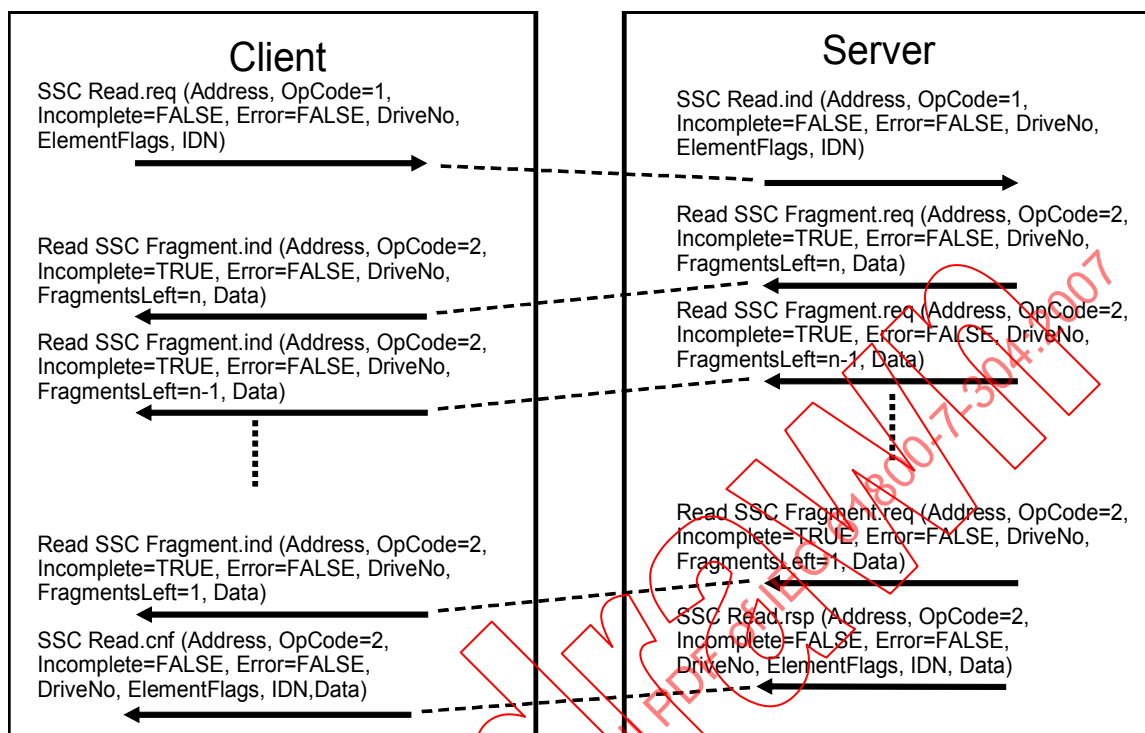


Figure 21 – Successful SSC Fragmented Read sequence

7.6.2.2 SSC Read Service

The SSC Read service as described in Table 41 shall be used for an upload of data from the server to the client, if the mailbox size is sufficient for the entire protocol and data. The server shall answer with the requested data. The client may request several elements at once. The server may optionally answer with several elements at once. If the server only supports read operations to single elements, the response shall contain the first requested element.

Table 41 – SSC Read Service

Parameter		Request/Indication	Response/Confirmation
Argument		Mandatory	
	Address	Mandatory	
	Incomplete	Mandatory	
	DriveNo	Mandatory	
	ElementFlags	Mandatory	
	IDN	Mandatory	
Result			Mandatory
	Address		Mandatory
	Incomplete		Mandatory
	Error		Mandatory
	DriveNo		Mandatory
	ElementFlags		Mandatory
	IDN		Mandatory
	Data		User option
	Error Code		Conditional

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Address

This parameter contains the station address of the slave device.

Incomplete

This parameter indicates if execution of another service is needed to complete the write operation. For the SSC Read service request/indication, it shall be FALSE.

DriveNo

This parameter contains the address of the drive inside the slave device that is addressed. If the device contains only one drive (or axis), the parameter shall be 0.

ElementFlags

This parameter contains the ElementFlags. There is a single Flag for each element of an IDN indicating which elements of the object addressed by the IDN are read. Several elements may be requested at once.

IDN

This parameter contains the IDN of the object which is addressed in the slave device.

Result

The result shall convey the service specific parameters of the service response.

Address

This parameter shall be the same as the parameter Address in the request.

Incomplete

This parameter shall be the same as the parameter Incomplete in the request.

Error

This parameter shall indicate an unsuccessful write operation. It shall be TRUE only if none of the requested elements could be read. In this case, the ErrorCode contains further information about the error.

NOTE If the master has requested several elements and the slave answers only with a subset of the requested elements, the master shall repeat its read operation with single requests to the missing elements. It is not considered an Error if only a subset of the elements is provided (the corresponding functionality in the slave device is optional).

DriveNo

This parameter shall be the same as the parameter DriveNo in the request.

ElementFlags

This parameter contains the ElementFlags indicating which elements of the object addressed by the IDN are read. If several elements have been requested, the Server may optionally provide several elements at once. If the server only supports read operations to single elements, the response shall contain the first requested element. Only the flags of those elements for which the read operation was successful shall be TRUE.

IDN

This parameter shall be the same as the parameter IDN in the request.

Data

This parameter contains the data of the elements to be read, indicated by the ElementFlags. There shall be no place holder for elements for which the corresponding ElementFlags are FALSE. The sequence of the data is determined by the sequence of the corresponding ElementFlags.

Error Code

This parameter shall indicate the error code of the unsuccessful read operation. It is only transmitted if the Error flag is TRUE. For Error Codes, see IEC 61158-4-16.

7.6.2.3 Read SSC Fragment Service

If the data to be read with the read service exceeds the mailbox size, a fragmented read operation shall be used for upload of data from the server to the client. The fragmented read operation consists of one SSC Read service request followed by one or several Read SSC Fragment services followed by one SSC Read service response as described in Table 42.

Table 42 – Read SSC Fragment Service

Parameter		Request/Indication	Response/Confirmation
Argument		Mandatory	
	Address	Mandatory	
	Incomplete	Mandatory	
	DriveNo	Mandatory	
	FragmentsLeft	Mandatory	
	Data	User Option	

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Address

This parameter contains the station address of the slave device.

Incomplete

This parameter indicates if execution of another service is needed to complete the read operation. For the Read SSC fragment service, it shall be TRUE.

DriveNo

This parameter contains the address of the drive inside the slave device that is addressed. If the device contains only one drive (or axis), the parameter shall be 0.

FragmentsLeft

This parameter contains the information on how many more fragments follow to complete the read operation. If this parameter is 1, an SSC Read service response follows.

Data

This parameter contains the data fragment of the element to be read.

In case of an unsuccessful fragmented read operation, the server responds with an SSC Read service response with the Error parameter set to TRUE and the corresponding ErrorCode.

7.6.3 SSC Write

7.6.3.1 SSC Write Sequence

Figure 22 shows the primitives between client and server in case of a successful single SSC Write sequence. The service parameter Address, DriveNo, and IDN shall be the same in the request and the response.

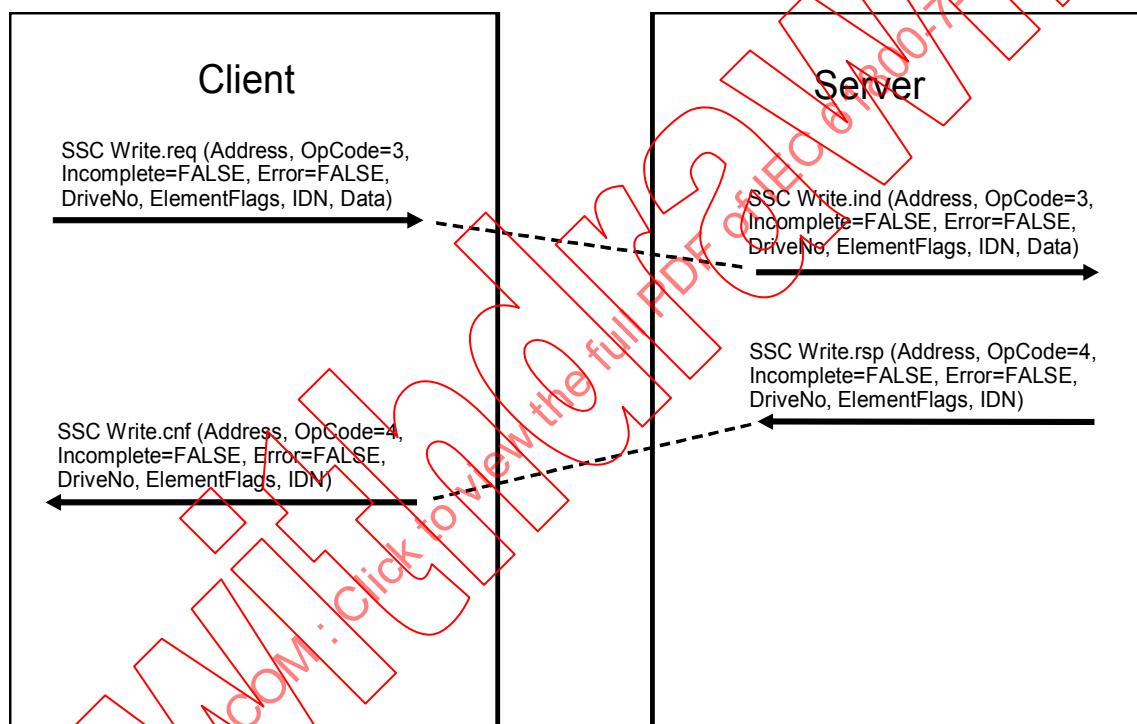


Figure 22 – Successful SSC Write sequence

Figure 23 shows the primitives between client and server in case of an unsuccessful SSC Write sequence. The service parameter Address, DriveNo, and IDN shall be the same in the Write request and the Write response.

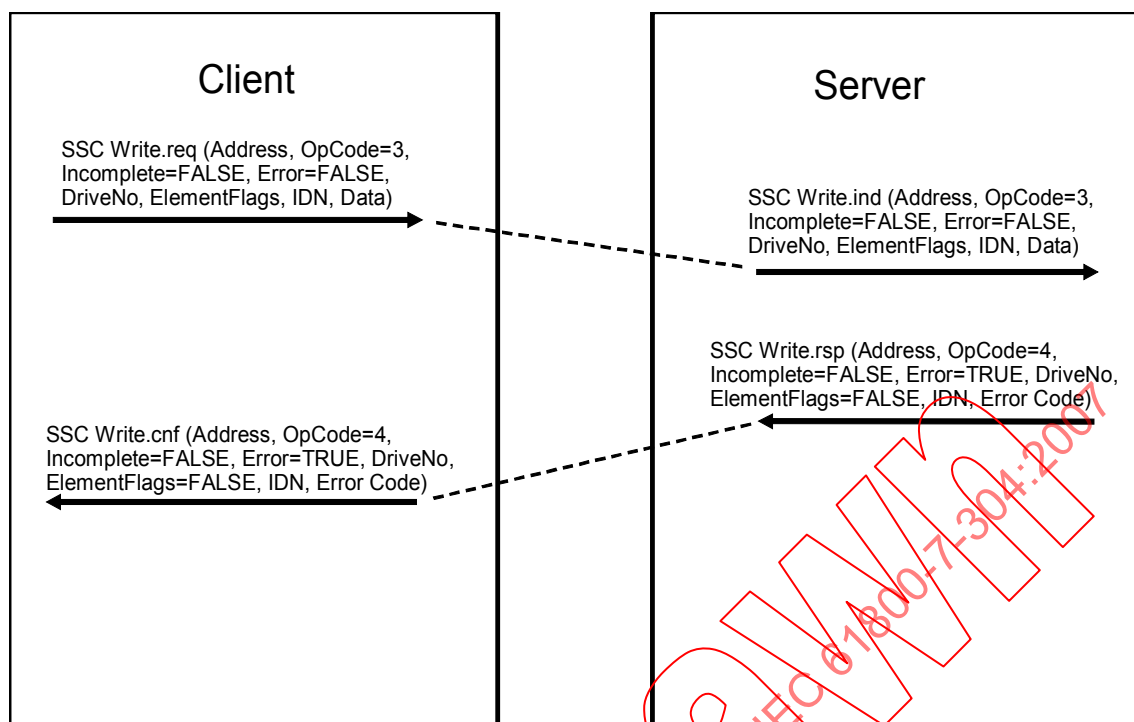


Figure 23 – Unsuccessful SSC Write sequence

Figure 24 shows the primitives between client and server in case of a successful Fragmented SSC Write sequence. The service parameter Address, DriveNo, and IDN shall be the same in the request and the response.

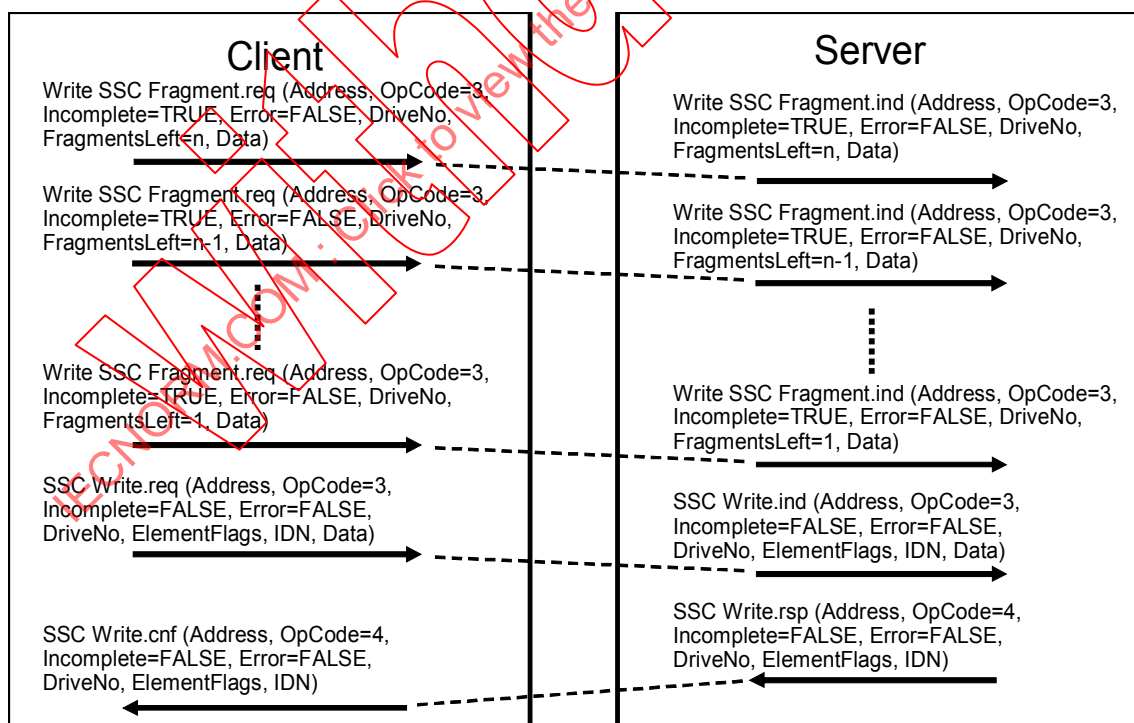


Figure 24 – Successful SSC Fragmented Write sequence

7.6.3.2 SSC Write Service

The SSC Write service as described in Table 43 shall be used for a download of data from the client to server, if the mailbox size is sufficient for the entire protocol and data. The server shall answer with the result of the Write operation.

Table 43 – SSC Write Service

Parameter		Request/Indication	Response/Confirmation
Argument		Mandatory	
	Address	Mandatory	
	Incomplete	Mandatory	
	DriveNo	Mandatory	
	ElementFlags	Mandatory	
	IDN	Mandatory	
	Data	User option	
Result			Mandatory
	Address		Mandatory
	Incomplete		Mandatory
	Error		Mandatory
	DriveNo		Mandatory
	ElementFlags		Mandatory
	IDN		Mandatory
	Error Code		Mandatory

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Address

This parameter contains the station address of the slave device.

Incomplete

This parameter indicates if execution of another service is needed to complete the write operation. For the SSC Write service, it shall be FALSE.

DriveNo

This parameter contains the address of the drive inside the slave device that is addressed. If the device contains only one drive (or axis), the parameter shall be 0.

ElementFlags

This parameter contains the ElementFlags indicating which element of the object addressed by the IDN is written.

IDN

This parameter contains the IDN of the object which is addressed in the slave device.

Data

This parameter contains the data of the element to be written.

Result

The result shall convey the service specific parameters of the service response.

Address

This parameter shall be the same as the parameter Address in the request.

Incomplete

This parameter shall be the same as the parameter Incomplete in the request.

Error

This parameter shall indicate an unsuccessful write operation. If it is TRUE, the ErrorCode contains further information about the error.

DriveNo

This parameter shall be the same as the parameter DriveNo in the request.

ElementFlags

This parameter shall be the same as the parameter ElementFlags in the request.

IDN

This parameter shall be the same as the parameter IDN in the request.

Error Code

This parameter shall indicate the error code of the unsuccessful write operation. It is only transmitted if the Error flag is TRUE. For Error Codes, see IEC 61158-4-16.

7.6.3.3 Write SSC Fragment Service

If the data to be sent with the write service exceeds the mailbox size, a fragmented write operation as described in Table 44 shall be used for download of data from the client to the server. The fragmented write operation consists of one or several Write SSC Fragment services followed by one SSC Write service.

Table 44 – Write SSC Fragment Service

Parameter		Request/Indication	Response/Confirmation
Argument		Mandatory	
	Address	Mandatory	
	Incomplete	Mandatory	
	DriveNo	Mandatory	
	FragmentsLeft	Mandatory	
	Data	Mandatory	

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Address

This parameter contains the station address of the slave device.

Incomplete

This parameter indicates if execution of another service is needed to complete the write operation. For the Write SSC fragment service, it shall be TRUE.

DriveNo

This parameter contains the address of the drive inside the slave device that is addressed. If the device contains only one drive (or axis), the parameter shall be 0.

FragmentsLeft

This parameter contains the information how many more fragments follow to complete the write operation. If this parameter is 1, an SSC Write service follows.

Data

This parameter contains the data fragment of the element to be written.

In case of an unsuccessful fragmented write operation, the server abandons the data, waits for the SSC write service and responds with the Error parameter set to TRUE and the corresponding ErrorCode.

7.6.4 SSC Procedure Commands

7.6.4.1 SSC Procedure Command Sequence

Procedure command functions can be transmitted through the service channel. A procedure command is considered a special type of non-cyclic data which, when transmitted through the service channel, invokes fixed functional processes in both the slave device and the master device. These processes may take up some time. Hence, a procedure command only causes a functional process to start.

A procedure command is initiated with a SSC Write service to specific IDN. After a procedure command has started its function, the slave (server) generates a normal SSC Write response. The service channel becomes available again immediately for the transmission of non-cyclic data or for more procedure commands.

While other services are completed with the confirmation service primitive, the end of a procedure command during a lengthy procedure command execution is indicated by the Notify SSC Command Execution service. The master (client) is also able to interrupt a procedure command during its execution with an Abort SSC Command Execution service which is not possible for non-cyclic data transmission.

Every procedure command has 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 detail in IEC 61158-4-16, which specifies procedure commands set, enable for execution, interrupt during execution and cancel. Procedure command control is a write service to IDN data. Thus, all procedure command controls are handled in a uniform way.

Figure 25 shows the primitives between client and server in case of a successful SSC Procedure Command sequence. The service parameter Address, DriveNo, and IDN shall be the same in the request and the response.

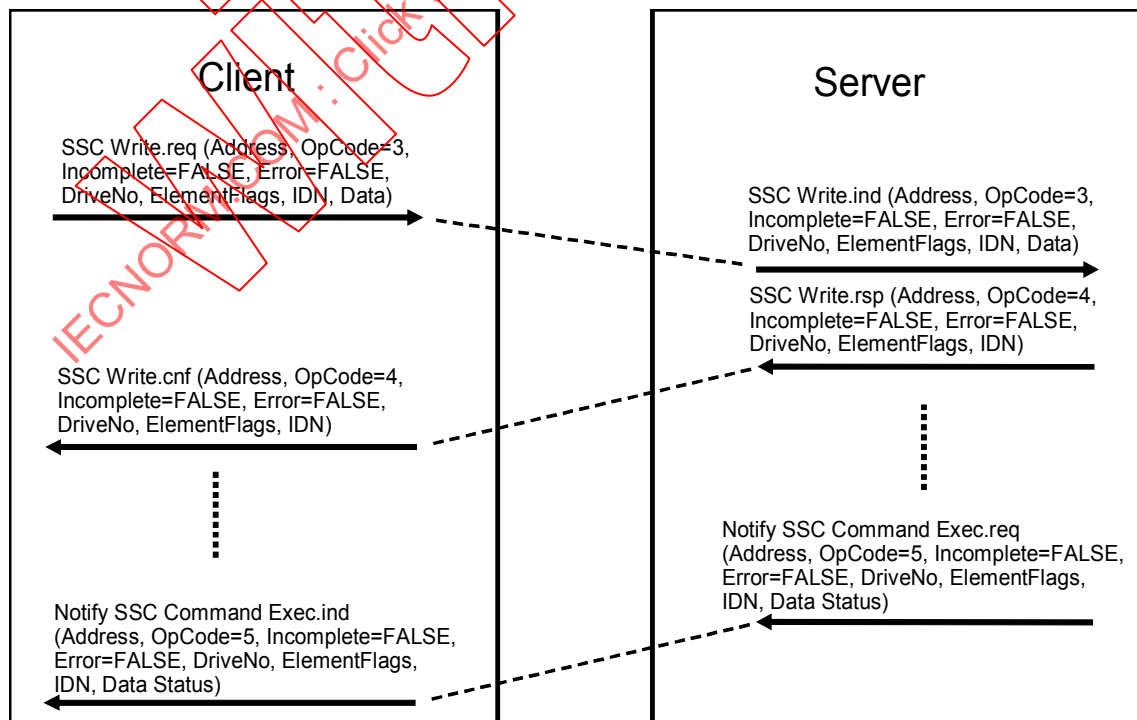


Figure 25 – Successful SSC Procedure Command sequence

Figure 26 shows the primitives between client and server in case of an aborted (unsuccessful) SSC Procedure Command sequence. The service parameter Address, DriveNo, and IDN shall be the same in the request and the response.

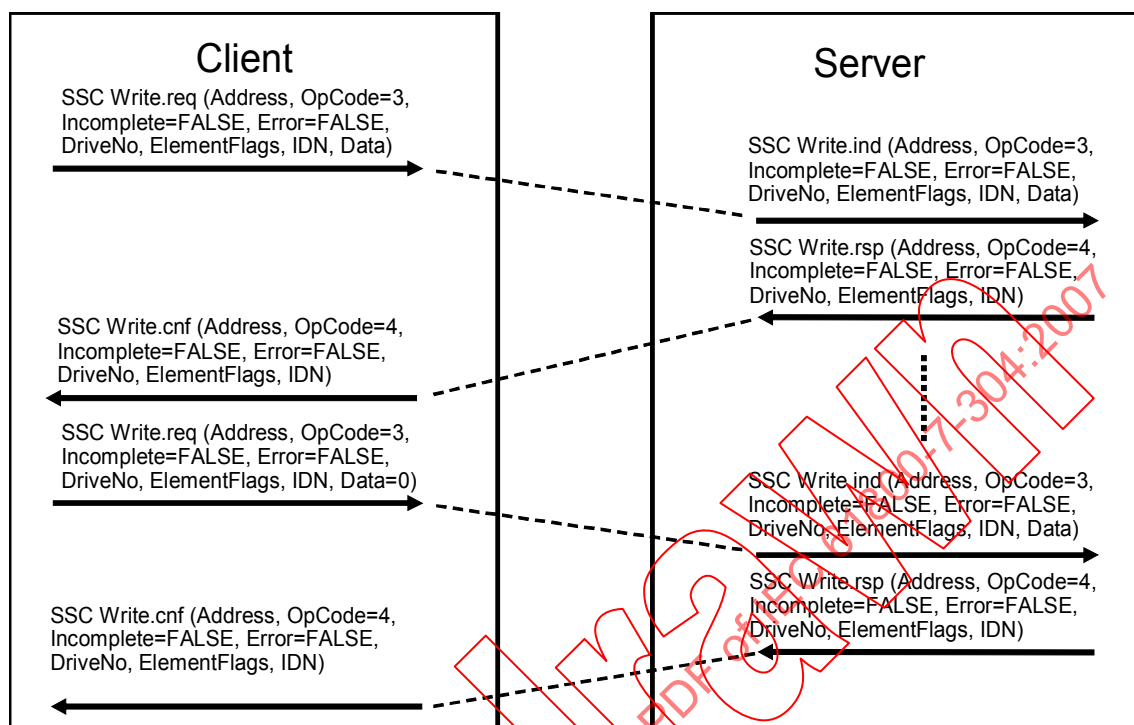


Figure 26 – Aborted SSC Procedure Command sequence

7.6.4.2 Notify SSC Command Execution Service

The Notify SSC Command Execution Service as described in Table 45 shall be used to indicate the end of a procedure command to the master.

NOTE This service is the equivalent to the indication of the procedure command change bit in IEC 61158-4-16.

Table 45 – Notify SSC Command Execution Service

	Parameter	Request/Indication	Response/Confirmation
Argument		Mandatory	
	Address	Mandatory	
	Incomplete	Mandatory	
	DriveNo	Mandatory	
	ElementFlags	Mandatory	
	IDN	Mandatory	
	Data Status	Mandatory	

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Address

This parameter contains the station address of the slave device.

Incomplete

This parameter indicates if execution of another service is needed to complete the write operation. For the Notify SSC Command Execution service it shall be FALSE.

DriveNo

This parameter contains the address of the drive inside the slave device that is addressed. If the device contains only one drive (or axis), the parameter shall be 0.

ElementFlags

This parameter contains the ElementFlags indicating the elements of the object addressed by the IDN. For the Notify SSC Command Execution service it shall be 0x80 (data state element flag = TRUE).

IDN

This parameter contains the IDN of the command object which was addressed in the slave device.

Data Status

This parameter contains the actual status of the procedure command (procedure command acknowledgement data status, see IEC 61158-4-16).

7.6.5 SSC Slave Info

7.6.5.1 Message Sequence

The main purpose of this service is to provide additional information about the slave for debugging and maintenance. It is not a replacement of the methods of signalling status information according to IEC 61800-7-204.

Figure 27 shows the primitives between client and server in case of a Slave Info service execution.

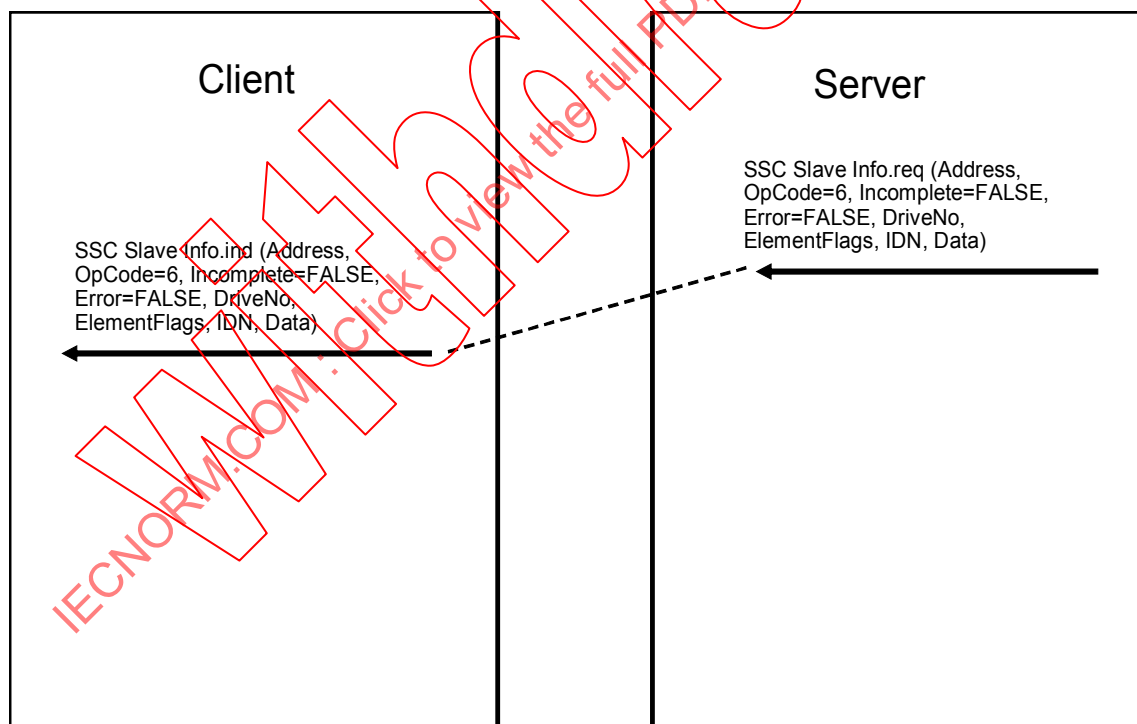


Figure 27 – Slave Info sequence

7.6.5.2 SSC Slave Info Service

The SSC Slave Info service as described in Table 46 is used to indicate changes in the server.

Table 46 – SSC Slave Info Service

Parameter		Request/Indication	Response/Confirmation
Argument		Mandatory	
	Address	Mandatory	
	Incomplete	Mandatory	
	DriveNo	Mandatory	
	ElementFlags	Mandatory	
	IDN	Mandatory	
	Data	Mandatory	

Argument

The argument shall convey the service specific parameters of the service request.

Address

This parameter contains the station address of the slave device.

Incomplete

This parameter indicates if execution of another service is needed to complete the write operation. For the SSC Slave Info service, it shall be FALSE.

DriveNo

This parameter contains the address of the drive inside the slave device that is addressed. If the device contains only one drive (or axis), the parameter shall be 0.

ElementFlags

This parameter contains the ElementFlags indicating the elements of the object addressed by the IDN.

IDN

This parameter contains the IDN of the object which contains the information in the slave device.

Data

This parameter contains details of the notification.

7.7 SoE Coding General

```
typedef struct
{
```

```
    unsigned char opCode          : 3;    // 1 = readReq
                                       // 2 = readRes
                                       // 3 = writeReq
                                       // 4 = writeRes
                                       // 5 = notification
                                       // 6 = slaveInfo
    unsigned char incomplete      : 1;    // 1 = more fragments
    unsigned char error           : 1;    // an error word follows
    unsigned char driveNo        : 3;    // drive number
```

```
    unsigned char dataState       : 1;    // follows or requested
    unsigned char name            : 1;    // follows or requested
    unsigned char attribute       : 1;    // follows or requested
    unsigned char unit            : 1;    // follows or requested
    unsigned char min             : 1;    // follows or requested
    unsigned char max             : 1;    // follows or requested
    unsigned char value           : 1;    // follows or requested
    unsigned char default : 1;    // follows or requested
```

```

union
{
    unsigned short idn;    // (incomplete=0) IEC 61800-7-204 IDN
    unsigned short fragmentsLeft; // (incomplete=1)
};
} SoE_Header;
    
```

The SoE mailbox protocol is specified in Table 47.

Table 47 – SoE Mailbox Protocol

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
Mailbox Header	Length	WORD	Length of the Mailbox Service Data
	Address	WORD	Station Address of the source
	Channel	unsigned:6	0x00 (Reserved for future)
	Priority	unsigned:2	0x00: lowest priority ... 0x03: highest priority
	Type	unsigned:4	0x05: Servodrive Profile IEC 61800-7-204 over EtherCAT (SoE)
	Reserved	unsigned:4	0x00
SoE Header	Opcode	unsigned:3	Depending on the SoE service 0x01 = readReq 0x02 = readRes 0x03 = writeReq 0x04 = writeRes 0x05 = notification 0x06 = Slave Info 0x07 = reserved
	InComplete	unsigned:1	0x00 = complete 0x01 = moreFollows
	Error	unsigned:1	0x00 = NoError 0x01 = ErrorOccured (unsigned16Error Block follows in Data Block)
	DriveNo	unsigned:3	Local index
	ElementFlags	unsigned:8	Contains either selector of elements or number of Elements in case of structure addressing
	IDN	WORD	Contains IDN according to IEC 61800-7-204 or an indicator for fragments left in case of segmented service

7.8 SoE Protocol Data Unit Coding

7.8.1 SSC Read

7.8.1.1 SSC Read Request

7.8.1.1.1 Coding

typedef struct

```
{
    unsigned    OpCode:      3;
    unsigned    InComplete:  1;
    unsigned    Error:       1;
    unsigned    DriveNo:     3;
    unsigned    DataState:   1;
    unsigned    Name:        1;
    unsigned    Attribute:   1;
    unsigned    Unit:        1;
    unsigned    Min:         1;
    unsigned    Max:         1;
    unsigned    Value:       1;
    unsigned    DefaultValue: 1;
    WORD        IDN;
} TSOEHEADER;
```

typedef struct

```
{
    TMBXHEADER    MbxHeader;
    TSOPHEADER    SopHeader;
} TSOEREADREQMBX;
```

7.8.1.1.2 Description

The SSC Read Request protocol is specified in Table 48.

Table 48 – SSC Read Request

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
Mailbox Header	Length	WORD	0x04: Length of the Mailbox Service Data
	Address	WORD	Station Address of the source, if a master is client, Station Address of the destination, if a slave is client
	Channel	unsigned:6	0x00 (Reserved for future)
	Priority	unsigned:2	0x00: lowest priority ... 0x03: highest priority
	Type	unsigned:4	0x05: Servodrive Profile IEC 61800-7-204 over EtherCAT (SoE)
	Reserved	unsigned:4	0x00
SoE Header	Opcode	unsigned:3	0x01 = readReq
	Reserved	unsigned:2	0x00
	DriveNo	unsigned:3	Local index
ElementFlags	DataState	unsigned:1	Flag set means that the item shall be present in the response

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
	Name	unsigned:1	
	Attribute	unsigned:1	
	Unit	unsigned:1	
	Min	Unsigned:1	
	Max	Unsigned:1	
	Value	Unsigned:1	
	DefaultValue	Unsigned:1	End of ElementFlags
	IDN	WORD	Selected element

7.8.1.2 SSC Read Response

7.8.1.2.1 Coding

typedef struct

```
{
    unsigned    OpCode:      3;
    unsigned    InComplete:  1;
    unsigned    Error:       1;
    unsigned    DriveNo:     3;
    unsigned    DataState:   1;
    unsigned    Name:        1;
    unsigned    Attribute:   1;
    unsigned    Unit:        1;
    unsigned    Min:         1;
    unsigned    Max:         1;
    unsigned    Value:       1;
    unsigned    DefaultValue: 1;
    WORD        IDN;
} TSOEHEADER;
```

typedef struct

```
{
    TMBXHEADER    MbxHeader;
    TSOPHEADER    SopHeader;
    BYTE          Data[n];
    WORD          Error; //if Error is set
} TSOEREADRSPMBX;
```

7.8.1.2.2 Description

The SSC Read response protocol is specified in Table 49.

Table 49 – SSC Read Response

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
Mailbox Header	Length	WORD	0x04 + Length of Service Data
	Address	WORD	Station Address of the source, if a master is client, Station Address of the destination, if a slave is client
	Channel	unsigned:6	0x00 (Reserved for future)
	Priority	unsigned:2	0x00: lowest priority ... 0x03: highest priority

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
	Type	unsigned:4	0x05: Servodrive Profile IEC 61800-7-204 over EtherCAT (SoE)
	Reserved	unsigned:4	0x00
SoE Header	Opcode	unsigned:3	0x02 = readRsp
	InComplete	unsigned:1	0x00
	Error	unsigned:1	If this Flag is set, the response contains an error word
	DriveNo	unsigned:3	Local index
ElementFlags	DataState	unsigned:1	Flag set means that the item are present in the response data
	Name	unsigned:1	
	Attribute	unsigned:1	
	Unit	unsigned:1	
	Min	Unsigned:1	
	Max	Unsigned:1	
	Value	Unsigned:1	
	DefaultValue	Unsigned:1	End of ElementFlags
	IDN	WORD	Selected element
Mailbox Data		BYTE [length- 10]	User Data
	Error Code	WORD	If Error flag is set

7.8.1.3 Read SSC Fragment Request

7.8.1.3.1 Coding

```
typedef struct
```

```
{
    unsigned    OpCode:      3;
    unsigned    InComplete:  1;
    unsigned    Error:       1;
    unsigned    DriveNo:     3;
    unsigned    DataState:   1;
    unsigned    Name:        1;
    unsigned    Attribute:   1;
    unsigned    Unit:        1;
    unsigned    Min:         1;
    unsigned    Max:         1;
    unsigned    Value:       1;
    unsigned    DefaultValue: 1;
    WORD        FragmentsLeft;
} TSOEHEADER2;
```

```
typedef struct
```

```
{
    TMBXHEADER    MbxHeader;
    TSOPHEADER2   SopHeader;
    BYTE          Data[n];
    WORD          Error; //if Error is set
} TSOEREADFMBX;
```

7.8.1.3.2 Description

The Read SSC Fragment Request protocol is specified in Table 50.

Table 50 – Read SSC Fragment Request

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
Mailbox Header	Length	WORD	0x04 + Length of Service Data
	Address	WORD	Station Address of the source, if a master is client, Station Address of the destination, if a slave is client
	Channel	unsigned:6	0x00 (Reserved for future)
	Priority	unsigned:2	0x00: lowest priority 0x03: highest priority
	Type	unsigned:4	0x05: Servodrive Profile IEC 61800-7-204 over EtherCAT (SoE)
	Reserved	unsigned:4	0x00
SoE Header	Opcode	unsigned:3	0x02 = readRsp
	InComplete	unsigned:1	0x01
	Error	unsigned:1	If this Flag is set, the response contains an error word
	DriveNo	unsigned:3	local index
ElementFlags	DataState	unsigned:1	0x00
	Name	unsigned:1	0x00
	Attribute	unsigned:1	0x00
	Unit	unsigned:1	0x00
	Min	Unsigned:1	0x00
	Max	Unsigned:1	0x00
	Value	Unsigned:1	0x00
	DefaultValue	Unsigned:1	0x00 End of ElementFlags
	FragmentsLeft	WORD	n to 1
Mailbox Data		BYTE [length-10]	User Data
	Error Code	WORD	If Error flag is set

7.8.2 SSC Write

7.8.2.1 SSC Write Request

7.8.2.1.1 Coding

typedef struct

```
{
    unsigned    OpCode:      3;
    unsigned    InComplete:  1;
    unsigned    Error:       1;
    unsigned    DriveNo:     3;
    unsigned    DataState:   1;
    unsigned    Name:        1;
```

```
unsigned    Attribute:    1;
unsigned    Unit:         1;
unsigned    Min:          1;
unsigned    Max:          1;
unsigned    Value:        1;
unsigned    DefaultValue: 1;
WORD        IDN;
} TSOEHEADER;
```

```
typedef struct
{
    TMBXHEADER    MbxHeader;
    TSOEHEADER    SoeHeader;
    BYTE          Data[n];
} TSOEWITEREQMBX;
```

7.8.2.1.2 Description

The SSC Write Request protocol is specified in Table 51.

Table 51 – SSC Write Request

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
Mailbox Header	Length	WORD	0x04 + Length of Service Data
	Address	WORD	Station Address of the source, if a master is client, Station Address of the destination, if a slave is client
	Channel	unsigned:6	0x00 (Reserved for future)
	Priority	unsigned:2	0x00: lowest priority ... 0x03: highest priority
	Type	unsigned:4	0x05: Servodrive Profile IEC 61800-7-204 over EtherCAT (SoE)
	Reserved	unsigned:4	0x00
SoE Header	Opcode	unsigned:3	0x03 = writeReq
	InComplete	unsigned:1	0x00
	Error	unsigned:1	0x00
	DriveNo	unsigned:3	local index
ElementFlags	DataState	unsigned:1	Flag set means that the item are present in the User data area
	Name	unsigned:1	
	Attribute	unsigned:1	
	Unit	unsigned:1	
	Min	Unsigned:1	
	Max	Unsigned:1	
	Value	Unsigned:1	
	DefaultValue	Unsigned:1	End of ElementFlags
	IDN	WORD	selected element
Mailbox Data		BYTE [length-10]	User Data

7.8.2.2 SSC Write Response

7.8.2.2.1 Coding

```
typedef struct
```

```
{
    unsigned      OpCode:      3;
    unsigned InComplete:      1;
    unsigned Error:          1;
    unsigned DriveNo:        3;
    unsigned DataState:      1;
    unsigned Name:           1;
    unsigned Attribute:      1;
    unsigned Unit:           1;
    unsigned Min:            1;
    unsigned Max:            1;
    unsigned Value:          1;
    unsigned DefaultValue:   1;
    WORD          IDN;
} TSOPHEADER;
```

```
typedef struct
```

```
{
    TMBXHEADER    MbxHeader;
    TSOPHEADER     SopHeader;
    WORD          Error; //if Error is set
} TSOEWRTSPMBX;
```

7.8.2.2.2 Description

The SSC Write response protocol is specified in Table 52.

Table 52 – SSC Write Response

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
Mailbox Header	Length	WORD	0x04 + Length of Service Data
	Address	WORD	Station Address of the source, if a master is client, Station Address of the destination, if a slave is client
	Channel	unsigned:6	0x00 (Reserved for future)
	Priority	unsigned:2	0x00: lowest priority ... 0x03: highest priority
	Type	unsigned:4	0x05: Servodrive Profile IEC 61800-7-204 over EtherCAT (SoE)
	Reserved	unsigned:4	0x00
SoE Header	Opcode	unsigned:3	0x04 = writeRsp
	InComplete	unsigned:1	0x00
	Error	unsigned:1	0x00 = no Error 0x01 = Error
	DriveNo	unsigned:3	local index

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
ElementFlags	DataState	unsigned:1	Flag set means that the item are present in the User data area
	Name	unsigned:1	
	Attribute	unsigned:1	
	Unit	unsigned:1	
	Min	Unsigned:1	
	Max	Unsigned:1	
	Value	Unsigned:1	
	Default Value	Unsigned:1	End of ElementFlags
	IDN	WORD	Selected element
Mailbox Data	Error Code	WORD]	if Error is set

7.8.2.3 Write SSC Fragment Request

7.8.2.3.1 Coding

typedef struct

```
{
    unsigned    OpCode:        3;
    unsigned    InComplete:    1;
    unsigned    Error:         1;
    unsigned    DriveNo:       3;
    unsigned    DataState:     1;
    unsigned    Name:          1;
    unsigned    Attribute:     1;
    unsigned    Unit:          1;
    unsigned    Min:           1;
    unsigned    Max:           1;
    unsigned    Value:         1;
    unsigned    DefaultValue:  1;
    WORD        FragmentsLeft;
} TSOPHEADER2;
```

typedef struct

```
{
    TMBXHEADER MbxHeader;
    TSOPHEADER2 SopHeader;
    BYTE       Data[n];
} TSOEWRITEFMBX;
```

7.8.2.3.2 Description

The Write SSC Fragment Request protocol is specified in Table 53.

Table 53 – Write SSC Fragment Request

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
Mailbox Header	Length	WORD	0x04 + Length of Service Data
	Address	WORD	Station Address of the source, if a master is client, Station Address of the destination, if a slave is client
	Channel	unsigned:6	0x00 (Reserved for future)
	Priority	unsigned:2	0x00: lowest priority ... 0x03: highest priority
	Type	unsigned:4	0x05: Servodrive Profile IEC 61800-7-204 over EtherCAT (SoE)
	Reserved	unsigned:4	0x00
SoE Header	Opcode	unsigned:3	0x03 = writeReq
	InComplete	unsigned:1	0x01
	Error	unsigned:1	0x00
	DriveNo	unsigned:3	local index
ElementFlags	DataState	unsigned:1	0x00
	Name	unsigned:1	0x00
	Attribute	unsigned:1	0x00
	Unit	unsigned:1	0x00
	Min	Unsigned:1	0x00
	Max	Unsigned:1	0x00
	Value	Unsigned:1	0x00
	DefaultValue	Unsigned:1	0x00
			End of ElementFlags
	FragmentsLeft	WORD	n to 1
Mailbox Data		BYTE [length-10]	User Data

7.8.3 Notify SSC Command Execution Request**7.8.3.1 Coding**

typedef struct

```

{
    unsigned    OpCode:          3;
    unsigned    InComplete:      1;
    unsigned    Error:           1;
    unsigned    DriveNo:         3;
    unsigned    DataState:       1;
    unsigned    Name:            1;
    unsigned    Attribute:       1;
    unsigned    Unit:            1;
    unsigned    Min:             1;
    unsigned    Max:             1;
    unsigned    Value:           1;
    unsigned    DefaultValue:    1;
    WORD        IDN;

```

```
} TSOEHEADER;
```

```
typedef struct
```

```
{
    TMBXHEADER      MbxHeader;
    TSOPHEADER      SopHeader;
} TSOEWritersPMBX;
```

7.8.3.2 Description

The Notify SSC Command Execution Request protocol is specified in Table 54.

Table 54 – Notify SSC Command Execution Request

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
Mailbox Header	Length	WORD	0x04 + Length of service Data
	Address	WORD	Station Address of the source, if a master is client, Station Address of the destination, if a slave is client
	Channel	unsigned:6	0x00 (Reserved for future)
	Priority	unsigned:2	0x00: lowest priority ... 0x03: highest priority
	Type	unsigned:4	0x05: Servodrive Profile IEC 61800-7-204 over EtherCAT (SoE)
	Reserved	unsigned:4	0x00
SoE Header	Opcode	unsigned:3	0x05 = Notification
	InComplete	unsigned:1	0x00
	Error	unsigned:1	0x00
	DriveNo	unsigned:3	local index
ElementFlags	DataState	unsigned:1	0x01
	Name	unsigned:1	0x00
	Attribute	unsigned:1	0x00
	Unit	unsigned:1	0x00
	Min	Unsigned:1	0x00
	Max	Unsigned:1	0x00
	Value	Unsigned:1	0x00
	DefaultValue	Unsigned:1	0x00
			End of ElementFlags
	IDN	WORD	Selected element
Mailbox Data	Data Status	WORD	

7.8.4 SSC Slave Info

7.8.4.1 Coding

```
typedef struct
```

```
{
    unsigned      OpCode:      3;
    unsigned      InComplete:   1;
    unsigned      Error:        1;
}
```

```

unsigned    DriveNo:    3;
unsigned    DataState:  1;
unsigned    Name:       1;
unsigned    Attribute:  1;
unsigned    Unit:       1;
unsigned    Min:        1;
unsigned    Max:        1;
unsigned    Value:      1;
unsigned    DefaultValue: 1;
WORD       IDN;
} TSOEHEADER;

```

```

typedef struct
{
    TMBXHEADER    MbxHeader;
    TSOPHEADER    SopHeader;
    BYTE          Data[n];
} TSOEWritersPMBX;

```

7.8.4.2 Description

The Slave Info protocol is specified in Table 55.

Table 55 – Slave Info Request

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
Mailbox Header	Length	WORD	0x04 + Length of Service Data
	Address	WORD	Station Address of the source, if a master is client, Station Address of the destination, if a slave is client
	Channel	unsigned:6	0x00 (Reserved for future)
	Priority	unsigned:2	0x00: lowest priority ... 0x03: highest priority
	Type	unsigned:4	0x05: Servodrive Profile IEC 61800-7-204 over EtherCAT (SoE)
	Reserved	unsigned:4	0x00
SoE Header	Opcode	unsigned:3	0x06 = Slave Info
	InComplete	unsigned:1	0x00
	Error	unsigned:1	0x00
	DriveNo	unsigned:3	local index
ElementFlags	DataState	unsigned:1	Flag set means that the item are present in the User data area

Frame part	Data Field	Data Type	Value/Description
	Name	unsigned:1	
	Attribute	unsigned:1	
	Unit	unsigned:1	
	Min	Unsigned:1	
	Max	Unsigned:1	
	Value	Unsigned:1	
	DefaultValue	Unsigned:1	End of ElementFlags
	FragmentsLeft	WORD	n to 1
Mailbox Data		BYTE [length-10]	User Data

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61800-7-304:2007

Bibliography

IEC 60050-351, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 351: Control technology*¹⁵

IEC 61158 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*

IEC 61499-1:2005, *Function blocks – Part 1: Architecture*

IEC 61800 (all parts), *Adjustable speed electrical power drive systems*

IEC 61800-7-1, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-1: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Interface definition*

IEC 61800-7-201, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-201: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Profile type 1 specification*

IEC 61800-7-202, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-202: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Profile type 2 specification*

IEC 61800-7-203, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-203: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Profile type 3 specification*

IEC 61800-7-301, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-301: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Mapping of profile type 1 to network technologies*

IEC 61800-7-302, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-302: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Mapping of profile type 2 to network technologies*

IEC 61800-7-303, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-303: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Mapping of profile type 3 to network technologies*

IEC/TS 61915, *Low-voltage switchgear and controlgear – Principles for the development of device profiles for networked industrial devices*

IEC/TR 62390:2005, *Common Automation Device – Profile Guideline*

ISO/IEC 2382-15:1999, *Information technology – Vocabulary – Part 15: Programming languages*

ISO/IEC 19501, *Information technology – Open Distributed Processing – Unified Modeling Language (UML) Version 1.4.2*

ISO 15745-1:2003, *Industrial automation systems and integration – Open systems application integration framework – Part 1: Generic reference description*

EN 50325-4, *Industrial communication subsystem based on ISO 11898 (CAN) for controller-device interfaces – Part 4: CANopen*

¹⁵ See also the IEC Multilingual Dictionary – Electricity, Electronics and Telecommunications.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	86
INTRODUCTION	88
1 Domaine d'application	93
2 Références normatives	93
3 Termes, définitions et abréviations	94
3.1 Termes et définitions	94
3.2 Abréviations	99
4 Généralités	99
5 Mise en correspondance avec CP16/1 (SERCOS I) et CP16/2 (SERCOS II)	100
5.1 Référence aux normes de communication	100
5.2 Présentation générale	100
5.3 Couche physique et topologie	102
5.4 Mécanisme de synchronisation	103
5.4.1 Généralités	103
5.4.2 Gestion des valeurs de consigne et de réaction	104
5.4.3 Boucle de position avec un interpolateur de haute définition	106
5.5 Contenu des messages	107
5.5.1 Généralités	107
5.5.2 Bloc de données	108
5.5.3 Messages de groupe de la fonction de communication	109
5.5.4 Messages préconfigurés	109
5.5.5 Messages d'application	111
5.6 Transfert de données non cycliques	113
5.7 Bits en temps réel	113
5.7.1 Fonctions des bits en temps réel	113
5.7.2 Affectation de bits en temps réel	114
5.7.3 Cas possibles	115
5.8 Mot de commande de signal et mot d'état de signal	118
5.9 Conteneur de données	119
5.10 Fonctions d'arrêt du dispositif d'entraînement	123
5.11 Classes de communication	123
5.11.1 Généralités	123
5.11.2 Classe de communication A	124
5.11.3 Classe de communication B (Fonctions étendues)	127
5.11.4 Classe de communication C (Fonctions supplémentaires)	128
5.11.5 Granularité de la durée de cycle de communication	129
6 Mise en correspondance avec CP 16/3 (SERCOS III)	129
6.1 Référence aux normes de communication	129
6.2 Présentation générale	129
6.3 Couche physique et topologie	131
6.4 Mécanisme de synchronisation et contenu de message	133
6.5 Transfert de données non-cycliques	134
6.6 Bits en temps réel	134
6.7 Mot de commande de signal et mot d'état de signal	135

6.8	Conteneur de données	135
6.9	Fonctions d'arrêt du dispositif d'entraînement.....	135
6.10	Classes de communication	135
7	Mise en correspondance avec EtherCAT	135
7.1	Référence aux normes de communication	135
7.2	Présentation générale	136
7.3	Synchronisation SoE	137
7.3.1	Généralités.....	137
7.3.2	Phases 0-2 de CP16.....	137
7.3.3	Phases 3-4 de CP16.....	137
7.4	Gestion de la couche application de SoE.....	137
7.4.1	Diagramme d'états EtherCAT et diagramme d'états CPF 16 de la CEI 61784	137
7.4.2	Dispositifs d'entraînement multiples.....	138
7.4.3	Utilisation des IDN.....	139
7.5	Mise en correspondance des données de processus SoE.....	140
7.6	Services de la voie de service de SoE	143
7.6.1	Présentation générale.....	143
7.6.2	Lecture SSC (<i>SSC Read</i>)	144
7.6.3	Ecriture SSC (<i>SSC write</i>).....	149
7.6.4	Commandes de procédure SSC (<i>SSC procedure commands</i>)	153
7.6.5	Informations sur l'esclave SSC (<i>SSC Slave Info</i>)	156
7.7	Généralités sur le codage SoE	158
7.8	Codage de l'unité de données du protocole SoE.....	160
7.8.1	Lecture SSC.....	160
7.8.2	Ecriture SSC	163
7.8.3	Demande de notification d'exécution de commande SSC.....	167
7.8.4	Informations sur l'esclave SSC	168
	Bibliographie.....	170
	Figure 1 – Structure de la CEI 61800-7	92
	Figure 2 – Topologie	103
	Figure 3 – Validité des valeurs de consigne et du temps d'acquisition de réaction dans les PDS	105
	Figure 4 – Synchronisation des durées de cycle	106
	Figure 5 – Synchronisation des boucles de régulation et de l'interpolateur de haute définition.....	107
	Figure 6 – Configuration de l'AT (exemple)	112
	Figure 7 – Fonctions des bits en temps réel.....	114
	Figure 8 – Affectation d'IDN $\neq 0$ aux bits en temps réel.....	116
	Figure 9 – Affectation d'IDN = 0 aux bits en temps réel.....	117
	Figure 10 – Affectation d'IDN $\neq 0$ aux bits en temps réel.....	118
	Figure 11 – Exemple de configuration du mot d'état de signal.....	119
	Figure 12 – Configuration de conteneur de données sans acquittement (esclave).....	121
	Figure 13 – Configuration de conteneur de données avec acquittement (esclave).....	122
	Figure 14 – Structure des classes de communication.....	124

Figure 15 – Topologie	132
Figure 16 – Séquence de message	133
Figure 17 – Cycle de communication général	134
Figure 18 – Diagramme d'états ESM et diagramme d'états de la CEI 61158-4-16	138
Figure 19 – Séquence de lecture SSC réussie	144
Figure 20 – Séquence de lecture SSC non-réussie	145
Figure 21 – Séquence de lecture SSC fragmentée réussie	146
Figure 22 – Séquence d'écriture SSC réussie	150
Figure 23 – Séquence d'écriture SSC non réussie	150
Figure 24 – Séquence d'écriture SSC fragmentée réussie	151
Figure 25 – Séquence de Commande de procédure SSC réussie	155
Figure 26 – Séquence de Commande de procédure SSC abandonnée	155
Figure 27 – Séquence d'informations sur l'esclave	157
Tableau 1 – Résumé des caractéristiques de CP16/1 et CP16/2	100
Tableau 2 – Nombre de PDS par réseau (exemples)	101
Tableau 3 – Interopérabilité des profils de communication à l'intérieur d'un réseau	102
Tableau 4 – Données de fonctionnement typiques pour une transmission cyclique	107
Tableau 5 – Données typiques pour une transmission non cyclique	108
Tableau 6 – IDN pour le choix et le paramétrage des messages	109
Tableau 7 – Structure du message préconfiguré 0	109
Tableau 8 – Structure du message préconfiguré 1	109
Tableau 9 – Structure du message préconfiguré 2	110
Tableau 10 – Structure du message préconfiguré 3	110
Tableau 11 – Structure du message préconfiguré 4	110
Tableau 12 – Structure du message préconfiguré 5	111
Tableau 13 – Structure du message préconfiguré 6	111
Tableau 14 – IDN pour la configuration du MDT	111
Tableau 15 – IDN pour la configuration de l'AT	112
Tableau 16 – IDN pour les bits en temps réel	113
Tableau 17 – IDN d'affectation aux bits en temps réel	113
Tableau 18 – IDN dédiés à la configuration des mots de commande et d'état	119
Tableau 19 – IDN des conteneurs de données	120
Tableau 20 – Configuration en anneau – Synchronisation	125
Tableau 21 – Configuration en anneau – Message préconfiguré	125
Tableau 22 – Configuration en anneau – Exécution de phase	125
Tableau 23 – Protocole de voie de service	126
Tableau 24 – Informations & diagnostic	126
Tableau 25 – Paramètres de la classe de communication A	127
Tableau 26 – Configuration en anneau – Configuration des messages	127
Tableau 27 – Informations & diagnostic	127
Tableau 28 – Bits de commande en temps en réel	128
Tableau 29 – Bits d'état en temps réel	128

Tableau 30 – Paramètres de la classe de communication B	128
Tableau 31 – Résumé des caractéristiques de CP16/3	130
Tableau 32 – Nombre de PDS par réseau (exemples)	131
Tableau 33 – Classes de performance de la synchronisation	134
Tableau 34 – Résumé des caractéristiques d'EtherCAT	136
Tableau 35 – Nombre de PDS par réseau (exemples)	137
Tableau 36 – IDN Obsolètes	139
Tableau 37 – IDN avec changement de signification	139
Tableau 38 – Mot d'état du dispositif d'entraînement	140
Tableau 39 – Mot de commande du dispositif d'entraînement	142
Tableau 40 – Mise en correspondance des services SSC avec les services EtherCAT	143
Tableau 41 – Service de lecture SSC	147
Tableau 42 – Service de lecture SSC en fragments	148
Tableau 43 – Service d'écriture SSC	151
Tableau 44 – Service d'écriture SSC en fragments	153
Tableau 45 – Service Notification d'exécution de commande SSC	156
Tableau 46 – Service d'informations sur l'esclave SSC	157
Tableau 47 – Protocole de la boîte aux lettres SoE	159
Tableau 48 – Demande de lecture SSC	160
Tableau 49 – Réponse de lecture SSC	161
Tableau 50 – Demande de lecture SSC en fragments	163
Tableau 51 – Demande d'écriture SSC	164
Tableau 52 – Réponse d'écriture SSC	165
Tableau 53 – Demande d'écriture SSC en fragments	167
Tableau 54 – Demande de notification d'exécution de commande SSC	168
Tableau 55 – Demande d'informations sur l'esclave	169

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 7-304: Interface générique et utilisation de profils pour les entraînements électriques de puissance – Mise en correspondance du profil de type 4 avec les technologies de réseaux

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61800-7-304 a été établie par le sous-comité 22G: Systèmes d'entraînement électrique à vitesse variable, comprenant des convertisseurs à semi-conducteurs, du comité d'études 22 de la CEI: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

La présente version bilingue (2013-04) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2007-11.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 22G/185/FDIS et 22G/193/RVD.

Le rapport de vote 22G/193/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61800, sous le titre général *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

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

INTRODUCTION

La série CEI 61800 est destinée à fournir un ensemble commun de spécifications dédiées aux entraînements électriques de puissance à vitesse variable.

La CEI 61800-7 décrit une interface générique entre les systèmes de commande et les entraînements électriques de puissance. Cette interface peut être intégrée au système de commande. Le système de commande proprement dit peut également être situé dans le dispositif d'entraînement (parfois appelé "dispositif d'entraînement intelligent").

Il existe un grand nombre d'interfaces physiques disponibles (entrées et sorties analogiques et numériques, interfaces séries et parallèles, bus de terrain et réseaux). Les profils établis sur des interfaces physiques spécifiques sont déjà définis pour certains domaines d'application (par exemple, commande de mouvement) et certaines classes de dispositifs (par exemple, dispositifs d'entraînement classiques, positionneur). Les applications des interfaces de programmes de commande et de programmeurs d'application associées sont exclusives et varient dans une large mesure.

La CEI 61800-7 définit un ensemble de fonctions, paramètres et diagrammes d'états communs de commande d'entraînement ou une description de séquences d'opérations à mettre en correspondance avec les profils d'entraînement.

La CEI 61800-7 fournit une procédure d'accès aux fonctions et données d'un dispositif d'entraînement, indépendante du profil d'entraînement et de l'interface de communication employés. Il s'agit de définir un modèle d'entraînement commun comportant des fonctions génériques et des objets pouvant être mis en correspondance sur des interfaces de communication différentes. Ceci permet de prévoir des applications communes de commande de mouvement (ou applications de commande de vitesse ou de commande d'entraînement) dans les contrôleurs sans aucune connaissance spécifique de la mise en œuvre du dispositif d'entraînement.

Il y a plusieurs raisons de définir une interface générique:

Pour un constructeur de dispositif d'entraînement

- Assistance plus aisée des intégrateurs de systèmes
- Description plus aisée des fonctions d'entraînement du fait d'une terminologie commune
- Le choix des dispositifs d'entraînement ne dépend pas de la disponibilité d'une assistance spécifique

Pour un constructeur de dispositif de commande

- Aucune influence de la technologie de bus
- Intégration aisée des dispositifs
- Indépendance par rapport à un fournisseur de dispositifs d'entraînement

Pour un intégrateur de systèmes

- Effort d'intégration moindre des dispositifs
- Méthode intelligible unique de modélisation
- Indépendance par rapport à la technologie de bus

Concevoir une application de commande de mouvement avec plusieurs dispositifs d'entraînement différents et un système de commande spécifique nécessite un effort certain. Les tâches de mise en œuvre des logiciels systèmes et de compréhension de la description fonctionnelle des composants individuels peuvent contribuer à l'épuisement des ressources d'un projet. Dans certains cas, les dispositifs d'entraînement ne partagent pas la même interface physique. Certains dispositifs de commande prennent simplement en charge une interface unique qui n'est pas prise en charge par un dispositif d'entraînement spécifique. Par

ailleurs, les fonctions et les structures de données sont souvent spécifiées avec des incompatibilités. Cela exige de l'intégrateur de systèmes d'établir des interfaces spéciales dédiées aux logiciels d'application et il convient que cette opération ne relève pas de sa responsabilité.

Certaines applications nécessitent de pouvoir permuter des dispositifs, voire intégrer de nouveaux dispositifs dans une configuration existante. Elles sont également confrontées à différentes solutions incompatibles. Les efforts visant à adopter une solution relative à un profil d'entraînement et aux extensions spécifiques au constructeur peuvent se révéler inacceptables. Ceci réduit le degré de liberté concernant le choix d'un dispositif le mieux adapté à cette application de sélection du dispositif disponible pour une interface physique spécifique et pris en charge par le contrôleur.

La CEI 61800-7-1 est divisée en une partie générique et en plusieurs annexes comme l'illustre la Figure 1. Les types de profils d'entraînement pour CiA 402¹, CIP Motion^{TM2}, PROFIdrive³ et SERCOS interface^{TM4} sont mis en correspondance avec l'interface générique dans l'annexe correspondante. Les annexes ont été soumises par des organismes internationaux indépendants spécialisés dans les réseaux ou les bus de terrain, et responsables du contenu de l'annexe qui y est associée, ainsi que de l'utilisation des marques connexes.

Les différents types de profils 1, 2, 3 et 4 sont spécifiés dans la CEI 61800-7-201, la CEI 61800-7-202, la CEI 61800-7-203 et la CEI 61800-7-204.

La présente partie de la CEI 61800-7 spécifie la ou les méthodes de mise en correspondance du profil de type 4 (SERCOSTM) avec les technologies de réseaux telles que SERCOS I, II, III et EtherCAT^{TM5}.

1 CiA 402 est une marque de CAN in Automation, e.V. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation de la marque CiA 402.

2 CIP MotionTM est une marque de Open DeviceNet Vendor Association, Inc. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation de la marque CIP MotionTM. L'utilisation de la marque CIP MotionTM nécessite l'autorisation de Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

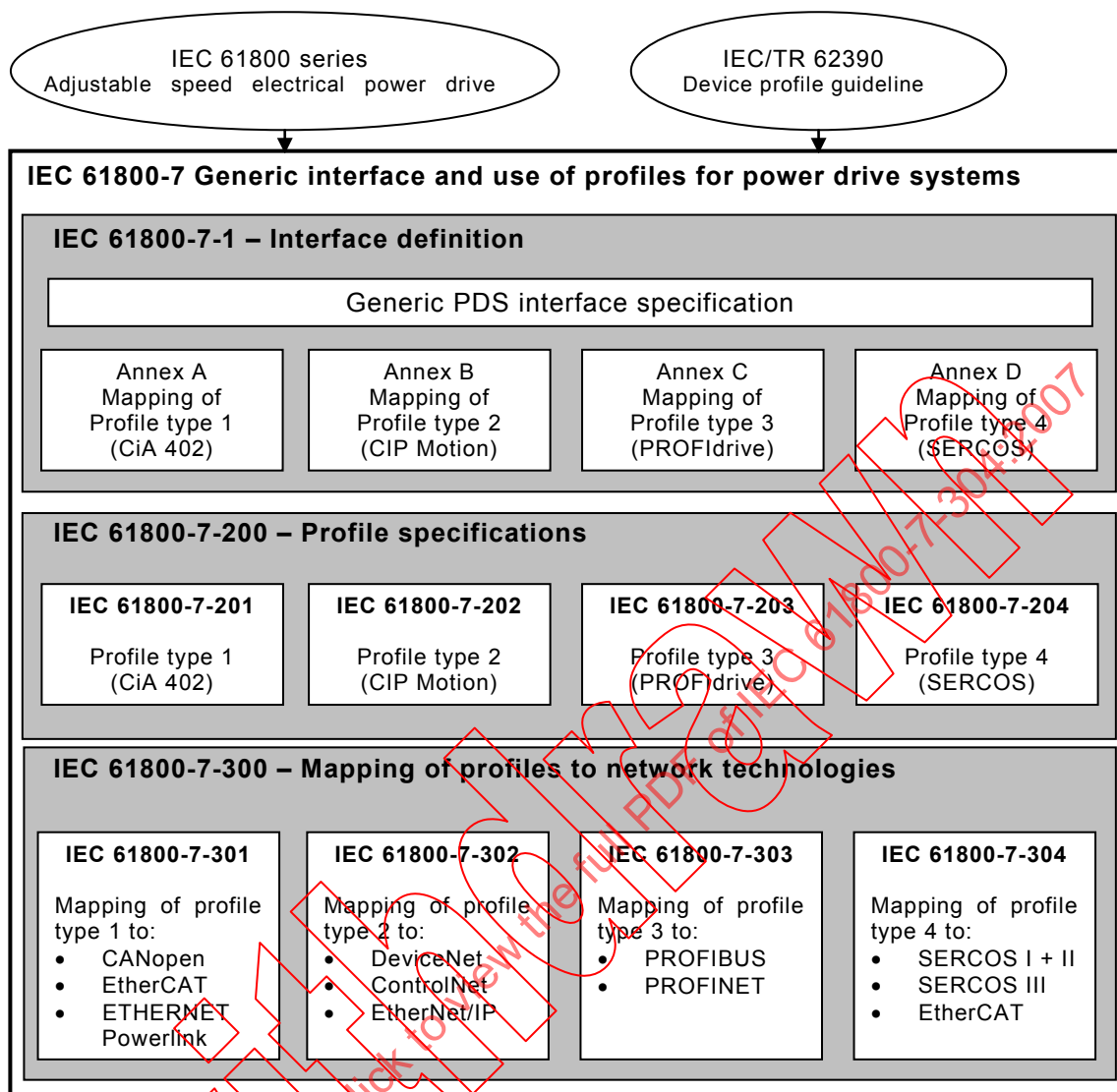
3 PROFIdrive est une marque de PROFIBUS International. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation de la marque PROFIdrive. L'utilisation de la marque PROFIdrive nécessite l'autorisation de PROFIBUS International.

4 SERCOSTM et SERCOS interfaceTM sont des marques de SERCOS International e.V. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation des marques SERCOS ou SERCOS interface. L'utilisation des marques SERCOS et SERCOS interface nécessite l'autorisation de leur détenteur.

5 EtherCATTM est une marque de Beckhoff, Verl. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation de la marque EtherCATTM. L'utilisation de la marque EtherCATTM nécessite l'autorisation de son détenteur.

La CEI 61800-7-301, la CEI 61800-7-302 et la CEI 61800-7-303 spécifient la ou les méthodes de mise en correspondance des profils de types 1, 2 et 3 avec les différentes technologies de réseaux (telles que CANopen⁶, EtherCATTM, Ethernet PowerlinkTM⁷, DeviceNetTM⁸, ControlNetTM⁹, EtherNet/IPTM¹⁰, PROFIBUS¹¹ et PROFINET¹²).

-
- ⁶ CANopen est l'acronyme de "Controller Area Network open (*Gestionnaire de réseau de communication ouvert*) et fait référence à l'EN 50325-4.
- ⁷ Ethernet PowerlinkTM est une marque de B&R, le contrôle de son utilisation est confié à l'organisme à but non lucratif EPSG. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation de la marque Ethernet PowerlinkTM. L'utilisation de la marque Ethernet PowerlinkTM nécessite l'autorisation de son détenteur.
- ⁸ DeviceNetTM est une marque de Open DeviceNet Vendor Association, Inc. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation de la marque DeviceNetTM. L'utilisation de la marque DeviceNetTM nécessite l'autorisation de Open DeviceNet Vendor Association, Inc.
- ⁹ ControlNetTM est une marque de ControlNet International, Ltd. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation de la marque ControlNetTM. L'utilisation de la marque ControlNetTM nécessite l'autorisation de ControlNet International, Ltd.
- ¹⁰ EtherNet/IPTM est une marque de ControlNet International, Ltd. et de Open DeviceNet Vendor Association, Inc. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation de la marque EtherNet/IPTM. L'utilisation de la marque EtherNet/IPTM nécessite l'autorisation de ControlNet International, Ltd. ou de Open DeviceNet Vendor Association, Inc.
- ¹¹ PROFIBUS est une marque de PROFIBUS International. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation de la marque PROFIBUS. L'utilisation de la marque PROFIBUS nécessite l'autorisation de PROFIBUS International.
- ¹² PROFINET est une marque de PROFIBUS International. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation de la marque PROFINET. L'utilisation de la marque PROFINET nécessite l'autorisation de PROFIBUS International.

**Légende**

Anglais	Français
IEC 61800 series Adjustable speed electrical power drive	Série CEI 61800 Entraînement électrique de puissance à vitesse variable
IEC/TR 62390 Device profile guideline	IEC/TR 62390 Device profile guideline (disponible en anglais uniquement)
IEC 61800-7 Generic interface and use of profiles for power drive systems	IEC 61800-7 Generic interface and use of profiles for power drive systems (disponible en anglais uniquement)
IEC 61800-7-1 Interface definition	IEC 61800-7-1 Interface definition (disponible en anglais uniquement)
Generic PDS interface specification	Spécification d'interface PDS générique
Annex A, Mapping of Profile type 1 (CiA 402)	Annexe A, Mise en correspondance de profil de type 1 (CiA 402)
Annex B, Mapping of Profile type 2 (CIP Motion)	Annexe B, Mise en correspondance de profil de type 2 (CIP Motion)
Annex C, Mapping of Profile type 3 (PROFIdrive)	Annexe C, Mise en correspondance de profil de type 3 (PROFIdrive)
Annex D, Mapping of Profile type 4 (SERCOS)	Annexe D, Mise en correspondance de profil de type 4 (SERCOS)
IEC 61800-7-200 – Profile specifications	IEC 61800-7-200 – Profile specifications (disponible en anglais uniquement)

Anglais	Français
IEC 61800-7-201 Profile type 1 (CiA 102)	CEI 61800-7-201 Profil de type 1 (CiA 102)
IEC 61800-7-202 Profile type 2 (CIP Motion)	CEI 61800-7-202 Profil de type 2 (CIPMotion)
IEC 61800-7-203 Profile type 3 (PROFIdrive)	CEI 61800-7-203 Profil de type 3 (PROFIdrive)
IEC 61800-7-204 Profile type 4 (PROFIdrive)	CEI 61800-7-204 Profil de type 4 (SERCOS)
IEC 61800-7-300 – Mapping of profiles to network technologies	IEC 61800-7-300 – Mapping of profiles to network technologies (disponible en anglais uniquement)
IEC 61800-7-301 Mapping of profile type 1 to CANopen EtherCAT ETHERNET Powerlink	CEI 61800-7-301 Mise en correspondance du profil de type 1 avec CANopen EtherCAT ETHERNET Powerlink
IEC 61800-7-302 Mapping of profile type 2 to DeviceNet ControlNet EtherNet/IP	CEI 61800-7-302 Mise en correspondance du profil de type 2 avec DeviceNet ControlNet EtherNet/IP
IEC 61800-7-303 Mapping of profile type 3 to PROFIBUS PROFINET	CEI 61800-7-303 Mise en correspondance du profil de type 3 avec PROFIBUS PROFINET
IEC 61800-7-304 Mapping of profile type 4 to SERCOS I + II SERCOS III EtherCAT	CEI 61800-7-304 Mise en correspondance du profil de type 4 avec SERCOS I + II SERCOS III EtherCAT

Figure 1 – Structure de la CEI 61800-7

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 7-304: Interface générique et utilisation de profils pour les entraînements électriques de puissance – Mise en correspondance du profil de type 4 avec les technologies de réseaux

1 Domaine d'application

La CEI 61800-7 spécifie les profils dédiés aux entraînements électriques de puissance (PDS) et leur mise en correspondance avec les systèmes de communication existants grâce à un modèle d'interface générique.

Les fonctions spécifiées dans la présente partie de la CEI 61800-7 ne sont pas destinées à assurer la sécurité fonctionnelle. Ceci exige l'application de mesures supplémentaires conformes aux normes, conventions et lois pertinentes.

La présente partie de la CEI 61800-7 spécifie la mise en correspondance du profil de type 4 (SERCOS), décrit dans la CEI 61800-7-204, avec les différentes technologies de réseaux.

- SERCOS I / II, voir l'Article 5,
- SERCOS III, voir l'Article 6,
- EtherCAT, voir l'Article 7.

2 Références normatives

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

IEC 61158-2, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition* (disponible en anglais uniquement)

IEC 61158-4-16, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-16: Application layer protocol specification – Type 16 elements* (disponible en anglais uniquement)

IEC 61158-5-16, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-16: Application layer service definition – Type 16 elements* (disponible en anglais uniquement)

IEC 61158-6-16, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-16: Application layer protocol specification – Type 16 elements* (disponible en anglais uniquement)

CEI 61491, *Équipement électrique des machines industrielles – Liaison des données sérielles pour communications en temps réel entre unités de commande et dispositifs d'entraînement*

IEC 61784-1, *Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles* (disponible en anglais uniquement)

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

IEC 618007 (all parts), *Adjustable speed electrical power drive systems – Generic interface and use of profiles for power drive systems* (disponible en anglais uniquement)

IEC 61800-7-204, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-204: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Profile type 4 specification* (disponible en anglais uniquement)

ISO/CEI 8802-3:2000, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Prescriptions spécifiques – Partie 3: Accès multiple par surveillance du signal et détection de collision (CSMA/CD) et spécifications pour la couche physique*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

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

3.1.1

message d'acquittement
AT (acknowledge telegram)

message dans lequel chaque esclave intègre ses données

3.1.2

algorithme

séquence finie d'instructions complètement déterminée par laquelle la valeur des données de sortie peut être calculée à partir de la valeur des données d'entrée

[VEI 351-21-37]

3.1.3

application

élément fonctionnel logiciel spécifique à la résolution d'un problème en termes de mesure et de commande de procédés industriels

NOTE Une application peut être répartie entre les ressources, et peut communiquer avec d'autres applications.

[CEI/TR 62390:2005, 3.1.2, modifiée]

3.1.4

attribut

propriété ou caractéristique d'une entité

[CEI/TR 62390:2005, 3.1.3]

3.1.5

classe

description d'un ensemble d'objets qui partagent les mêmes attributs, opérations, méthodes, relations et sémantique

[ISO/CEI 19501, modifiée]

3.1.6

commandes

ensemble de commandes entre le programme de contrôle d'application et le PDS permettant de contrôler le comportement du PDS ou les éléments fonctionnels de celui-ci

NOTE 1 Les états ou les modes de fonctionnement reflètent le comportement.

NOTE 2 Les différentes commandes peuvent être représentées par un bit chacune.

3.1.7

cycle de communication

accumulation de tous les messages entre deux messages de synchronisation du maître

3.1.8

commande, régulation

action délibérée sur (ou dans) un processus, en vue d'atteindre des objectifs définis

[VEI 351-21-29]

3.1.9

dispositif de commande/régulation

unité physique contenant – dans un module/sous-ensemble ou dispositif – un programme d'application de commande du PDS

3.1.10

unité de commande

dispositif de commande/régulation

3.1.11

mot de commande

deux octets adjacents dans le message de données du maître contenant les commandes du dispositif d'entraînement adressé

3.1.12

durée de cycle

intervalle de temps entre deux événements cycliques récurrents consécutifs

3.1.13

communication cyclique

échange périodique de messages

3.1.14

données cycliques

partie de message dont la signification ne change pas pendant le fonctionnement cyclique de l'interface

3.1.15

fonctionnement cyclique

situation de fonctionnement dans laquelle les dispositifs du réseau de communication sont adressés et interrogés l'un après l'autre à des intervalles de temps fixes et constants

3.1.16

échange de données

dépendant de la demande, transmission non cyclique de l'information après l'envoi d'une demande par le maître (voie de service)

3.1.17

type de données

ensemble de valeurs associé à un ensemble d'opérations autorisées

[ISO/CEI 2382-15:1999, 15.04.01, modifiée]

3.1.18

dispositif

dispositif de terrain

entité physique indépendante sur réseau, d'un système d'automatisation industriel, capable d'exécuter des fonctions spécifiées dans un contexte particulier et délimitée par ses interfaces

[CEI 61499-1: 2005, modifiée]

entité qui exécute des fonctions de commande/régulation, activation et/ou détection et qui est en interface avec d'autres entités de ce type d'un système d'automatisation

[ISO 15745-1: 2003]

3.1.19

profil de dispositif

représentation d'un dispositif en termes de ses paramètres, ensembles de paramètres et comportement selon un modèle de dispositif qui décrit les données et le comportement du dispositif perçus par le biais d'un réseau

NOTE Cette définition est issue de la CEI/TS 61915, que l'on a étendue par l'ajout de la structure fonctionnelle du dispositif.

[CEI/TR 62390:2005, 3.1.9, modifiée]

3.1.20

câble à fibres optiques

support de transmission de données en série de signaux optiques

3.1.21

élément fonctionnel

entité de logiciel ou logiciel combiné au matériel, capable d'accomplir une fonction spécifiée d'un dispositif

NOTE 1 Un élément fonctionnel comporte une interface et des associations à d'autres éléments fonctionnels et fonctions.

NOTE 2 Un élément fonctionnel peut être constitué de bloc(s) de fonctions, d'objet(s) ou de liste(s) de paramètres.

[CEI/TR 62390:2005, 3.1.12]

3.1.22

numéro d'identification

IDN (identification number)

appellation d'une donnée de fonctionnement sous laquelle un bloc de données est préservé avec ses attributs, noms, unités, valeurs d'entrée minimales et maximales, ainsi que les données

3.1.23

données d'entrée

données transférées d'une source externe dans un dispositif, une ressource ou un élément fonctionnel

[CEI/TR 62390:2005, 3.1.14]

3.1.24

interface

frontière commune entre deux unités, définie par des caractéristiques fonctionnelles, des caractéristiques de signal ou d'autres caractéristiques selon le cas

[VEI 351-21-35, modifiée]

3.1.25**ligne**

topologie de réseau dans laquelle le support de transmission est acheminé de station en station sous la forme d'une ligne. L'information est transmise dans une direction du maître jusqu'au dernier esclave sur la ligne, et retourne au maître via tous les esclaves dans l'ordre inverse (CP16/3, CP12)

3.1.26**maître**

nœud qui autorise les autres nœuds à transmettre

3.1.27**message de données du maître****MDT (master data telegram)**

message dans lequel le maître intègre ses données

3.1.28**message de synchronisation du maître****MST (master synchronisation telegram)**

message envoyé par le maître, lequel transmet un signal de synchronisation temporelle à l'esclave ou aux esclaves dans un réseau simple

3.1.29**modèle**

représentation mathématique ou physique d'un système ou d'un processus, basée, avec une précision suffisante, sur des lois connues, sur une identification ou sur des hypothèses spécifiées

[VEI 351-21-36]

3.1.30**transmission non cyclique**

échange non périodique de données sur demande du maître

3.1.31**cycle de fonctionnement**

période de la boucle de régulation interne au dispositif d'entraînement ou à l'unité de commande

3.1.32**mode de fonctionnement**

caractérisation de la manière et du degré avec lequel l'opérateur humain intervient sur l'équipement de commande

[VEI 351-31-01]

3.1.33**données de sortie**

données provenant d'un dispositif, d'une ressource ou d'un élément fonctionnel et transférées de ces derniers vers des systèmes externes

[CEI/TR 62390:2005, 3.1.21]

3.1.34**paramètre**

élément de donnée qui représente les informations d'un dispositif qui peuvent être lues ou saisies dans un dispositif, par exemple, par le biais du réseau ou d'une IHM locale

NOTE 2 Un paramètre est caractérisé généralement par son nom, le type de données et la direction d'accès.

[CEI/TR 62390:2005, 3.1.22, modifiée]

3.1.35

activation de PDS

commande de fermeture de la ou des boucles de réaction

3.1.36

mise sous tension de PDS

commande par laquelle l'étage de puissance peut être activé

3.1.37

profil

représentation d'une interface PDS en termes de ses paramètres, ensembles de paramètres et comportement selon un profil de communication et un profil de dispositif

3.1.38

protocole

convention relative aux formats des données, séquences temporelles et correction d'erreur dans l'échange de données des systèmes de communication

3.1.39

anneau, structure en l'anneau

topologie de réseau dans laquelle le support de transmission est acheminé de station en station sous la forme d'un anneau. L'information est transmise dans une seule direction (CP16/1, CP16/2) ou dans les deux directions (CP16/3)

3.1.40

esclave

nœud auquel le maître confère le droit de transmettre

3.1.41

état

ensemble d'informations entre le PDS et le programme de contrôle d'application, qui reflète l'état ou le mode du PDS ou un élément fonctionnel de ce dernier

NOTE Les différentes informations d'état peuvent être codées avec un bit chacune.

3.1.42

mot d'état

deux octets adjacents internes au message du dispositif d'entraînement contenant les informations d'état

3.1.43

message

ensemble de données

3.1.44

topologie

architecture physique du réseau conforme à la connexion entre les stations du système de communication

3.1.45

support de transmission

terme générique pour désigner la forme réelle de la connexion physique entre les stations d'un réseau de communication

NOTE Un câble à fibres optiques, par exemple.

3.1.46**type**

élément matériel ou logiciel qui spécifie les attributs communs partagés par toutes les instances du type

[CEI/TR 62390:2005, 3.1.25]

3.2 Abréviations

ADR	Adresse d'un message. L'adresse du PDS est XX [$1 \leq XX \leq 254$]
AT	Message d'acquiescement (<i>en anglais, Acknowledge Telegram</i>)
C1D	Diagnostic de classe 1
C2D	Diagnostic de classe 2
C3D	Diagnostic de classe 3
IDN	Numéro d'identification (<i>en anglais, Identification Number</i>)
E/S	Entrée/Sortie
K	Nombre de registres de données dans le MDT (voir aussi M)
k	Séquence temporelle des registres de données dans le MDT, exprimée comme $k = 1$ par rapport à K
M	Nombre de PDS dans un réseau (voir aussi K)
m	Séquence temporelle des AT, exprimée comme $m = 1$ par rapport à M
MDT	Message de données du maître (<i>en anglais, Master data telegram</i>)
MST	Message de synchronisation du maître (<i>en anglais, Master sync telegram</i>)
NC	Commande numérique (<i>en anglais Numerical control</i>) (aussi connue comme unité de commande ou contrôleur)
PDS	Entraînement électrique de puissance (<i>en anglais, Power Drive System</i>)
PLC	Automate programmable sans ensemble de commandes dédié à la commande de mouvement (<i>en anglais, Programmable logic controller without a motion control command set</i>)
RT	en temps réel (<i>en anglais, Real-time</i>)
SERCOS	Système de communication en temps réel série (<i>en anglais, SERial Real time Communication System</i>)
t3	Période de validité de la valeur de consigne
t4	Point de capture de l'acquisition de retour
t5	Temps de traitement minimal de retour
tMTSG	Temps de traitement de la valeur de consigne
tNcyc	Durée de cycle de l'unité de commande
tRcyc	Durée de cycle de la boucle de régulation PDS
tScyc	Durée de cycle de communication
XX	Adresse d'un PDS

4 Généralités

Cette mise en correspondance définit entre autres la mise en correspondance avec le profil de communication CP16/1 (SERCOS I), qui a été déjà spécifié dans la CEI 61491:2002. Le groupe de maintenance de la CEI a décidé de l'insérer dans la présente norme ainsi que dans les familles de normes de communication CEI 61158 et CEI 61784, tout en spécifiant la mise en correspondance du profil d'entraînement de SERCOS avec les profils de communication CP16/2 (SERCOS II), CP16/3 (SERCOS III) et CP12 (EtherCAT).

La présente partie de la CEI 61800-7 décrit la mise en correspondance du profil d'entraînement de SERCOS (CEI 61800-7-204) avec les profils de communication CPF 16 (SERCOS I, II et III) et CP12 (EtherCAT).

Les interfaces de CP16/1 et CP16/2 de SERCOS utilisent une transmission à fibres optiques entre les unités de commande et les PDS. En conséquence, toute interférence est écartée.

Le CP16/3 de SERCOS et le CP12 d'EtherCAT utilisent à la place la transmission de données d'Ethernet. Cela peut se faire soit à l'aide de 100BASE-TX (câble) ou de 100BASE-FX (fibre optique) selon les besoins de performances d'immunité.

5 Mise en correspondance avec CP16/1 (SERCOS I) et CP16/2 (SERCOS II)

5.1 Référence aux normes de communication

Les CP16/1 et CP16/2 sont spécifiés dans la famille de normes CEI 61158. Les références détaillées sont énumérées dans la partie correspondante de la CEI 61784-1, qui présente également les différences entre ces deux profils de communication.

5.2 Présentation générale

Le Tableau 1 résume les caractéristiques majeures de CP16/1 et CP16/2.

Tableau 1 – Résumé des caractéristiques de CP16/1 et CP16/2

Caractéristiques	CP16/1	CP16/2
Topologie	Anneau	Dito CP16/1
Flux de données	Du maître au 1 ^{er} esclave, puis à l'esclave suivant, et ainsi de suite jusqu'au dernier esclave, et puis au maître (alternat entre chaque participant)	Dito CP16/1
Support de communication	Fibre optique	Dito CP16/1
Vitesse de transmission	2 Mbit/s ou 4 Mbit/s	Dito CP16/1 De plus: 8 Mbit/s ou 16 Mbit/s
Réglage de la vitesse de transmission	Réglage manuel (par exemple, à l'aide d'un interrupteur)	Dito CP16/1 De plus: reconnaissance automatique du débit en bauds
Durée de cycle t_{cyc}	62,5 μ s, 125 μ s, 250 μ s, 500 μ s, et jusqu'à 65 ms par pas de 250 μ s.	Dito CP16/1
Nombre d'esclaves	Jusqu'à 254	Dito CP16/1
Adresse ADR du dispositif	$1 \leq \text{ADR} \leq 254$	Dito CP16/1
Message de synchronisation	MST	Dito CP16/1
Messages de l'esclave	1 AT par PDS	Dito CP16/1
Message du maître	1 MDT	Dito CP16/1
Ordre du message dans un cycle	Obligatoire: MST – ATs – MDT	Dito CP16/1
Communication non cyclique	Voie de service (SVC): 2 octets sont réservés pour chaque esclave au sein d'AT et MDT	Dito CP16/1 De plus: Il doit être possible de configurer chaque esclave pour 4, 6 ou 8 octets au sein de la SVC
Initialisation	Automatique à la mise sous tension ($t_{\text{sync}} \geq 1$ ms) 4 phases de communication intermédiaires (CP0 à CP3) avant d'atteindre le fonctionnement normal	Dito CP16/1

Caractéristiques	CP16/1	CP16/2
	(CP4)	
Transfert de fichier	Utilisation de la voie de service (SVC)	Dito CP CP16/1 De plus: les phases de communication (CP5 et CP6) pour le transfert de fichier

Le nombre exact de PDS qui peuvent être desservis par réseau de communication dépend de la durée de cycle, de la quantité de données choisie et de la vitesse de transmission. Le nombre de PDS par unité de commande peut également être étendu par l'utilisation de plusieurs réseaux. Le Tableau 2 présente des exemples qui sont valides dans des conditions normales de fonctionnement. Le temps de réserve est disponible pour la transmission d'autres données (par exemple, la communication avec des E/S sous forme de PLC) ou comme une marge de sécurité à utiliser pour des développements d'applications ultérieurs.

Tableau 2 – Nombre de PDS par réseau (exemples)

Profil de communication	Vitesse de transmission	Durée de cycle	Registre de données en direction de chaque PDS	Registre de données en provenance de chaque PDS	Nombre de PDS	Débit binaire (voie de service) par PDS	Temps de réserve
CP16/1 et 16/2	2 Mbit/s	2 ms	32 octets	32 octets	8	8 kbit/s (2 octets)	390 µs
CP16/1 et 16/2	4 Mbit/s	1 ms	32 octets	32 octets	8	16 kbit/s (2 octets)	125 µs
CP 16/2	8 Mbit/s	1 ms	36 octets	36 octets	15	32 kbit/s (4 octets)	208 µs
CP 16/2	16 Mbit/s	500 µs	36 octets	36 octets	14	128 kbit/s (8 octets)	113 µs
CP 16/2	16 Mbit/s	2 ms	16 octets	16 octets	112	8 kbit/s (2 octets)	330 µs

La CEI 61800-7-204 normalise les formats et les facteurs de mise à l'échelle pour l'échange de données de fonctionnement entre les unités de commande et les PDS. Pendant l'initialisation, le fonctionnement de l'interface est configuré selon les caractéristiques de fonctionnement de l'unité de commande et des PDS. Par conséquent, la commande de vitesse et/ou l'asservissement de position est mis en œuvre soit par le PDS soit par l'unité de commande.

L'unité de commande est capable de synchroniser tous les PDS connectés par échange de données cycliques pour les valeurs de consigne et de réaction, y compris la synchronisation et la temporisation équidistante exacte des mesures commandées et des valeurs de consigne. Les durées de cycle de communication peuvent être sélectionnées entre 62,5 µs, 125 µs, 250 µs ou tout entier multiple de 250 µs.

De plus, le panneau de commande de l'unité de commande peut être utilisé pour afficher et entrer des données spécifiques au PDS, des paramètres et des informations de diagnostic qui sont disponibles via une voie de service asynchrone et des registres de données normalisés.

Les valeurs de consigne et de réaction dans les mots courts ou longs peuvent être transmises entre l'unité de commande et chaque PDS dans les deux directions. Les données facultatives (par exemple, les paramètres, les textes de diagnostic) sont transmises en segments pendant chaque cycle. Ces données peuvent être demandées individuellement par l'unité de commande. Les erreurs dans les valeurs de consigne et de réaction sont corrigées automatiquement au cours d'une communication cyclique. Les dernières valeurs de consigne et de réaction valides sont utilisées jusqu'au cycle suivant. Deux transmissions consécutives erronées provoquent l'arrêt des PDS.

Avec l'interface SERCOS, une unité de commande peut desservir un ou plusieurs réseaux, en fonction des exigences. Un exemple est donné à la Figure 2.

La connexion de l'unité de commande sur un réseau est désignée sous le nom de maître. Ce maître doit diriger et commander toute communication à l'intérieur d'un réseau.

Un esclave est la connexion entre un ou plusieurs PDS et le réseau, ou entre une station E/S et le réseau. Comme l'illustre la Figure 2, un groupe de PDS tel que plusieurs PDS et les E/S peuvent être regroupés et reliés dans le réseau par une seule connexion en fonction de l'application. Les participants individuels doivent être connectés entre eux via des segments de transmission qui doivent satisfaire aux exigences de CP16/1 (SERCOS I) ou CP16/2 (SERCOS II).

Les informations échangées dans un tel réseau dépendent largement de la répartition des tâches entre l'unité de commande, les PDS et les stations E/S. L'échange direct d'informations a lieu entre l'unité de commande d'une part, les PDS et les stations E/S d'autre part.

L'interopérabilité entre les profils de communication doit être telle que présentée dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Interopérabilité des profils de communication à l'intérieur d'un réseau

Maître	Esclave conforme à CP16/1	Esclave conforme à CP16/2
CP16/1	Oui	Oui
CP16/2	oui ^{NOTE}	Oui
NOTE Avec un maître CP16/2, il convient que les esclaves CP16/1 soient interopérables seulement à 2 Mbit/s ou 4 Mbit/s.		

Les interfaces CP16/1 et CP16/2 doivent permettre la synchronisation lors de la transmission des données cycliques tel qu'il est exigé par le profil SERCOS (voir la CEI 61800-7-204). Cela signifie que le cycle de fonctionnement de l'unité de commande peut être synchronisé avec le cycle de communication et le cycle de fonctionnement du PDS de sorte qu'on puisse éviter les pulsations entre les cycles individuels et réduire à un minimum les temps morts dans les boucles de régulation. Cela implique également que de nouveaux signaux de commande deviennent simultanément actifs dans tous les PDS et que tous les PDS effectuent des mesures au même moment, afin qu'ils puissent être renvoyés à l'unité de commande comme valeurs de réaction. Cela exige que les cycles de transmission soient strictement équidistants.

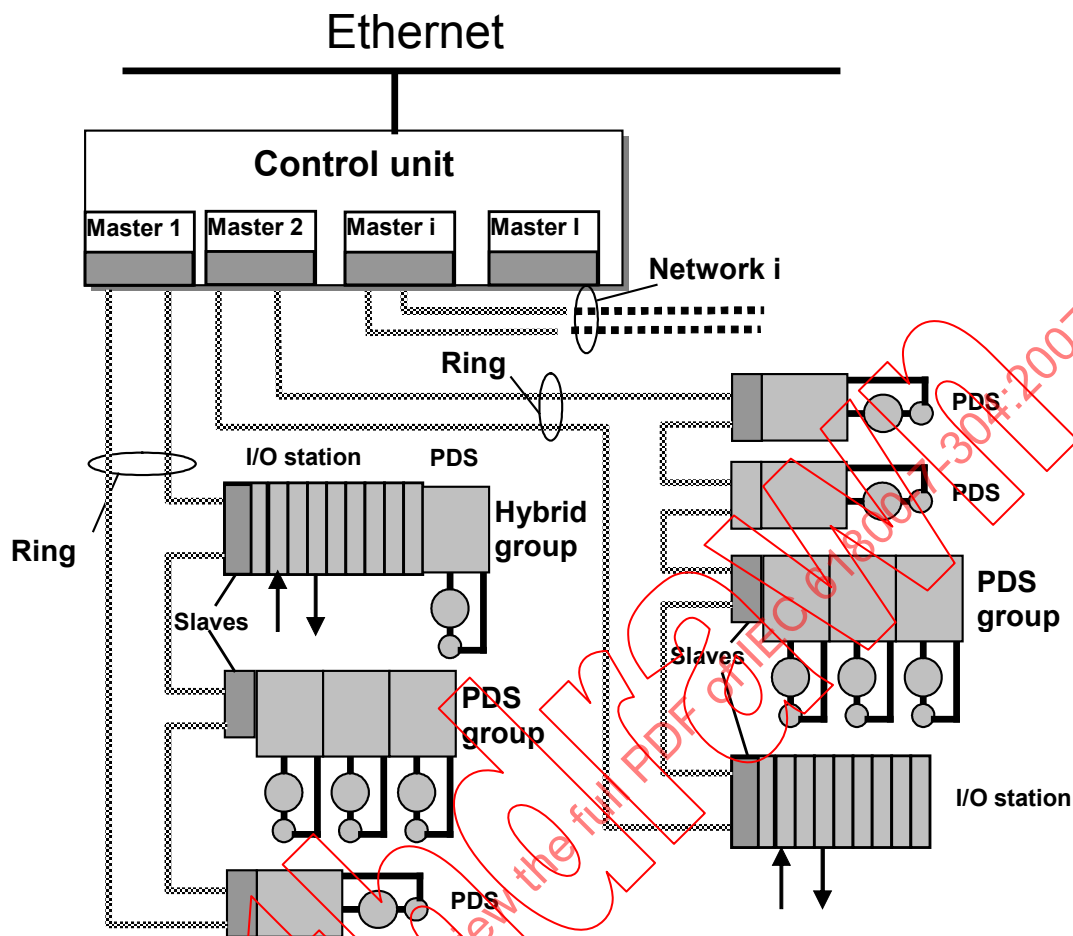
Les données contenues dans les boucles de régulation nécessitent d'être précises et ponctuelles. Les données inopportunes ne sont d'aucune valeur. Lorsqu'une erreur de transmission est détectée, le cycle de communication continue et les anciennes données ou une valeur estimative peuvent être utilisées pendant un cycle de communication. La répétition de la transmission avec les anciennes données (à des fins de correction d'erreur) est dénuée de sens, puisque pendant le cycle de communication suivant (par exemple, 1 ms plus tard), les nouvelles données de consigne seront transmises. En cas d'erreurs de transmission répétées, une réaction prédéterminée, comme l'arrêt du système, doit suivre.

Le mode de transmission non cyclique ne satisfait pas aux exigences strictes en temps réel. L'exactitude des données est reconnue ou est sécurisée par la répétition de la transmission.

5.3 Couche physique et topologie

L'interface SERCOS CP16/1 (SERCOS I) et CP16/2 (SERCOS II) doit utiliser la transmission par fibre optique entre les unités de commande et les PDS, tel qu'il est spécifié dans la partie correspondante de la CEI 61158-2.

La topologie de communication doit être sous forme d'anneau, comme l'illustre la Figure 2.



Légende

Anglais	Français
Control unit	Unité de commande
Master	Maître
Network	Réseau
Ring	Anneau
I/O station	Station E/S
Hybrid group	Groupe hybride
Slaves	Esclaves
PDS group	Groupe de PDS

Figure 2 – Topologie

5.4 Mécanisme de synchronisation

5.4.1 Généralités

Si, sur une machine, plusieurs PDS se déplacent en coordination avec une commande (commande de contournage), certaines exigences techniques doivent être remplies afin d'effectuer une trajectoire sans déviation:

- traiter les valeurs de consigne;
- saisir les valeurs de réaction;

- synchroniser les différentes durées de cycle et les interpolateurs de haute définition dans les PDS.

Les CP16/1 et CP16/2 doivent prévoir la transmission cyclique des messages suivants, dans l'ordre ci-après, tel que présenté à la Figure 3:

- 1) Le maître doit envoyer un message de synchronisation, appelé MST, à tous les esclaves.
- 2) Chaque esclave doit envoyer en retour son message de données, appelé AT, au maître.
- 3) Le maître doit envoyer son message de données du maître, appelé MDT, à tous les esclaves.

Pendant l'initialisation du réseau, le maître doit transmettre à chaque esclave tous les paramètres qui déterminent le créneau et le contenu des données de ces messages. De cette façon, chaque esclave doit être capable de transmettre son AT et de lire sa partie de MDT sans interférer avec les autres esclaves.

La durée de cycle de communication doit être sélectionnée parmi les valeurs suivantes:

62,5 μ s, 125 μ s, et puis 250 μ s à 65 ms par incréments de 250 μ s.

Le paragraphe 5.11.5 définit 3 granularités.

5.4.2 Gestion des valeurs de consigne et de réaction

Le MST doit non seulement commander l'accès au réseau, mais également contribuer à l'orientation du traitement au sein des PDS. Les conceptions dans lesquelles les PDS fournissent des valeurs de réaction pour l'unité de commande doivent être possibles. Ces valeurs doivent être saisies simultanément dans tous les PDS concernés. Le point de capture indiqué par t_4 référence à la fin du MST doit être archivé dans les PDS comme un IDN. Les PDS doivent déjà avoir un intervalle de temps t_5 par défaut archivé comme un IDN. Cet intervalle de temps doit indiquer la période minimale de temps nécessaire entre le point de capture t_4 et la fin du MST suivant, pour permettre au PDS de traiter la valeur de réaction saisie pour l'AT suivant.

Le t_3 doit être défini comme un autre paramètre. Ce paramètre doit indiquer l'intervalle de temps à l'issue duquel, à compter de la fin du MST, le PDS est autorisé à accéder aux nouvelles valeurs de consigne transmises dans le MDT. Le maître archive t_3 comme un IDN dans les PDS. Afin de déterminer t_3 , le paramètre t_{MTSG} (temps de traitement de la valeur de consigne) doit être archivé dans les PDS comme un IDN. Ce paramètre doit décrire la durée minimale exigée par l'esclave pour traiter la ou les nouvelles valeurs de consigne pour le(s) PDS après le MDT.

La Figure 3 illustre ces intervalles de temps.

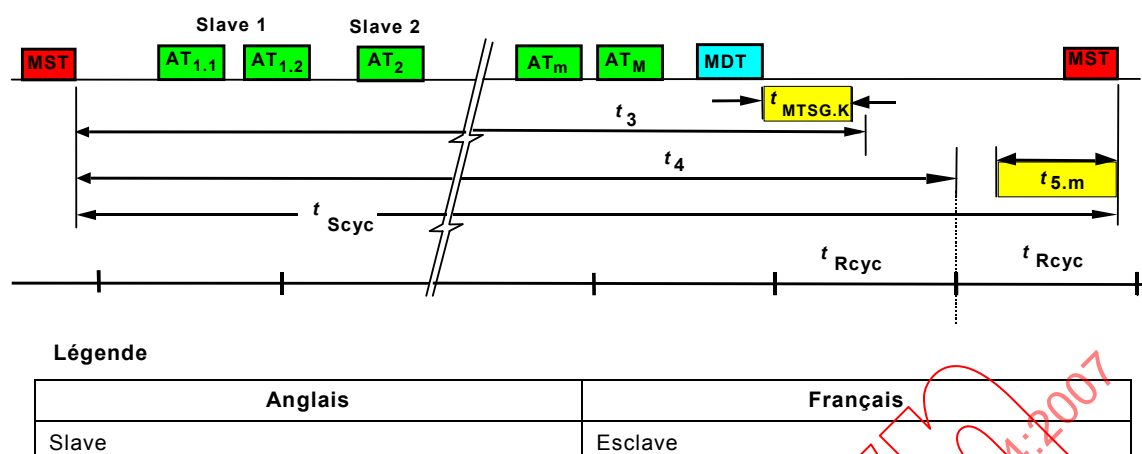


Figure 3 – Validité des valeurs de consigne et du temps d'acquisition de réaction dans les PDS

Synchronisation des boucles de régulation dans les PDS

Les valeurs de réaction doivent être saisies en temps t_4 dans le PDS et les boucles de régulation (durée de cycle t_{Rcyc}) doivent être synchronisées dans le PDS à ce moment-là (voir la Figure 3 et la Figure 4).

Les PDS ont besoin d'un certain délai pour activer une valeur de consigne nouvellement reçue dans la boucle de régulation. Les valeurs de consigne disponibles au temps t_3 doivent être activées dans la boucle de régulation jusqu'au temps t_4 suivant. Si la durée entre t_3 et t_4 est trop courte, les valeurs de consigne ne doivent être activées que dans le cycle suivant au temps t_4 .

Si un PDS est programmé pour détecter que les temps t_3 et t_4 sont dans une plage critique, il est recommandé que le PDS génère un message de diagnostic. Les constructeurs de PDS doivent documenter les dépendances de temps t_3 et t_4 et le message de diagnostic dans le manuel des PDS.

La durée de cycle dans l'unité de commande et dans les PDS doit être telle que spécifiée ci-dessous:

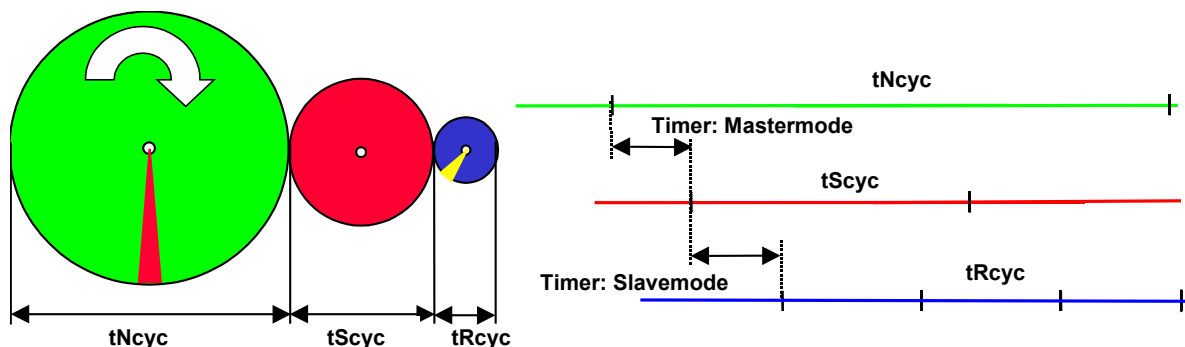
- La durée de cycle pendant laquelle l'unité de commande doit fournir de nouvelles valeurs de consigne pour les PDS doit être appelée t_{Ncyc} . Le cycle de fonctionnement au sein de l'unité de commande doit être un entier multiplié de la durée de cycle de communication. Si la durée de cycle de fonctionnement est n fois plus longue que la durée de cycle de communication, les mêmes valeurs calculées doivent être transmises n fois dans des messages consécutifs:

$$t_{Ncyc} = n \times t_{Scyc}, n = 1, 2, \dots \text{ (} n \text{ est un entier qui ne se rapporte pas aux abréviations)}$$

- Les PDS commandés par microprocesseur doivent avoir des algorithmes de fonctionnement dédiés à la transmission de données. La durée de cycle pendant laquelle le PDS doit réaliser son algorithme de commande doit être appelée t_{Rcyc} . Elle doit être un entier diviseur de la durée de cycle de communication et doit être en phase avec le message de synchronisation. Si la durée de cycle du PDS est z fois plus courte que la durée de cycle de communication, les valeurs intermédiaires des valeurs de consigne doivent être interpolées à l'intérieur du PDS:

$$z \times t_{Rcyc} = t_{Scyc}, z = 1, 2, \dots \text{ (} z \text{ est un entier qui ne se rapporte pas aux abréviations)}$$

La Figure 4 présente graphiquement la relation de t_{Ncyc} et de t_{Rcyc} avec t_{Scyc} .



Légende

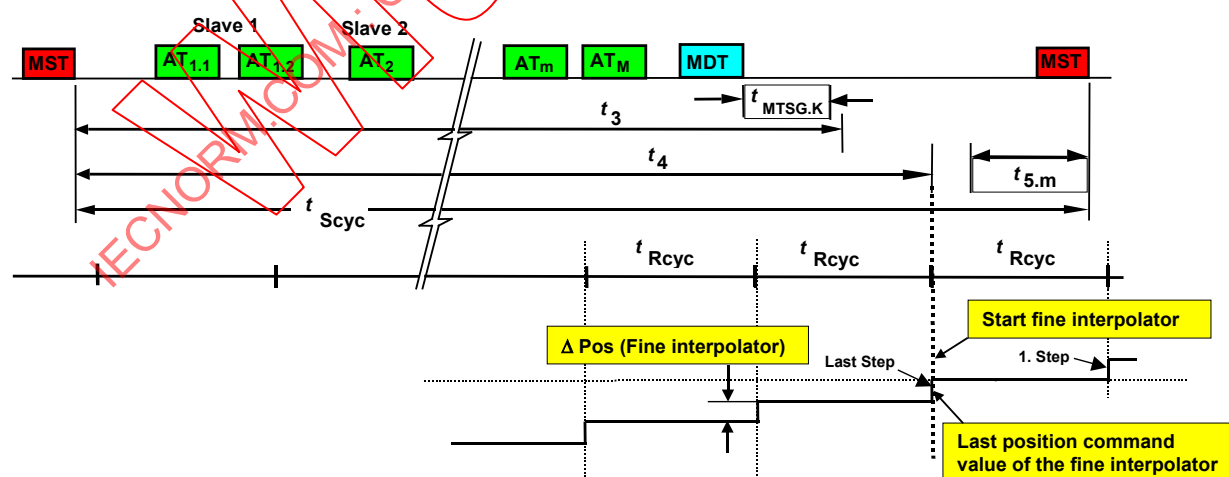
Anglais	Français
Timer	Temporisateur
Mastermode	Mode maître
Slavemode	Mode esclave

Figure 4 – Synchronisation des durées de cycle

5.4.3 Boucle de position avec un interpolateur de haute définition

Au temps t_4 , l'interpolateur de haute définition doit fournir à l'asservissement de position la valeur de consigne de position correspondante reçue. Au même moment, la dernière valeur de consigne de position reçue doit être fournie à l'interpolateur de haute définition (voir Figure 5). L'interpolateur de haute définition doit calculer les écarts des valeurs de consigne de position (Δ_{Pos}) pour toutes les phases (cycles d'asservissement de position). Les écarts des valeurs de consigne de position doivent être calculés avec:

- le rapport de la durée de cycle NC et de la durée de cycle PDS,
- les valeurs de consigne de position,
- (de façon optionnelle) la vitesse et l'accélération,
- le type et l'ordre d'une interpolation de haute définition.



Légende

Anglais	Français
Slave	Esclave
Δ_{Pos} (Fine interpolator)	Ecart de position (Interpolateur de haute définition)

Anglais	Français
Start fine interpolator	Interpolateur haute définition de début
Last position command value of the fine interpolator	Dernière valeur de consigne de position de l'interpolateur de haute définition
Last step	Dernière phase
Step	Phase

Figure 5 – Synchronisation des boucles de régulation et de l'interpolateur de haute définition

5.5 Contenu des messages

5.5.1 Généralités

L'Article 7 de la CEI 61800-7-204 spécifie une liste complète des données transmissibles (ainsi que de commandes de procédure) qui sont prédéterminées dans le profil SERCOS. La partie de la CEI 61158-5-16 traitant du profil de communication spécifie des données transmissibles supplémentaires, spécifiques à la communication. Le lecteur y trouvera également une description des données individuelles. Ce paragraphe donne une vue d'ensemble, organisée selon le mode de transmission (cyclique/non-cyclique) et le mode de fonctionnement. Le Tableau 4 donne un exemple de données typiques qui sont transmises de façon cyclique.

Pendant un cycle de communication, un mot de commande doit être envoyé de l'unité de commande à chaque PDS et un mot d'état doit être renvoyé de chaque PDS à l'unité de commande. Des données de fonctionnement configurables doivent être transmises de façon bidirectionnelle entre l'unité de commande et chaque PDS de façon cyclique. Le Tableau 4 fournit quelques représentations typiques. Les trois modes de fonctionnement sont présentés avec des valeurs de consigne et de réaction.

Tableau 4 – Données de fonctionnement typiques pour une transmission cyclique

	Données de position	Données de vitesse	Données de couple
De l'unité de commande au PDS	Mot de commande		
	Valeur de consigne de position	Valeur de consigne de vitesse	Valeur de consigne de couple
	Valeur de consigne de position supplémentaire	Valeur de consigne de vitesse supplémentaire	Valeur de consigne de couple supplémentaire
Du PDS à l'unité de commande	Mot d'état		
	Valeur de retour en position 1	Valeur de retour en vitesse	Valeur de retour de couple
	Valeur de retour en position 2		

Le mot de commande et le mot d'état sont organisés dans une partie liée au PDS et à la transmission. Les transmissions non cycliques sont commandées au moyen de la partie liée à la transmission (phases de commande/acquittement). Chaque mot de commande et d'état se réserve deux bits supplémentaires en temps réel pour la transmission cyclique.

La partie liée au PDS du mot de commande contient les modes de fonctionnement souhaités. Cette partie est également utilisée pour transmettre les commandes «mise sous tension de PDS» et «activation de PDS». La partie liée au PDS du mot d'état transmet des messages groupés d'erreur et d'avertissement qui sont subdivisés en trois classes. Cette partie émet également des messages indiquant si le PDS est prêt à fonctionner ou est prêt à être mis sous tension.

Le Tableau 5 démontre qu'un spectre de données beaucoup plus grand est généralement échangé par le mode de transmission non cyclique. Cependant, cet échange est beaucoup plus lent que dans le mode cyclique.

Tableau 5 – Données typiques pour une transmission non cyclique

Données relatives au mode de fonctionnement de l'interface SERCOS		
Données de position	Données de vitesse	Données de couple
Valeur limite positive	Valeur limite positive	Valeur limite positive
Valeur limite négative	Valeur limite négative	Valeur limite négative
	Valeur limite bipolaire	Valeur limite bipolaire
Polarités	Polarités	Polarités
Distance de référence 1	Vitesse de retour à la position de référence	
Distance de référence 2		
Dégagement d'inversion		
Points de commutation de position 1 à 16		
Limite positive de la valeur de détection 1 ou 2		
Limite négative de la valeur de détection 1 ou 2		

Comme mentionné précédemment, un composant (PDS ou unité de commande) équipé de l'interface SERCOS n'a pas besoin de prendre en charge toutes les données possibles et les commandes de procédure contenues dans la présente spécification. Le système fournit des listes de données et de commandes de procédure qui sont applicables au composant approprié. Ces listes peuvent être lues à partir d'un PDS au moyen de l'unité de commande, fournissant ainsi toutes les informations nécessaires concernant le PDS concerné.

Les données à transmettre et la séquence doivent être déterminées pendant l'initialisation.

Enfin, lors de l'initialisation, il est utile de transmettre les données de mise à l'échelle comme un groupe. De cette façon, les formats de données utilisés par les algorithmes de fonctionnement internes du PDS sont recalculés et modifiés conformément aux spécifications de l'interface SERCOS.

5.5.2 Bloc de données

L'interface SERCOS n'est pas seulement un système de transmission de données. Elle fournit un grand nombre de données et de commandes de procédure qui peuvent être utilisées pour le fonctionnement des machines et de leurs unités de commande et PDS.

Toutes les données, commandes de procédure et toutes les informations supplémentaires sont résumées dans un bloc de données qui contient un nom, des attributs, des unités, des valeurs d'entrée minimales et maximales, ainsi que les données elles-mêmes. Voir l'Article 8 de la CEI 61800-7-204.

L'accès aux données ou aux informations supplémentaires n'est possible que par le biais d'un numéro d'identification (IDN). Il y a 2^{16} IDN disponibles. La plage allant de 0 à 32 767 est réservée aux données préconfigurées qui sont définies par l'interface SERCOS.

Il y aura toujours des applications spéciales pour lesquelles aucun des paramètres généralement définis ne s'applique. Les IDN de 32 768 à 65 535 sont réservés aux données spécifiques au produit qui peuvent être définies par les constructeurs d'unités de commande et de PDS. Aucune compatibilité générale ne peut exister pour ces données et ces commandes de procédure.

5.5.3 Messages de groupe de la fonction de communication

Le contenu des messages des registres de données configurables doit être déterminé soit par les messages préconfigurés soit par les messages d'application. Cette détermination a lieu dans le paramètre du type de message. Pour la structure des messages, se reporter à 5.5.4 et 5.5.5.

Toutes les valeurs de réaction contenues dans l'AT pour les données cycliques doivent être mises à jour avec des données valides pendant chaque cycle lors du CP4. Dans le MDT, les valeurs de consigne à transmettre cycliquement doivent demeurer valides dans le CP4 en fonction du mode de fonctionnement.

Quand un message préconfiguré est choisi (voir Tableau 6), les données de fonctionnement et la séquence correspondante dans le registre de données configurables de l'AT, ainsi que le MDT, doivent être définis pour un PDS donné.

Tableau 6 – IDN pour le choix et le paramétrage des messages

IDN	Description
S-0-0015	Type de message

5.5.4 Messages préconfigurés

5.5.4.1 Message préconfiguré 0

Aucune donnée cyclique ne doit être échangée entre l'unité de commande et le PDS dans un message préconfiguré 0. Seul le registre de données fixe doit être défini. L'échange de données doit avoir lieu par la voie de service. Sa structure est présentée dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Structure du message préconfiguré 0

Registre de données	Champ de données	Contenu	IDN	Longueur (octet)
MDT	-	-	-	0
AT	-	-	-	0

5.5.4.2 Message préconfiguré 1

Le message préconfiguré 1 doit prendre en charge le mode de fonctionnement d'asservissement de couple dans le PDS. Sa structure est présentée dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Structure du message préconfiguré 1

Registre de données	Champ de données	Contenu	IDN	Longueur (octet)
MDT	1	Valeur de consigne de couple	S-0-0080	2
AT	1	-	-	0

5.5.4.3 Message préconfiguré 2

Le message préconfiguré 2 doit prendre en charge le mode de fonctionnement de commande de vitesse dans le PDS. Sa structure est présentée dans le Tableau 9. L'acquisition de retour en position et la fermeture de la boucle de position doivent avoir lieu dans l'unité de commande.

Tableau 9 – Structure du message préconfiguré 2

Registre de données	Champ de données	Contenu	IDN	Longueur (octet)
MDT	1	Valeur de consigne de vitesse	S-0-0036	4
AT	1	Valeur de retour en vitesse	S-0-0040	4

5.5.4.4 Message préconfiguré 3

Le message préconfiguré 3 doit prendre en charge le mode de fonctionnement de commande de vitesse dans le PDS. Sa structure est présentée dans le Tableau 10. L'acquisition de retour en position a lieu dans le PDS. La boucle de position doit être fermée dans l'unité de commande.

Tableau 10 – Structure du message préconfiguré 3

Registre de données	Champ de données	Contenu	IDN	Longueur (octet)
MDT	1	Valeur de consigne de vitesse	S-0-0036	4
AT	1	Valeur de retour en position 1	S-0-0051	4
		ou	ou	
		Valeur de retour en position 2	S-0-0053	

Le contenu du champ de données 1 de l'AT dépend du paramètre du type de message (S-0-0015).

5.5.4.5 Message préconfiguré 4

Le message préconfiguré 4 doit prendre en charge le mode de fonctionnement d'asservissement de position dans le PDS. Sa structure est présentée dans le Tableau 11. L'acquisition de retour en position doit avoir lieu dans le PDS, ainsi que la fermeture de la boucle de position.

Tableau 11 – Structure du message préconfiguré 4

Registre de données	Champ de données	Contenu	IDN	Longueur (octet)
MDT	1	Valeur de consigne de position	S-0-0047	4
AT	1	Valeur de retour en position 1	S-0-0051	4
		ou	ou	
		Valeur de retour en position 2	S-0-0053	

Le contenu du champ de données 1 de l'AT dépend du paramètre du type de message (S-0-0015).

5.5.4.6 Message préconfiguré 5

Le message préconfiguré 5 doit prendre en charge le mode de fonctionnement de commande de vitesse et d'asservissement de position dans le PDS. Sa structure est présentée dans le Tableau 12. Les modes de commutation entre la commande de vitesse et l'asservissement de position doivent être également possibles avec le message préconfiguré 5.

Tableau 12 – Structure du message préconfiguré 5

Registre de données	Champ de données	Contenu	IDN	Longueur (octet)
MDT	1	Valeur de consigne de position	S-0-0047	4
	2	Valeur de consigne de vitesse	S-0-0036	4
AT	1	Valeur de retour en position 1 ou Valeur de retour en position 2	S-0-0051 ou S-0-0053	4
	2	Valeur de retour en vitesse	S-0-0040	4

Le contenu du champ de données 1 de l'AT dépend du paramètre du type de message (S-0-0015).

5.5.4.7 Message préconfiguré 6

Le message préconfiguré 6 doit prendre en charge le mode de fonctionnement de commande de vitesse dans le PDS. Sa structure est présentée dans le Tableau 13. L'acquisition de retour en position et la fermeture de la boucle de position doivent avoir lieu dans l'unité de commande.

Tableau 13 – Structure du message préconfiguré 6

Registre de données	Champ de données	Contenu	IDN	Longueur (octet)
MDT	1	Valeur de consigne de vitesse	S-0-0036	4
AT	1		-	0

5.5.5 Messages d'application

5.5.5.1 Configuration du MDT

La longueur du «registre de données configurables» dans le MDT doit être limitée par la «longueur du registre de données configurables dans le MDT» (S-0-0186). Les données cycliques doivent être affectées aux champs de données contenus dans le registre de données configurables au moyen de la séquence des IDN donnés dans la liste de configuration du MDT (S-0-0024).

Les données cycliques configurées doivent être toujours transmises dans des champs de données séquentielles en commençant par le champ de données 1. Aucun champ de données vide n'est admis dans le MDT. Les IDN nécessaires à la configuration des messages MDT d'application sont énumérés dans le Tableau 14.

Tableau 14 – IDN pour la configuration du MDT

IDN	Description
S-0-0015	Type de message
S-0-0024	Liste de configuration du MDT
S-0-0188	IDN – liste de données configurables dans le MDT
S-0-0186	Longueur du registre de données configurables dans le MDT

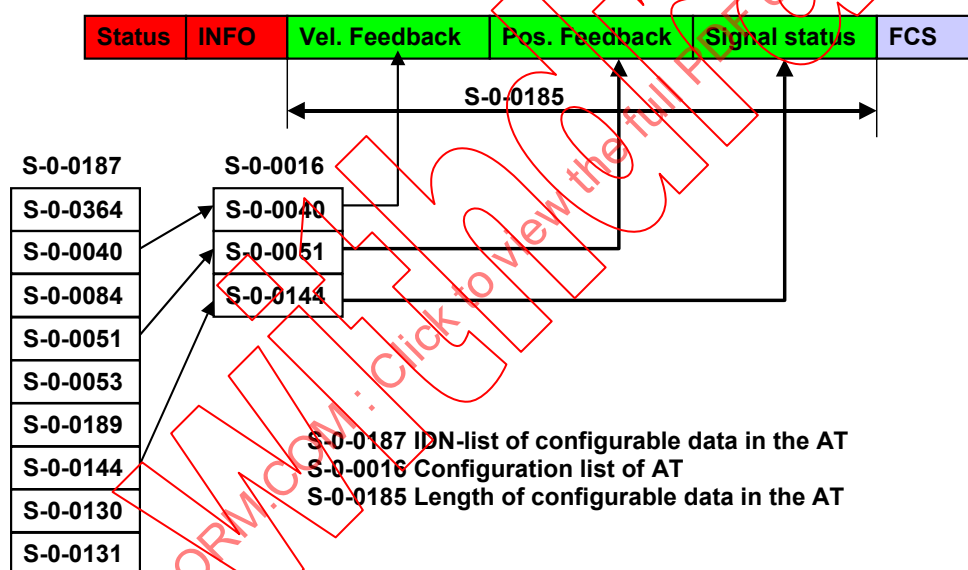
5.5.5.2 Configuration de l'AT

La longueur du «registre de données configurables» de l'AT doit être limitée par la «longueur du registre de données configurables dans l'AT» (S-0-0185). Les données cycliques doivent être affectées aux champs de données contenus dans le registre de données configurables au moyen de la séquence des IDN donnés dans la liste de configuration de l'AT (S-0-0016).

Les données cycliques configurées doivent être toujours transmises dans des champs de données séquentielles en commençant par le champ de données 1. Aucun champ de données vide n'est admis dans l'AT. Les IDN nécessaires à la configuration des messages AT d'application sont énumérés dans le Tableau 15 et un exemple est donné à la Figure 6.

Tableau 15 – IDN pour la configuration de l'AT

IDN	Description
S-0-0015	Type de télégramme
S-0-0016	Liste de configuration de l'AT
S-0-0187	IDN – liste de données configurables dans l'AT
S-0-0185	Longueur du registre de données configurables dans l'AT



Légende

Anglais	Français
Status	Etat
Info	Informations
Vel feedback	Retour en vitesse
Pos feedback	Retour en position
signal status	Etat de signal
IDN-list of configurable data in the AT	IDN – liste de données configurables dans l'AT
Configuration list of AT	Liste de configuration de l'AT
Length of configurable data in the AT	Longueur de données configurables dans l'AT

Figure 6 – Configuration de l'AT (exemple)

5.6 Transfert de données non cycliques

Le transfert de données non cycliques doit se faire à l'aide de la Voie de Service (SVC).

5.7 Bits en temps réel

5.7.1 Fonctions des bits en temps réel

Deux bits en temps réel doivent être réservés dans le mot de commande du MDT et dans le mot d'état de l'AT, lesquels peuvent être utilisés avec des affectations spéciales, selon les applications. Les affectations doivent être transmises sur demande via la voie de service. Les bits en temps réel sont des signaux qui doivent indiquer un certain état ou événement sélectionné dans le maître ou dans les PDS. Cet état ou événement transmis du maître au PDS et inversement doit être représenté en temps réel. Les paramètres énumérés dans le Tableau 16 doivent être disponibles pour l'utilisation des bits en temps réel. Les bits de commande en temps réel (dans le mot de commande du MDT) doivent être distincts des bits d'état en temps réel (dans le mot d'état de l'AT).

Tableau 16 – IDN pour les bits en temps réel

IDN	Description
S-0-0300	Bit de commande 1 en temps réel
S-0-0302	Bit de commande 2 en temps réel
S-0-0301	Affectation du bit de commande 1 en temps réel
S-0-0303	Affectation du bit de commande 2 en temps réel
S-0-0413	Affectation de numéros de bit de commande 1 en temps réel
S-0-0414	Affectation de numéros de bit de commande 2 en temps réel
S-0-0304	Bit d'état 1 en temps réel
S-0-0306	Bit d'état 2 en temps réel
S-0-0305	Affectation de bit d'état 1 en temps réel
S-0-0307	Affectation de bit d'état 2 en temps réel
S-0-0415	Affectation de numéros de bit d'état 1 en temps réel
S-0-0416	Affectation de numéros de bit d'état 2 en temps réel

Une signification logique peut être affectée par le maître aux bits en temps réel au moyen des IDN d'affectation spécifiés dans le Tableau 17, en fonction de l'application.

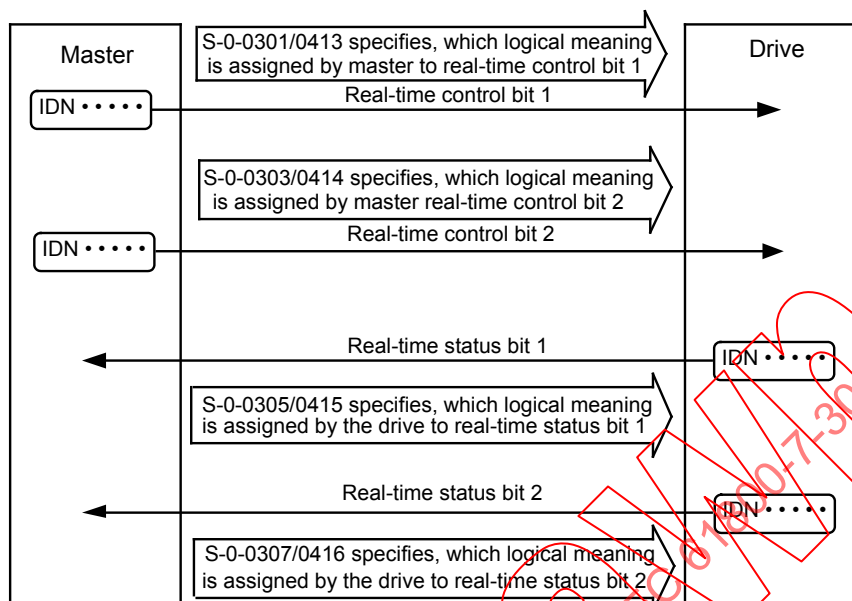
Tableau 17 – IDN d'affectation aux bits en temps réel

IDN d'affectation	Affectation (IDN) de valeur logique à
S-0-0301 et S-0-0413	Mot de commande du maître, bit en temps réel 1
S-0-0303 et S-0-0414	Mot de commande du maître, bit en temps réel 2
S-0-0305 et S-0-0415	Mot d'état de l'esclave, bit 1 en temps réel
S-0-0307 et S-0-0416	Mot d'état de l'esclave, bit 2 en temps réel

Toutes les affectations logiques doivent être des IDN de données de fonctionnement binaires (bits, signaux de commutation). Tout bit en temps réel activé par le biais de ces affectations doit maintenir sa signification jusqu'à sa réécriture ou effacement par le maître avec l'IDN S-0-0000 ou jusqu'à ce qu'un autre IDN modifie l'affectation logique.

Lorsqu'il y a un accès en écriture sur la voie de service aux données de fonctionnement d'un IDN qui est affecté à un bit de commande en temps réel, le PDS doit générer l'erreur:

«données de fonctionnement en protection d'écriture» ou «données de fonctionnement protégées en écriture, configurées de façon cyclique» (voir la Figure 7).



Légende

Anglais	Français
Master	Maître
Drive	Dispositif d'entraînement
IDN	IDN (numéro d'identification)
Real-time control bit 1	Bit de commande 1 en temps réel
Real-time control bit 2	Bit de commande 2 en temps réel
Real-time status bit 1	Bit d'état 1 en temps réel
Real-time status bit 2	Bit d'état 2 en temps réel
S-0-0301/0413 specifies which logical meaning is assigned by master to real time control bit 1	S-0-0301/0413 spécifie la signification logique qui est affectée par le maître au bit de commande 1 en temps réel
S-0-0303/0414 specifies which logical meaning is assigned by master to real time control bit 2	S-0-0303/0414 spécifie la signification logique qui est affectée par le maître au bit de commande 2 en temps réel
S-0-0305/0415 specifies which logical meaning is assigned by the drive to real time control bit 1	S-0-0305/0415 spécifie la signification logique qui est affectée par le dispositif d'entraînement au bit de commande 1 en temps réel
S-0-0307/0416 specifies which logical meaning is assigned by the drive to real time control bit 2	S-0-0307/0416 spécifie la signification logique qui est affectée par le dispositif d'entraînement au bit de commande 1 en temps réel

Figure 7 – Fonctions des bits en temps réel

5.7.2 Affectation de bits en temps réel

5.7.2.1 Séquence d'affectation des bits de commande en temps réel

Pendant la modification de l'affectation, la commande doit tout d'abord attribuer le S-0-0000 à S-0-0301/0303. Ceci doit invalider le bit de commande en temps réel dans le PDS. Ensuite, la commande doit reproduire le nouveau bit sur le bit de commande en temps réel. Après l'affectation du nouveau numéro de bit (S-0-0413/0414) et du nouvel IDN (S-0-0301/0303), le PDS doit évaluer le nouveau bit de commande en temps réel.

5.7.2.2 Séquence d'affectation des bits d'état en temps réel

Lorsque l'affectation est modifiée par l'IDN (S-0-0305/0307) et/ou le numéro de bit (S-0-0415/0416), des états non définis se produisent au niveau des bits d'état en temps réel. La commande doit détecter cela et ne doit pas évaluer les données correspondantes. Le PDS doit reproduire le nouveau bit modifié sur le bit d'état en temps réel au plus tard lorsqu'il fixe le Bit d'activité (BUSY) sur 0.

5.7.3 Cas possibles

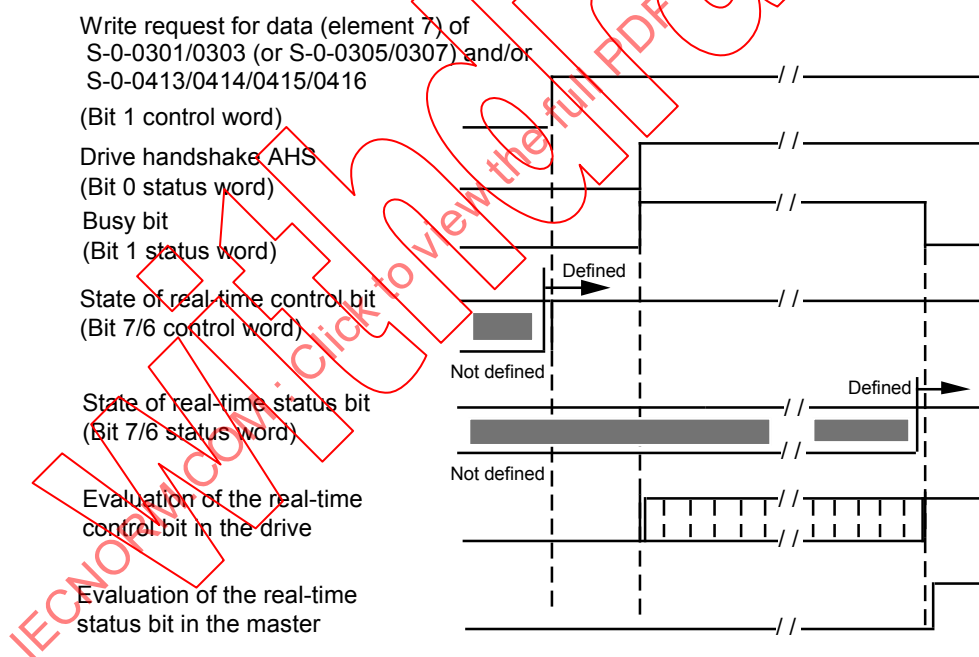
5.7.3.1 Cas 1

Affectation d'un IDN $\neq 0$ à un bit en temps réel, lorsque aucune autre affectation à ce bit en temps réel n'est active (voir Figure 8).

L'état du bit de commande en temps réel doit être défini au plus tard lorsque l'élément 7 de S-0-0301/0303 est écrit. L'état du bit d'état en temps réel doit être défini au plus tard avant la réinitialisation du bit d'activité (busy).

NOTE 1 L'élément 7 d'un IDN correspond aux données de fonctionnement (voir la CEI 61800-7-204).

L'évaluation du bit de commande en temps réel doit commencer dans le PDS avant la réinitialisation du bit d'activité. L'évaluation du bit d'état en temps réel ne doit pas commencer dans le maître avant la réinitialisation du bit d'activité par le PDS.



Légende

Anglais	Français
Write request for data (element 7) of S-0-0301/0303 (or S-0-0305/0307) and/or S-0-0413/0414/0415/0416 (Bit 1 control word)	Demande d'écriture pour les données (élément 7) de S-0-0301/0303 (ou S-0-0305/0307) et/ou S-0-0413/0414/0415/0416 (mot de commande du bit 1)
Drive handshake AHS (bit 0 status word)	Protocole de transfert AHS du dispositif d'entraînement (mot d'état du bit 0)
Busy bit (bit 1 status word)	Bit d'activité (mot d'état du bit 1)
State of real time control bit	Etat du bit de commande en temps réel

Anglais	Français
(bit 7/6 control word)	(mot de commande du bit 7/6)
State of real time status bit (bit 7/6 status word)	Etat du bit d'état en temps réel (mot d'état du bit 7/6)
Evaluation of the real-time control bit in the drive	Evaluation du bit de commande en temps réel dans le dispositif d'entraînement
Evaluation of the real-time status bit in the master	Evaluation du bit d'état en temps réel dans le maître
Defined	Défini
Not defined	Non défini

Figure 8 – Affectation d'IDN ≠ 0 aux bits en temps réel

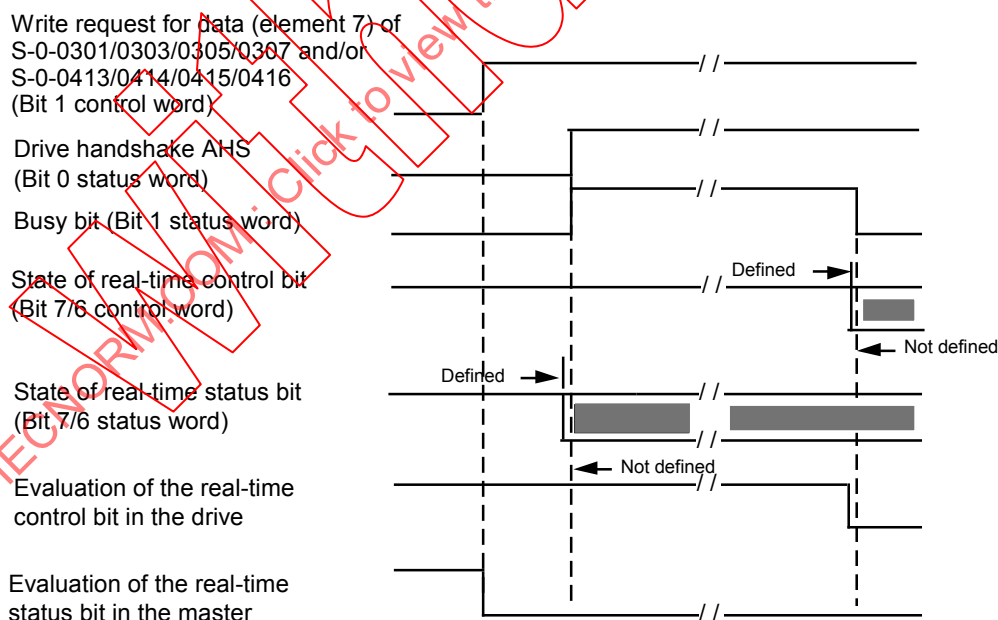
NOTE 2 Aucune autre affectation n'a été active auparavant.

5.7.3.2 Cas 2

Affectation d'un IDN = 0 à un bit en temps réel, lorsqu'une autre affectation à ce bit en temps réel est active (voir Figure 9).

L'état du bit de commande en temps réel doit rester défini jusqu'à ce que le PDS réinitialise le bit d'activité. L'état du bit d'état en temps réel doit être au moins défini jusqu'à ce que le PDS fixe le bit d'activité.

L'évaluation du bit de commande en temps réel doit être arrêtée avant la réinitialisation du bit d'activité par le PDS. L'évaluation du bit d'état en temps réel doit être arrêtée dans l'unité de commande lorsque l'élément 7 est écrit.



Légende

Anglais	Français
Write request for data (element 7) of S-0-0301/0303/0305/0307) and/or S-0-0413/0414/0415/0416 (Bit 1 control word)	Demande d'écriture pour les données (élément 7) de S-0-0301/0303/0305/0307) et/ou S-0-0413/0414/0415/0416 (mot de commande du bit 1)
Drive handshake AHS	Protocole de transfert AHS du dispositif d'entraînement

Anglais	Français
(bit 0 status word)	(mot d'état du bit 0)
Busy bit (bit 1 status word)	Bit d'activité (mot d'état du bit 1)
State of real-time control bit (bit 7/6 control word)	Etat du bit de commande en temps réel (mot de commande du bit 7/6)
State of real-time status bit (bit 7/6 status word)	Etat du bit d'état en temps réel (mot d'état du bit 7/6)
Evaluation of the real-time control bit in the drive	Evaluation du bit de commande en temps réel dans le dispositif d'entraînement
Evaluation of the real-time status bit in the master	Evaluation du bit d'état en temps réel dans le maître
Defined	Défini
Not defined	Non défini

Figure 9 – Affectation d'IDN = 0 aux bits en temps réel

NOTE Une autre affectation a été active auparavant.

5.7.3.3 Cas 3

Affectation d'un IDN $\neq 0$ à un bit en temps réel, lorsqu'une autre affectation à ce bit en temps réel est active (voir Figure 10)

L'état de l'ancien bit de commande en temps réel doit demeurer défini par l'unité de commande jusqu'à ce que la demande d'écriture pour l'élément 7 ait été envoyée. Lorsque le bit d'activité est fixé par le PDS, le nouveau bit de commande en temps réel doit être envoyé. L'ancien bit de commande en temps réel doit être évalué dans le PDS jusqu'à ce que le bit d'activité soit réinitialisé.

Au cours de la période comprise entre l'écriture de l'élément 7 et la réinitialisation du bit d'activité, l'unité de commande doit veiller à ce que la valeur du bit de commande en temps réel transmis ne conduise pas à des états ou erreurs de fonctionnement non admissibles. En général, ceci est uniquement possible pour les bits de commande en temps réel «non actifs», pour lesquels la valeur contenue dans le PDS n'a aucun sens à ce moment.

Le passage d'un bit de commande en temps réel actif à un autre ne doit être permis que si l'affectation via l'IDN S-0-0000 est utilisée (cas 2, cas 1). L'unité de commande doit prendre en charge la commutation en fonction de ces règles.

L'état de l'ancien bit d'état en temps réel ne doit pas devenir non défini avant réception de la demande d'écriture. L'état du nouveau bit d'état en temps réel doit être défini avant la réinitialisation du bit d'activité.

L'évaluation du bit d'état en temps réel dans l'unité de commande concernant l'ancienne affectation ne doit être effectuée qu'au cours de la période précédant l'envoi de la demande d'écriture relative à l'élément 7. La nouvelle affectation ne doit pas être évaluée avant que le PDS ne réinitialise le bit d'activité.

En cas d'erreur, l'ancienne affectation doit demeurer valide. Dans ce cas, l'évaluation doit être autorisée une fois encore dès que le bit d'activité est réinitialisé.

Write request for data (element 7) of
S-0-0301/0303/0305/0307 and /or
S-0-0413/0414/0415/0416

(Bit 1 control word)

Drive handshake AHS

(Bit 0 status word)

Busy bit (Bit 1 status word)

State of real-time control bit

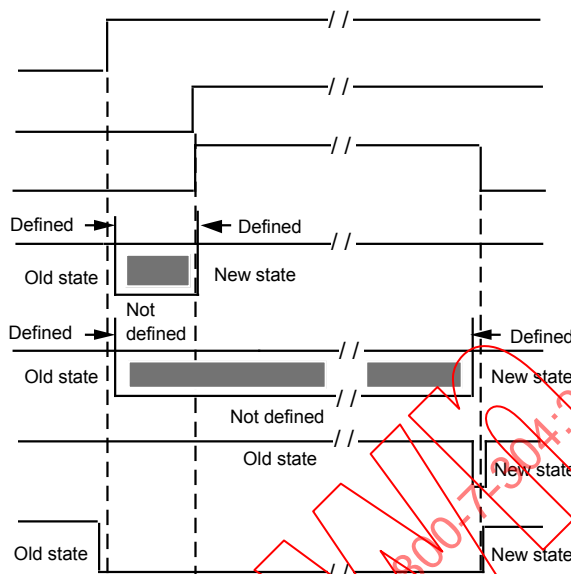
(Bit 7/6 control word)

State of real-time status bit

(Bit 7/6 status word)

Evaluation of the real-time
control bit in the drive

Evaluation of the real-time
status bit in the master



Légende

Anglais	Français
Write request for data (element 7) of S-0-0301/0303/0305/0307 and/or S-0-0413/0414/0415/0416 (Bit 1 control word)	Demande d'écriture pour les données (élément 7) de S-0-0301/0303/0305/0307) et/ou S-0-0413/0414/0415/0416 (mot de commande du bit 1)
Drive handshake AHS (bit 0 status word)	Protocole de transfert AHS du dispositif d'entraînement (mot d'état du bit 0)
Busy bit (bit 1 status word)	Bit d'activité (mot d'état du bit 1)
State of real-time control bit (bit 7/6 control word)	Etat du bit de commande en temps réel (mot de commande du bit 7/6)
State of real-time status bit (bit 7/6 status word)	Etat du bit d'état en temps réel (mot d'état du bit 7/6)
Evaluation of the real-time control bit in the drive	Evaluation du bit de commande en temps réel dans le dispositif d'entraînement
Evaluation of the real-time status bit in the master	Evaluation du bit d'état en temps réel dans le maître
Defined	Défini
Not defined	Non défini
Old state	Ancien état
New state	Nouvel état

Figure 10 – Affectation d'IDN ≠ 0 aux bits en temps réel

NOTE Une autre affectation a été active auparavant.

5.8 <Mot de commande de signal et mot d'état de signal

Les signaux doivent être transmissibles en temps réel de l'unité de commande aux PDS et inversement au moyen du mot de commande de signal et du mot d'état de signal. A cet effet, le mot de commande de signal doit être intégré dans le MDT et le mot d'état de signal dans

l'AT. Les bits contenus dans le mot de commande/d'état de signal doivent être définissables au moyen de la liste de configuration du mot de commande/d'état de signal (voir S-0-0027/0026) et de la «liste d'affectation de numéros de bit pour le mot de commande/d'état de signal» (voir S-0-0329/0328), tel que cela est présenté dans le Tableau 18. Si les IDN S-0-0329/0328 ne sont pas pris en charge par le PDS, le bit 0 de l'IDN doit être configuré automatiquement.

Tableau 18 – IDN dédiés à la configuration des mots de commande et d'état

IDN	Description
S-0-0145	Mot de commande de signal
S-0-0027	Liste de configuration pour le mot de commande de signal
S-0-0329	Liste d'affectation de numéros de bit pour le mot de commande de signal
S-0-0144	Mot d'état de signal
S-0-0026	Liste de configuration pour le mot d'état de signal
S-0-0328	Liste d'affectation de numéros de bit pour le mot d'état de signal

La Figure 11 présente un exemple de configuration du mot d'état de signal.

Numéro de bit du mot d'état de signal:		0	1	2	3	4	5	6	
IDN (signal) configuré		S-0-0403	S-0-0013	S-0-0000	S-0-0013	S-0-0013	S-0-0013	S-0-0330	
0E 00	20 00	93 01	0D 00	00 00	0D 00	0D 00	0D 00	4A 01	S-0-0026
Numéro de bit configuré (signal)		0	5		9	0	4		
0E 00	20 00	00 00	05 00	00 00	09 00	00 00	04 00	00 00	S-0-0328
1 2		3 4		5 6		7 8		9 10	
		Bit 0 de S-0-0403		Bit 5 de S-0-0013		Bit 9 de S-0-0013		Bit 0 de S-0-0013	
		Bit 4 de S-0-0013		Bit 0 de S-0-0330					
		Longueur de liste							
		Les octets 3 et 4 indiquent une longueur de données maximale disponible dans le PDS.							
		Exemple: Longueur = 32 Octets 0x0020							
		Les octets 1 et 2 indiquent la longueur des données programmées dans le PDS.							
		Exemple: Longueur = 14 Octets 0x000E							

Figure 11 – Exemple de configuration du mot d'état de signal

5.9 Conteneur de données

Le Tableau 19 répertorie les IDN utilisés pour les conteneurs de données.

Tableau 19 – IDN des conteneurs de données

IDN	Description
Conteneur de données A	
S-0-0360	Conteneur de données A1 du MDT
S-0-0364	Conteneur de données A1 de l'AT
S-0-0368	Pointeur du conteneur de données A
S-0-0362	Index de la liste du conteneur de données A du MDT
S-0-0366	Index de la liste du conteneur de données A de l'AT
S-0-0370	Liste de configuration du conteneur de données du MDT
S-0-0371	Liste de configuration du conteneur de données de l'AT
Conteneur de données B	
S-0-0361	Conteneur de données B du MDT
S-0-0365	Conteneur de données B de l'AT
S-0-0369	Pointeur du conteneur de données B
S-0-0363	Index de la liste du conteneur de données B du MDT
S-0-0367	Index de la liste du conteneur de données B de l'AT

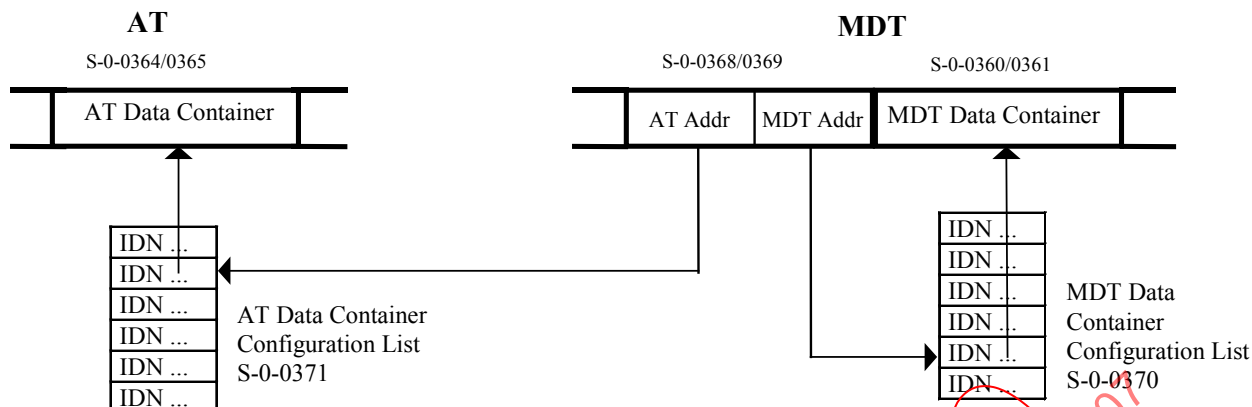
Deux conteneurs de données (A et B) doivent être définis pour le MDT et l'AT, pour servir de paramètres fictifs dans le MDT et l'AT. Le contenu des conteneurs de données doit être dynamiquement modifiable par l'unité de commande selon les besoins, ou sur la base du mode de fonctionnement. De plus, un pointeur de conteneur de données (S-0-0368) et (S-0-0369) est nécessaire pour chacun des conteneurs, ainsi qu'une liste de configuration pour les conteneurs de MDT et AT (S-0-0370, S-0-0371). Les conteneurs de données doivent être de 4 octets de long. Si les données de fonctionnement configurées sont seulement de 2 octets de long, elles doivent être placées dans la partie inférieure du conteneur de données. Dans ce cas, la partie supérieure ne doit pas être utilisée.

Les pointeurs du conteneur de données doivent comprendre un pointeur de 8 bits qui doit définir les données de fonctionnement qui seront placées dans le conteneur de données. Le pointeur doit correspondre au décalage dans la liste de configuration du conteneur de données (S-0-0370 ou S-0-0371) à partir du début de la liste des IDN jusqu'à l'IDN souhaité. L'unité de commande doit placer les données de fonctionnement souhaitées dans le conteneur de données du MDT, alors que le PDS doit placer les données de fonctionnement souhaitées dans le conteneur de données de l'AT.

L'unité de commande doit entrer dans la liste de configuration du conteneur de données du MDT l'IDN relatif aux données de fonctionnement à envoyer via le conteneur de données du MDT tel que requis de l'unité de commande au PDS.

L'unité de commande doit entrer dans la liste de configuration du conteneur de données de l'AT l'IDN relatif aux données de fonctionnement à envoyer via le conteneur de données de l'AT tel que requis du PDS à l'unité de commande.

Les IDN d'adressage (S-0-0368, S-0-0369) doivent être configurables dans les données cycliques du MDT. Ainsi, une commutation des données de fonctionnement dans les conteneurs de données au cours d'un cycle de communication doit être possible (voir la Figure 12).

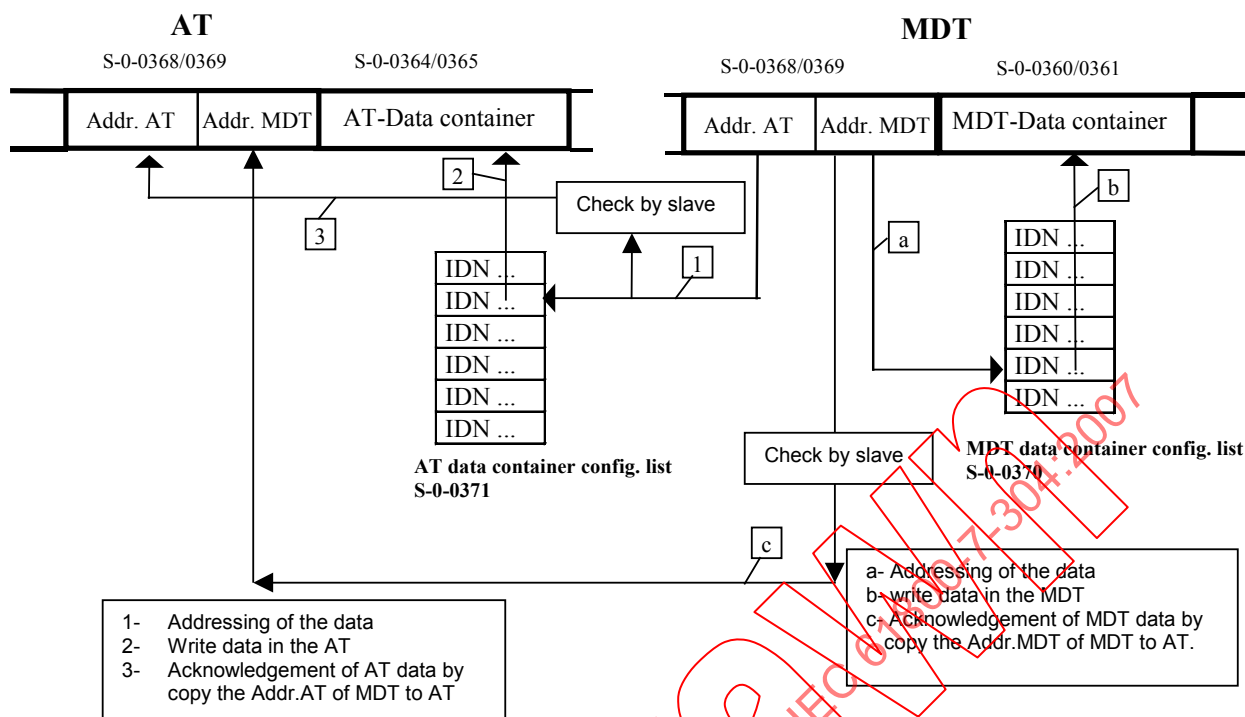


Légende

Anglais	Français
AT data container	Conteneur de données de l'AT
MDT data container	Conteneur de données du MDT
AT data container configuration list	Liste de configuration du conteneur de données de l'AT
MDT data container configuration list	Liste de configuration du conteneur de données du MDT

Figure 12 – Configuration de conteneur de données sans acquittement (esclave)

Les IDN d'adressage (S-0-0368, S-0-0369) doivent également être configurables dans les données cycliques de l'AT. Dans ce cas, l'adressage (acquittement) en fonction du contenu du conteneur de données doit être transmis. Le PDS doit générer l'acquittement en reproduisant le pointeur du MDT sur le pointeur d'AT. Si le pointeur du conteneur de données est situé à l'extérieur de la liste de configuration relative au conteneur de données du MDT ou AT, ou si les données ne s'ajustent pas dans le conteneur de données, le contenu du conteneur de données doit être non valide. Le PDS doit fixer le pointeur (acquittement) dans l'AT sur 255. Les données du conteneur de données du MDT ou AT doivent être ignorées (voir Figure 13). L'unité de commande doit comparer l'adressage (S-0-0368, S-0-0369) du MDT et de l'AT. Si le résultat est égal, elle doit considérer que l'esclave a accepté les données du MDT ou a écrit les données demandées dans l'AT.



Légende

Anglais	Français
AT data container	Conteneur de données de l'AT
MDT data container	Conteneur de données du MDT
Check by slave	Vérification menée par l'esclave
AT data container configuration list	Liste de configuration du conteneur de données de l'AT
MDT data container configuration list	Liste de configuration du conteneur de données du MDT
Addressing of the data	Adressage des données
Write data in the AT	Ecriture de données dans l'AT
Write data in the MDT	Ecriture de données dans le MDT
Acknowledgement of AT data by copy of the Addr. AT of MDT to AT	Acquittement des données de l'AT par reproduction de l'adressage AT de MDT sur l'AT
Acknowledgement of MDT data by copy of the Addr. MDT of MDT to AT	Acquittement des données de MDT par reproduction de l'adressage MDT de MDT sur l'AT

Figure 13 – Configuration de conteneur de données avec acquittement (esclave)

Si, dans le conteneur de données A ou B du MDT, un IDN d'une longueur (liste) variable est configuré, l'élément de données correspondant de cette liste doit être adressé par l'intermédiaire de l'index de liste.

L'index de liste du conteneur de données du MDT doit être composé d'une adresse à 16 bits. Par l'intermédiaire de l'index 65 535, le conteneur de données doit être défini comme non valide par l'unité de commande.

L'unité de commande doit établir l'élément de liste adressé dans le conteneur de données du MDT.

L'index de liste du conteneur de données du MDT doit être configurable dans les données cycliques du MDT. Ainsi, une commutation des éléments de liste contenus dans le conteneur de données au cours d'un cycle de communication doit être possible. Pendant l'écriture sur le

conteneur de données du MDT avec l'index de liste, la longueur de la liste ne doit pas être modifiée.

L'index de liste du conteneur de données du MDT doit être aussi configurable dans les données cycliques des AT. De cette façon, un acquittement du conteneur de données du MDT doit être possible. Le PDS doit lire l'index de liste du conteneur de données du MDT à partir du MDT et l'acquitter dans l'AT.

Si l'index de liste se trouve en dehors de la liste, l'index de liste du MDT doit être fixé dans l'AT (acquittement) sur la valeur 65 535 et/ou le pointeur du conteneur de données dans l'AT (acquittement) sur la valeur 255. Toutes les données du conteneur de données du MDT doivent être ignorées par l'esclave.

5.10 Fonctions d'arrêt du dispositif d'entraînement

La gestion des erreurs est basée sur le principe suivant lequel les dispositifs d'entraînement doivent être toujours dotés de fonctions de surveillance pour garantir un arrêt automatique dans les situations qui empêchent une réponse correcte aux commandes de l'unité de commande (maître).

Dans la mesure où l'interface SERCOS prévoit un fonctionnement uniquement en profil de communication CP4, les dispositifs d'entraînement doivent répondre en s'arrêtant automatiquement lorsque les profils de communication (CP) autres que le CP4 sont présents dans le MST.

Les dispositifs d'entraînement doivent s'arrêter automatiquement lorsqu'une erreur de communication compromet leur capacité à garantir un bon fonctionnement. C'est le cas de deux défaillances consécutives des MST ou MDT au cours du CP4 dans un dispositif d'entraînement.

Comme décrit ci-dessus, les dispositifs d'entraînement qui ne sont pas en mesure de répondre correctement doivent s'arrêter. Cela ne signifie pas nécessairement que l'unité de commande doit répondre par une interruption et une réinitialisation lorsque les défaillances de message se produisent dans le CP4. Au contraire, il peut y avoir certaines procédures archivées dans l'unité de commande qui peuvent être exécutées avant l'arrêt, en fonction de la situation d'erreur. Ces procédures doivent faire partie de l'unité de commande.

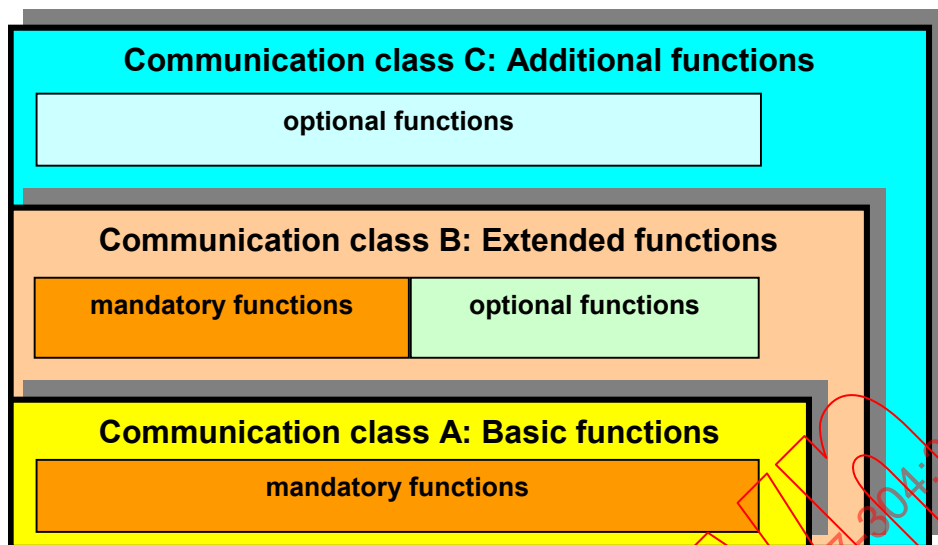
Lorsque l'esclave établit le bit "erreur de communication" dans le diagnostic de classe 1 (C1D, S-0-0011), le message de diagnostic, S-0-0095, peut être alors utilisé pour lire une chaîne de jeux de caractères décrivant l'erreur.

5.11 Classes de communication

5.11.1 Généralités

Les classes de communication de l'interface SERCOS doivent être fournies par les différents constructeurs afin de simplifier l'interopérabilité des composants de l'interface SERCOS. Toutes les fonctions qui affectent le fonctionnement du maître ou des esclaves doivent être telles que définies dans les différents profils d'application.

La communication SERCOS doit être subdivisée en 3 classes. Par définition, les classes de communication suivent une structure hiérarchique. Cela signifie qu'une classe supérieure de communication doit répondre aux exigences d'une classe inférieure de communication. Chaque classe de communication doit comporter une certaine gamme de groupes de fonctions et d'IDN. La Figure 14 donne une illustration de cette procédure.



Légende

Anglais	Français
Communication class C: Additional functions	Classe de communication C: fonctions supplémentaires
optional functions	fonctions facultatives
Communication class B: extended functions	Classe de communication B: fonctions étendues
mandatory functions	fonctions obligatoires
optional functions	fonctions facultatives
Communication class A: Basic functions	Classe de communication A: fonctions de base

Figure 14 – Structure des classes de communication

Les composants de l'interface SERCOS doivent être décrits par les éléments suivants qui sont pris en charge:

- une ou plusieurs classes de conformité (élément obligatoire);
- les fonctions supplémentaires (facultatif);
- la durée de cycle de communication (obligatoire);
- la vitesse de transmission (obligatoire).

NOTE Exemple pour un PDS – asservissement de position de classe B – avec les fonctions supplémentaires suivantes: retour en position (esclave), procédure d'arrêt positif de PDS, cycle de détection: niveau 1 – durée de cycle de communication: 0,5 ms – granularité 1 – vitesse de transmission: 2 Mbit/s et 4 Mbit/s.

5.11.2 Classe de communication A

Cette classe se compose de tous les paramètres qui sont nécessaires afin de permettre l'échange de données d'une manière qui soit cohérente avec le protocole d'interface SERCOS. Chaque composant d'interface SERCOS (par exemple, PDS, unité de commande), doit prendre en charge ces paramètres afin de fermer un anneau d'interface SERCOS et fonctionner sans défaut jusqu'au CP4, indépendamment du dispositif.

La classe de communication A doit inclure les fonctions de communication de base suivantes:

- configuration en anneau;
 - synchronisation (voir Tableau 20);
 - message préconfiguré (voir Tableau 21);
 - exécution de phase (voir Tableau 22);

- protocole de voie de service (voir Tableau 23);
- gestion des erreurs de communication;
- informations et diagnostic (voir Tableau 24);
- mot d'état (voie en temps réel);
- mot de commande (voie en temps réel).

Tableau 20 – Configuration en anneau – Synchronisation

IDN	Description	Capacité	Commentaires
S-0-0001	Durée de cycle de l'unité de commande (t_{Ncyc})	W	Si l'unité de commande utilise une valeur différente de S-0-0002, ceci doit être pris en charge, ainsi que le Bit de synchronisation de l'unité de commande (mot de commande, bit 10)
S-0-0002	Durée de cycle de communication (t_{Scyc})	W	
S-0-0003	Temps de démarrage minimal de la transmission AT (t_{1min})	R	
S-0-0004	Période de transition transmission/ réception (t_{ATMT})	R	
S-0-0005	Temps de traitement minimal de retour (t_5)	R	
S-0-0006	Temps de démarrage de la transmission AT (t_1)	W	
S-0-0007	Point de capture de l'acquisition de retour (t_4)	W	
S-0-0008	Période de validité de la valeur de consigne (t_3)	W	
S-0-0087	Temps de récupération entre transmissions (t_{ATAT})	R	Ce paramètre doit être fourni même si l'esclave ne prend pas en charge plusieurs dispositifs. Si l'esclave ne prend pas en charge plusieurs dispositifs, ce paramètre est fixé à "0".
S-0-0088	Temps de récupération entre réceptions (t_{MTSY})	R	
S-0-0089	Temps de démarrage de la transmission MDT (t_2)	W	
S-0-0090	Temps de traitement de la valeur de consigne (t_{MTSG})	R	
S-0-0096	Dispositif esclave (SLKN)	R	

Tableau 21 – Configuration en anneau – Message préconfiguré

IDN	Description	Capacité	Commentaires
S-0-0009	Position du registre de données dans le MDT	W	
S-0-0010	Longueur du MDT	W	
S-0-0015	Type de message	W	Messages préconfigurés seulement

Tableau 22 – Configuration en anneau – Exécution de phase

IDN	Description	Capacité	Commentaires
S-0-0021	IDN - Liste des données de fonctionnement non valides pour le CP2	R	
S-0-0022	IDN - Liste des données de fonctionnement non valides pour le CP3	R	
S-0-0028	Compteur d'erreurs de MST	R	
S-0-0029	Compteur d'erreurs de MDT	R	
S-0-0127	Vérification de transition du CP3	W	

IDN	Description	Capacité	Commentaires
S-0-0128	Vérification de transition du CP4	W	
Voie en temps réel	Modification des commandes de procédure	R	Mot d'état 1, Bit 5

Tableau 23 – Protocole de voie de service

IDN	Description	Capacité	Commentaires
Voie en temps réel	Voie de service AT	R	Mot d'état, bit 0 à 2
Voie en temps réel	Voie de service MDT	W	Mot de commande, bit 0 à 5

Tableau 24 – Informations & diagnostic

IDN	Description	Capacité	Commentaires
S-0-0011	Diagnostic de classe 1	R	Bit 12 uniquement exigé pour la communication. D'autres bits sont définis par la description fonctionnelle des profils.
S-0-0012	Diagnostic de classe 2	R	Exigé pour la partie relative aux fonctions des profils.
S-0-0013	Diagnostic de classe 3	R	Exigé pour la partie relative aux fonctions des profils.
S-0-0014	Etat d'interface	R	Bits 0 à 8 uniquement exigés pour la communication.
S-0-0017	IDN - Liste de toutes les données de fonctionnement	R	
S-0-0025	IDN - Liste de toutes les commandes de procédure	R	
S-0-0028	Compteur d'erreurs de MST	R	
S-0-0029	Compteur d'erreurs de MDT	R	
S-0-0030	Version du constructeur	R	
S-0-0095	Message de diagnostic	R	
S-0-0096	Dispositif esclave (SLKN)	R	
S-0-0099	Réinitialiser le diagnostic de classe 1	W	
S-0-0134	Mot de commande du maître	R	
S-0-0135	Mot d'état de PDS	R	
S-0-0143	Version de l'interface SERCOS	R	
Voie en temps réel	Erreur d'arrêt de PDS	R	Mot d'état 1, Bit 13

Les débits en bauds et les durées de cycle à prendre en charge doivent être tels que définis par les descriptions détaillées des différents profils.

NOTE Il convient que l'analyse des débits en bauds du maître soit désactivée, car cela peut interférer avec la reconnaissance automatique du débit en bauds par le PDS, qui est une fonction facultative (classe de communication C).

Les IDN dans le Tableau 25 doivent être écrits par l'unité de commande dans le CP2. L'unité de commande ne doit pas s'appuyer sur les défauts ou les paramètres précédemment archivés. Le PDS doit accepter ces paramètres dans le CP2. L'unité de commande peut ou ne peut pas écrire des paramètres supplémentaires dans le CP2, selon la configuration. Le PDS doit également accepter tous autres paramètres dans le CP3.

Tableau 25 – Paramètres de la classe de communication A

IDN	Nom	Accès	Commentaires
S-0-0001	Durée de cycle de l'unité de commande (t_{Ncyc})	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0002	Durée de cycle de communication (t_{Scyc})	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0006	Temps de démarrage de la transmission AT (t_1)	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0007	Point de capture de l'acquisition de retour (t_4)	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0008	Période de validité de la valeur de consigne (t_3)	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0009	Position du registre de données dans le MDT	CP2-W	Configuration des messages
S-0-0015	Type de message	CP2-W	Configuration des messages
S-0-0089	Temps de démarrage de la transmission MDT (t_2)	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0127	Vérification de transition du CP3	CP2-W	Commutation de phase

La liste de paramètres S-0-0021 «IDN - liste des données de fonctionnement non valides pour le CP2» ne doivent refléter que les paramètres de ce tableau.

5.11.3 Classe de communication B (Fonctions étendues)

La classe de communication B doit inclure:

- La classe de communication A avec les fonctions de communication de base suivantes (voir 5.11.2):
 - configuration en anneau (synchronisation, message préconfiguré, exécution de phase);
 - protocole de voie de service;
 - informations & diagnostic;
 - mot d'état (voie en temps réel);
 - mot d'état (voie en temps réel).
- et les fonctions de communication étendues suivantes:
 - configuration en anneau (message 7) (voir Tableau 26);
 - informations et diagnostic étendus (voir Tableau 27)
 - bits de commande en temps réel (voir Tableau 28);
 - bits d'état en temps réel (voir Tableau 29).

Tableau 26 – Configuration en anneau – Configuration des messages

IDN	Description	Capacité	Commentaires
S-0-0016	Liste de configuration d'AT	W	
S-0-0024	Liste de configuration de MDT	W	
S-0-0185	Longueur du registre de données configurables dans l'AT	R	
S-0-0186	Longueur du registre de données configurables dans le MDT	R	
S-0-0187	IDN - Liste de données configurables dans l'AT	R	
S-0-0188	IDN - Liste de données configurables dans le MDT	R	

Tableau 27 – Informations & diagnostic

IDN	Description	Capacité	Commentaires
S-0-0097	Diagnostic de classe 2 du masque	W	
S-0-0098	Diagnostic de classe 3 du masque	W	

Tableau 28 – Bits de commande en temps réel

IDN	Description	Capacité	Commentaires
S-0-0300	Bit de commande 1 en temps réel	R	
S-0-0301	Affectation du bit de commande 1 en temps réel	W	
S-0-0302	Bit de commande 2 en temps réel	R	
S-0-0303	Affectation du bit de commande 2 en temps réel	W	

Tableau 29 – Bits d'état en temps réel

IDN	Description	Capacité	Commentaires
S-0-0304	Bit d'état 1 en temps réel	R	
S-0-0305	Affectation du bit d'état 1 en temps réel	W	
S-0-0306	Bit d'état 2 en temps réel	R	
S-0-0307	Affectation du bit d'état 2 en temps réel	W	

Les IDN dans le Tableau 30 doivent être écrits par l'unité de commande dans le CP2. L'unité de commande ne doit pas s'appuyer sur les défauts ou les paramètres précédemment archivés. Le PDS doit accepter ces paramètres dans le CP2. L'unité de commande peut ou ne peut pas écrire des paramètres supplémentaires dans le CP2, selon la configuration. Le PDS doit également accepter tous autres paramètres dans le CP3.

Tableau 30 – Paramètres de la classe de communication B

IDN	Nom	Accès	Commentaires
S-0-0001	Durée de cycle de l'unité de commande (t_{Ncyc})	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0002	Durée de cycle de communication (t_{Scyc})	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0006	Temps de démarrage de la transmission AT (t_1)	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0007	Point de capture de l'acquisition de retour (t_4)	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0008	Période de validité de la valeur de consigne (t_3)	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0009	Position du registre de données dans le MDT	CP2-W	Configuration des messages
S-0-0015	Type de message	CP2-W	Configuration des messages
S-0-0016	Liste de configuration d'AT	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0024	Liste de configuration du MDT	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0089	Temps de démarrage de la transmission MDT (t_2)	CP2-W	Synchronisation en anneau
S-0-0127	Vérification de transition du CP3	CP2-W	Commutation de phase

La liste de paramètres S-0-0021 «IDN - liste des données de fonctionnement non valides pour le CP2» ne doivent refléter que les paramètres de ce tableau.

5.11.4 Classe de communication C (Fonctions supplémentaires)

La classe de communication C doit comporter:

- La Classe de communication B qui inclut (voir 5.11.3):
 - La classe de communication A avec les fonctions de communication de base suivantes:
 - configuration en anneau (synchronisation, message préconfiguré, exécution de phase);
 - protocole de voie de service;

- informations & diagnostic;
- mot d'état (voie en temps réel);
- mot de commande (voie en temps réel)
- et les fonctions de communication étendues suivantes:
 - configuration en anneau (message 7);
 - informations & diagnostic étendus;
 - bits de commande en temps réel;
 - bits d'état en temps réel.
- et les fonctions supplémentaires facultatives suivantes:
 - reconnaissance automatique des débits en bauds;
 - ordre physique;
 - bits en temps réel configurables – commande des signaux;
 - bits en temps réel configurables – mot d'état de signal;
 - conteneur de données – voie multiplex;
 - conteneur de données – gestion des listes via la voie multiplex;
 - gestion des listes via la voie de service;
 - voie de service étendue;
 - téléchargement de micrologiciel;
 - transfert de fichier.

5.11.5 Granularité de la durée de cycle de communication

Pour S-0-0002, la durée de cycle de communication doit être présélectionnée. La durée t_{Scyc} doit être un entier multiple de la durée de cycle de PDS et la durée de cycle de l'unité de commande doit être un entier multiple de la durée de cycle de communication. Pour une bonne performance de l'ensemble du système, il convient que la durée de cycle soit la plus courte possible.

Trois niveaux de granularité doivent être définis. En l'absence d'une spécification de la granularité, la granularité 1 doit être considérée.

- granularité 1: 62,5 µs, 125 µs, 250 µs, 500 µs, puis 1 ms à 65 ms par incréments de 1 ms
- granularité 2: 62,5 µs, 125 µs, 250 µs, puis 500 µs à 65 ms par incréments de 500 µs
- granularité 3: 62,5 µs, 125 µs, puis 250 µs à 65 ms par incréments de 250 µs

La mise en œuvre de l'interface SERCOS doit prendre en charge la granularité 1 pour assurer l'interopérabilité. Les granularités 2 et 3 doivent être considérées comme des améliorations facultatives.

6 Mise en correspondance avec CP 16/3 (SERCOS III)

6.1 Référence aux normes de communication

Le CP16/3 est spécifié dans la famille de normes CEI 61158. Les références détaillées sont énumérées dans la partie correspondante de la CEI 61784-2.

6.2 Présentation générale

Le protocole de communication CP16/3 (SERCOS III) fonctionne de manière très similaire au CP16/1 (SERCOS I) et CP16/2 (SERCOS II). Voir l'Article 5. Pour cette raison, le paragraphe 5.11.5 présente et spécifie uniquement les points de différenciation du CP16/3.

Le Tableau 31 résume les caractéristiques majeures de CP16/3.

Tableau 31 – Résumé des caractéristiques de CP16/3

Caractéristique	CP16/3
Topologie	Anneau ou ligne
Flux de données	Double anneau: Du maître au 1^{er} esclave, puis à l'esclave suivant, et ainsi de suite jusqu'au dernier esclave, et puis au maître. Simultanément du maître au dernier esclave, puis à l'esclave précédent, et ainsi de suite jusqu'au premier esclave, et puis au maître. Chaque esclave doit être en mesure de lire et de modifier les messages dans les deux sens. Connexion en série: Du maître au 1^{er} esclave, puis à l'esclave suivant, et ainsi de suite jusqu'au dernier esclave, et puis à l'esclave précédent, et ainsi de suite jusqu'au 1^{er} esclave, puis au maître. Chaque esclave doit être en mesure de lire et de modifier les messages dans les deux sens.
Communication directe entre esclaves	Pris en charge
Support de communication	Conformément à l'ISO/CEI 8802-3 (Ethernet) Câble (100BASE-TX), ou Fibre optique (100BASE-FX)
Vitesse de transmission	100 Mbit/s
Durée de cycle t_{scyc}	31,25 μ s, 62,5 μ s, 125 μ s, 250 μ s, 500 μ s, et jusqu'à 65 ms par pas de 250 μ s
Synchronisation	Compensation du retard de transmission automatique
Nombre d'esclaves	Jusqu'à 254
Adresse ADR du dispositif	$1 \leq \text{ADR} \leq 254$
Message de synchronisation	MDT0
Messages de l'esclave	Tous les esclaves écrivent dans un maximum de 4 AT (AT0 à AT3)
Messages du maître	Le maître écrit dans un maximum de 4 MDT (MDT0 à MDT3)
Ordre du message au cours d'un cycle	MDT0 à MDT3, AT0 à AT3
Communication non cyclique	Voie de service (SVC): 4 octets sont réservés pour chaque esclave au sein de l'AT et MDT
Prise en charge d'autres messages	Toute trame Ethernet peut être transmise: - à chaque cycle dans la voie IP, si le réseau a été bien configuré pour cela; - à tout moment entre le dernier esclave dans une ligne et d'autres dispositifs; - à tout moment entre tous les dispositifs avant l'initialisation du réseau de CP16/3
Initialisation	Automatique à la mise sous tension ($t_{scyc} \geq 1$ ms) 4 phases intermédiaires de communication (CP0 à CP3) avant d'atteindre le fonctionnement normal (CP4)
Transfert de fichier	Utilisation de la voie de service (SVC), ou utilisation des trames Ethernet, si l'esclave les prend en charge
Branchement à chaud	Pris en charge
Redondance	Pris en charge Si un défaut de communication (par exemple, une rupture de câble) se produit dans une topologie en anneau, le réseau se comporte immédiatement comme deux lignes

Caractéristique	CP16/3
Surveillance du réseau	L'ensemble des données du réseau est disponible à tout point au sein du réseau

Le nombre exact de PDS qui peuvent être desservis par réseau de communication dépend de la durée de cycle, de la quantité de données choisie, et de la vitesse de transmission. Le nombre de PDS par unité de commande peut être aussi étendu par l'utilisation de plusieurs réseaux. Le Tableau 32 présente des exemples qui sont valides dans des conditions normales de fonctionnement. Le temps de réserve est disponible pour la transmission d'autres données (par exemple, la communication avec des E/S sous forme de PLC, trames Ethernet) ou comme une marge de sécurité devant être utilisée pour des développements d'applications ultérieurs.

Tableau 32 – Nombre de PDS par réseau (exemples)

Profil de communication	Vitesse de transmission	Durée de cycle	Registre de données en direction de chaque PDS	Registre de données en provenance de chaque PDS	Nombre de PDS	Débit binaire (voie de service) par PDS	Temps de réserve
CP 16/3	100 Mbit/s	1 ms	16 octets	16 octets	254	8 kbit/s (4 octets)	40 µs
CP 16/3	100 Mbit/s	1 ms	32 octets	32 octets	120	32 kbit/s (4 octets)	200 µs
CP 16/3	100 Mbit/s	250 µs	32 octets	32 octets	34	128 kbit/s (4 octets)	25 µs
CP 16/3	100 Mbit/s	250 µs	32 octets	32 octets	17	128 kbit/s (4 octets)	130 µs
CP 16/3	100 Mbit/s	31,25 µs	8 octets	8 octets	8	1 024 Mbit/s (4 octets)	5 µs

6.3 Couche physique et topologie

L'interface SERCOS CP16/3 (SERCOS III) doit utiliser la transmission de données Ethernet entre les unités de commande et les PDS. Cela peut se faire en utilisant soit 100BASE-TX (câble) soit 100BASE-FX (fibre optique), selon l'application.

La topologie de communication doit être une ligne ou un anneau, tel que cela est présenté à la Figure 15.

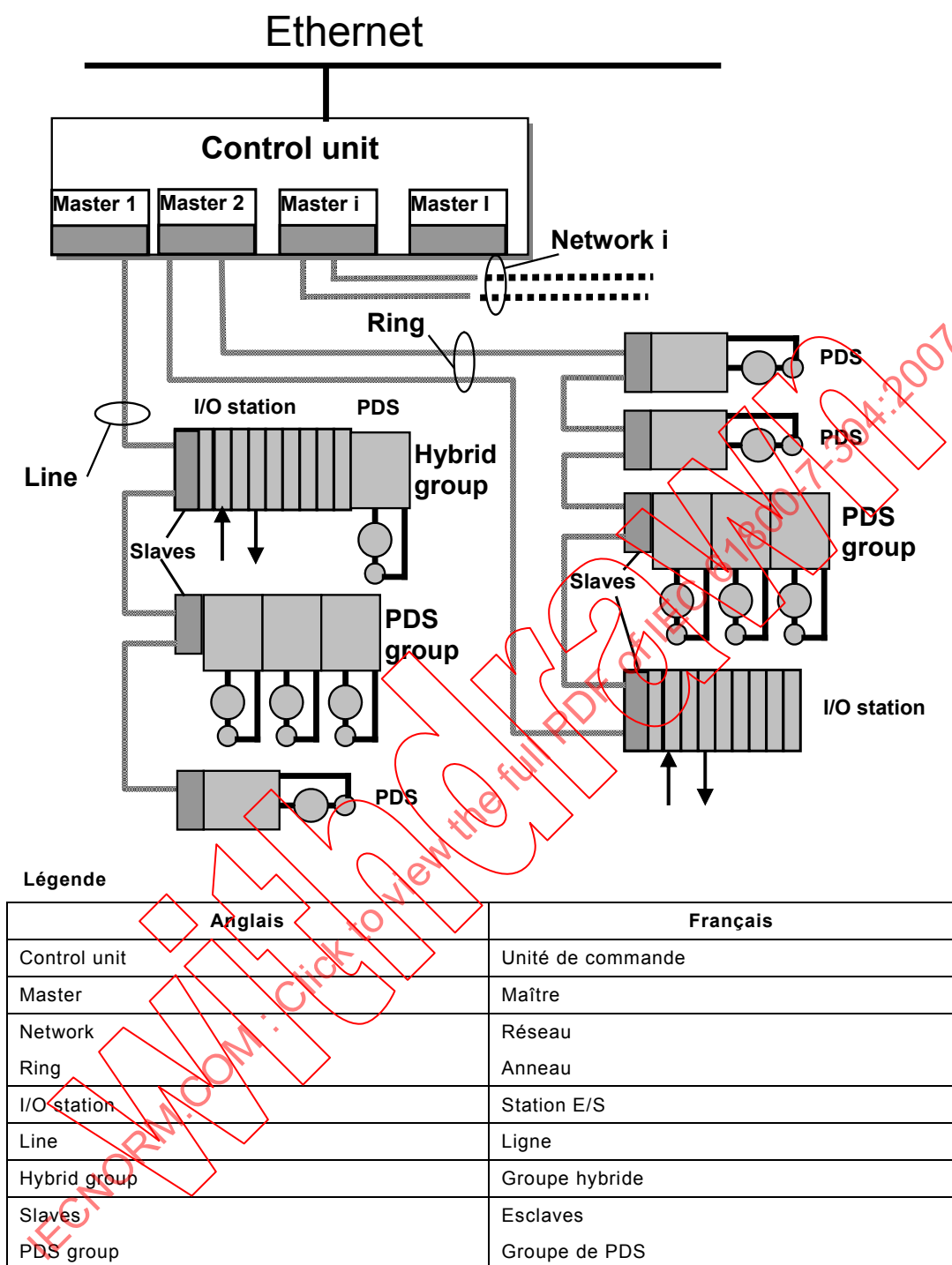


Figure 15 – Topologie

La topologie en anneau doit offrir une redondance lors de la communication. En cas de défaillance de l'une des lignes de transmission (par exemple, rupture de câble, déconnexion volontaire), le maître doit toujours être capable de communiquer avec tous ses esclaves sans interruption. Ainsi, la fiabilité et la disponibilité du réseau sont améliorées.

La communication directe en temps réel entre esclaves doit être entièrement prise en charge. Le maître doit déterminer les participants à ces communications directes.

Pour les procédures d'ouverture ou de fermeture de session des participants, il doit y avoir des champs de données (champs de branchement à chaud) dans les messages en temps

réel. Les procédures d'ouverture ou de fermeture de session doivent être telles que spécifiées.

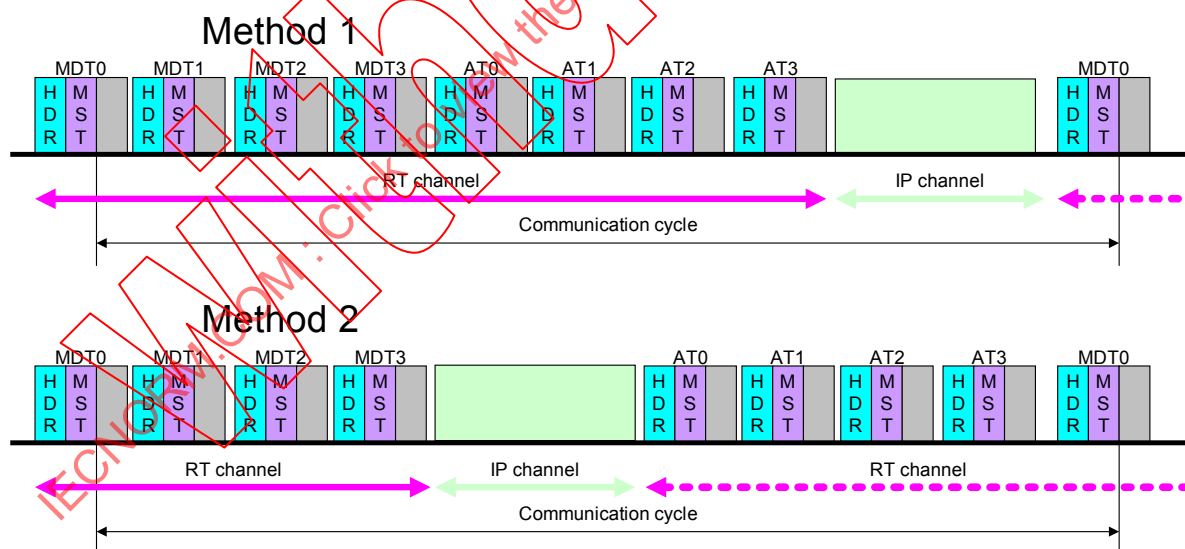
Pour les besoins de surveillance, l'ensemble du contenu des données en temps réel du réseau doit être disponible à tout point au sein du réseau concerné.

6.4 Mécanisme de synchronisation et contenu de message

Voir 5.3 et Article 5 (CP16/1 – SERCOS I et CP16/2 – SERCOS II).

La synchronisation de CP16/3 (SERCOS III) diffère uniquement de la façon suivante (voir Figure 16):

- une durée de cycle plus courte (31,25 μ s) doit être également disponible;
- le message de synchronisation (MST) doit faire partie du message de données du maître (MDT0);
- les esclaves doivent écrire leurs données dans un maximum de 4 messages (AT0 à AT4);
- le maître doit écrire ses données dans un maximum de 4 messages (MDT0 à MDT4) ;
- le réseau doit être configuré en fonction de l'application (soit la méthode 1 ou la méthode 2, voir Figure 16) pour fournir une voie IP, qui représente un intervalle de temps à l'intérieur de chaque cycle de communication, qui peut être placée soit avant le dernier MDT et AT0 ou entre le dernier AT et MDT0;
- le CP16/3 spécifie 2 classes d'instabilité, comme indiqué dans le Tableau 33. La classe d'instabilité à haute performance permet une meilleure synchronisation des PDS et donc une trajectoire multi-axe plus précise.



Légende

Anglais	Français
Method 1	Méthode 1
Method 2	Méthode 2
RT channel	Voie en temps réel
IP channel	Voie IP
Communication cycle	Cycle de communication

Figure 16 – Séquence de message

Tableau 33 – Classes de performance de la synchronisation

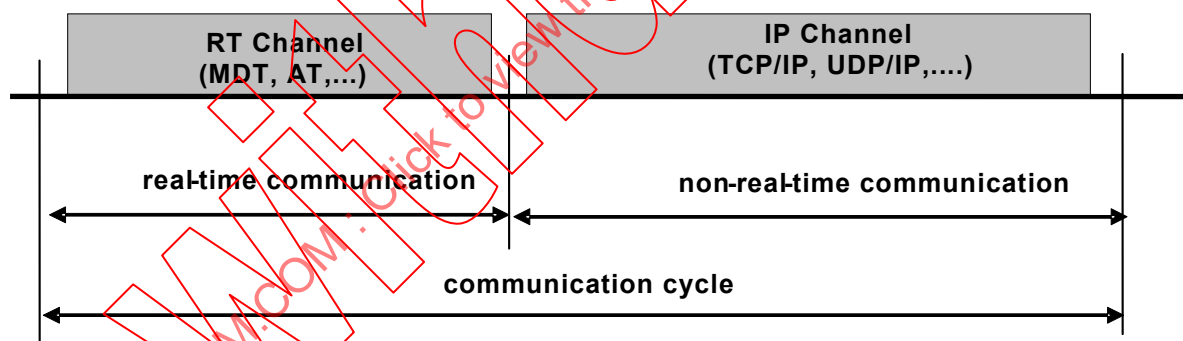
instabilité max	Nœud	
	Maître	Esclave
50 ns	Classe B	Classe B
50 µs	Classe C	

6.5 Transfert de données non cycliques

Se reporter à l'Article 5 (CP16/1 – SERCOS I et CtP16/2 – SERCOS II).

Le transfert de données non cycliques de CP16/3 (SERCOS III) diffère seulement de la façon suivante:

- dans la voie de service (SVC), 4 octets doivent être réservés pour chaque esclave au sein des AT et MDT.
- Le transfert de données non cycliques doit être possible à l'aide de la voie IP, si l'esclave prend en charge la communication TCP/UDP/IP.
- Un cycle de communication doit prévoir la communication en temps non réel (voir Voie IP sur la Figure 17) en plus de la communication en temps réel (Voie en temps réel); la communication en temps non réel peut éventuellement être utilisée en fonction de l'application, et dans ce cas, le maître doit définir l'intervalle de temps pour la communication en temps non réel lors de l'initialisation.
- En raison de la flexibilité des formats des messages de données, d'autres structures de commande et d'autres modes de fonctionnement en dehors de ceux couramment utilisés avec les CP16/1 et CP16/2 sont possibles



Légende

Anglais	Français
RT channel	Voie en Temps Réel
IP channel	Voie IP
Real-time communication	communication en temps réel
non-real time communication	communication en temps non réel
Communication cycle	cycle de communication

Figure 17 – Cycle de communication général

6.6 Bits en temps réel

Voir 5.7 (CP16/1 – SERCOS I et CP16/2 – SERCOS II).

6.7 Mot de commande de signal et mot d'état de signal

Voir l'Article 5 (CP16/1 – SERCOS I et CP16/2 – SERCOS II).

6.8 Conteneur de données

Voir 5.9 (CP16/1 – SERCOS I et CP16/2 – SERCOS II).

6.9 Fonctions d'arrêt du dispositif d'entraînement

Voir 5.10 (CP16/1 – SERCOS I et CP16/2 – SERCOS II).

6.10 Classes de communication

Voir 5.11 (CP16/1 – SERCOS I et CP16/2 – SERCOS II).

La synchronisation de CP16/3 (SERCOS III) diffère seulement de la façon suivante:

- les durées de cycle de communication doivent être choisies en utilisant l'IDN S-0-1002;
- la durée de cycle 31,25 μ s doit être disponible en plus;
- seule la granularité 3 (incréments de 250 μ s au-delà la durée de cycle de 250 μ s) est recommandée.

7 Mise en correspondance avec EtherCAT

7.1 Référence aux normes de communication

SERCOS Interface™¹³ est reconnue comme une interface de communication haute performance en temps réel, notamment pour les applications de commande de mouvement, qui comprend la technologie de communication et plusieurs profils de dispositif, tandis que le profil des entraînements asservis et la technologie de communication sont normalisés dans la CEI 61800-7-204.

EtherCAT¹⁴ est une technologie Ethernet en temps réel spécialement adaptée à la communication entre les systèmes de commande et les périphériques comme les systèmes E/S, les dispositifs d'entraînement, les capteurs et les actionneurs. EtherCAT est spécifiée dans la famille de normes CEI 61158 et est citée en référence dans la CEI 61784-2 en tant que profil de communication CP12. Les références détaillées figurent dans la partie correspondante de la CEI 61784-2.

EtherCAT prend en charge le profil asservi défini dans la CEI 61800-7-204. Le protocole de SERCOS Interface™ n'est pas transféré sur EtherCAT, mais les paramètres et données du dispositif d'entraînement qui sont définis dans la CEI 61800-7-204 sont rendus accessibles par le protocole EtherCAT.

Cette spécification décrit l'interface EtherCAT par rapport au profil d'entraînement asservi de la CEI 61800-7-204. Le protocole correspondant est désigné dans la CEI 61800-7-204 Profil d'entraînement asservi sur EtherCAT (Servo Drive Profile over EtherCAT - SoE).

Le SoE permet d'intégrer des dispositifs d'entraînement basés sur les technologies de la CEI 61800-7-204 dans un environnement EtherCAT. Cela inclut le diagramme d'états de

¹³ SERCOS™ et SERCOS interface™ sont des marques de SERCOS International e.V. Cette information est fournie pour la commodité des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne constitue en aucun cas un entérinement par la CEI du détenteur de la marque ou de l'un quelconque de ses produits. La conformité à ce profil n'implique pas l'utilisation des marques SERCOS ou SERCOS interface. L'utilisation des marques SERCOS et SERCOS interface nécessite l'autorisation de leur détenteur.

¹⁴ EtherCAT™ est une marque de Beckhoff, Verl.

SERCOS (phases de communication), la synchronisation, la communication des données de processus et l'accès via la voie de service aux identificateurs (IDN) et leurs éléments (data state, attribute, name, unit, min, max and value - *état de données, attribut, nom, unité, valeur minimum, maximum*).

Les numéros IDN et leur utilisation spécifique sont spécifiés dans la CEI 61800-7-204.

7.2 Présentation générale

Le Tableau 34 résume les caractéristiques majeures d'EtherCAT.

Tableau 34 – Résumé des caractéristiques d'EtherCAT

Caractéristique	CP12
Topologie	Ligne, Etoile, Anneau
Flux de données	Ligne: Du maître au 1er esclave, puis à l'esclave suivant et ainsi de suite jusqu'au dernier esclave, puis en retour dans le sens inverse. Etoile: La trame est transmise à tous les ports et puis renvoyée au port qui reçoit la trame en premier.
Support de communication	Paire torsadée ou Fibre optique
Vitesse de transmission	100 Mbit/s
Réglage des paramètres de communication	Fonction d'auto-négociation et d'auto-transition de l'ISO/CEI 8802-3
Durée de cycle t_{scyc}	Peut être déterminée par l'application
Nombre d'esclaves	Jusqu'à 65 535
Adresse ADR du dispositif	Automatique ou par adresses sélectionnables
Synchronisation	Avec protocole spécifique (DC) avec échange de données
Messages de l'esclave	1 message EtherCAT avec filtrage logique pour tout PDS Boîte aux lettres pour la voie de service
Message du maître	1 message EtherCAT avec filtrage logique pour tout PDS Boîte aux lettres pour la voie de service
Initialisation	Automatique à la mise sous tension 3 phases de communication intermédiaires (Init, Pré-opérationnel, Sécurité Opérationnelle) avant d'atteindre l'état opérationnel.
Transfert de fichier	Protocole FoE ou EoE avec la communication IP

Le nombre exact de PDS qui peuvent être desservis par réseau de communication dépend de la durée de cycle et de la quantité de données choisie. Le nombre de PDS par unité de commande peut être aussi étendu par l'utilisation de plusieurs réseaux. Le Tableau 35 présente des exemples qui sont valides dans des conditions normales de fonctionnement. Le temps de réserve est disponible pour la transmission d'autres données (qui ne sont pas liées au PDS) ou comme une marge de sécurité devant être utilisée pour des développements d'applications ultérieurs.

Tableau 35 – Nombre de PDS par réseau (exemples)

Profil de communication	Vitesse de transmission	Durée de cycle	Registre de données par PDS (dans chaque direction)	Nombre de PDS	Débit binaire (voie de service) par PDS	Temps de réserve
CP 12	100 Mbit/s	1 ms	8 octets	720	50 Mbit/s pour tout PDS	10 µs
CP 12	100 Mbit/s	1 ms	16 octets	360	50 Mbit/s pour tout PDS	10 µs
CP 12	100 Mbit/s	1 ms	32 octets	180	50 Mbit/s pour tout PDS	10 µs
CP 12	100 Mbit/s	250 µs	8 octets	180	50 Mbit/s pour tout PDS	10 µs
CP 12	100 Mbit/s	250 µs	16 octets	90	50 Mbit/s pour tout PDS	10 µs
CP 12	100 Mbit/s	250 µs	32 octets	45	50 Mbit/s pour tout PDS	10 µs
CP 12	100 Mbit/s	31,25 µs	8 octets	22	20 Mbit/s pour tout PDS	5 µs

7.3 Synchronisation SoE

7.3.1 Généralités

La séquence d'interactions pour la mise en place de la communication, de la synchronisation et de l'échange de données est décrite dans la Figure 18.

7.3.2 Phases 0-2 de CP16

Il n'existe aucune synchronisation entre le maître et l'esclave. La communication par voie de service se fait via l'interface de la boîte aux lettres EtherCAT.

7.3.3 Phases 3-4 de CP16

La synchronisation est effectuée via l'«horloge répartie» (*Distributed Clock*, DC) ou par l'événement de gestion de la synchronisation (*Sync Manager*). Le maître configure l'unité DC afin de générer un événement de synchronisation dans l'intervalle d'une durée de cycle configurée. L'événement de synchronisation est généralement défini à la fin de la communication. L'événement de gestion de la synchronisation agit de la même manière. Le signal de synchronisation établit la comparaison à la fin du message MST comme cela est défini dans la CEI 61158-4-16.

7.4 Gestion de la couche application de SoE

7.4.1 Diagramme d'états EtherCAT et diagramme d'états CPF 16 de la CEI 61784

Les phases de communication (CP) de la CEI 61158-4-16 sont comparables au diagramme d'états EtherCAT (ESM), comme illustré à la Figure 18. Les Phases 0 et 1 sont couvertes par l'état «Init» du diagramme d'états EtherCat. La phase 2 correspond à l'état «pré-opérationnel» et permet l'accès aux IDN via la voie de service (boîte aux lettres EtherCAT). La phase 3 correspond à l'état d'«sécurité opérationnelle», les données cycliques sont transmises et le dispositif d'entraînement a du temps pour la synchronisation. L'état d'EtherCAT "Sécurité opérationnelle" indique que l'esclave doit transmettre des entrées valides et ignorer les sorties du maître – ceci doit être garanti par l'esclave. L'état «Opérationnel» correspond à la phase 4 – toutes les entrées et sorties sont valides.

Le S-0-0127 (C100 vérification de la transition à la phase de communication 3) et le S-0-0128 (C200 vérification de la transition à la phase de communication 4) sont obsolètes et sont couverts par le passage de l'état «pré-opérationnel» à l'état «sécurité opérationnelle» et respectivement de l'état «sécurité opérationnelle» à l'état «opérationnel».

EtherCAT permet un repli de l'état «opérationnel» à l'état «sécurité opérationnelle» (par exemple, en cas d'erreur de synchronisation) ou à l'état «pré-opérationnel» (en cas d'entrées

non valides) et de l'état «sécurité opérationnelle» à l'état "pré-opérationnel" (en cas d'entrées non valides). Il convient qu'un esclave SoE prenne également cela en charge. Dans le cas contraire, l'esclave doit fixer une valeur au bit d'erreur dans le registre d'état AL d'EtherCAT.

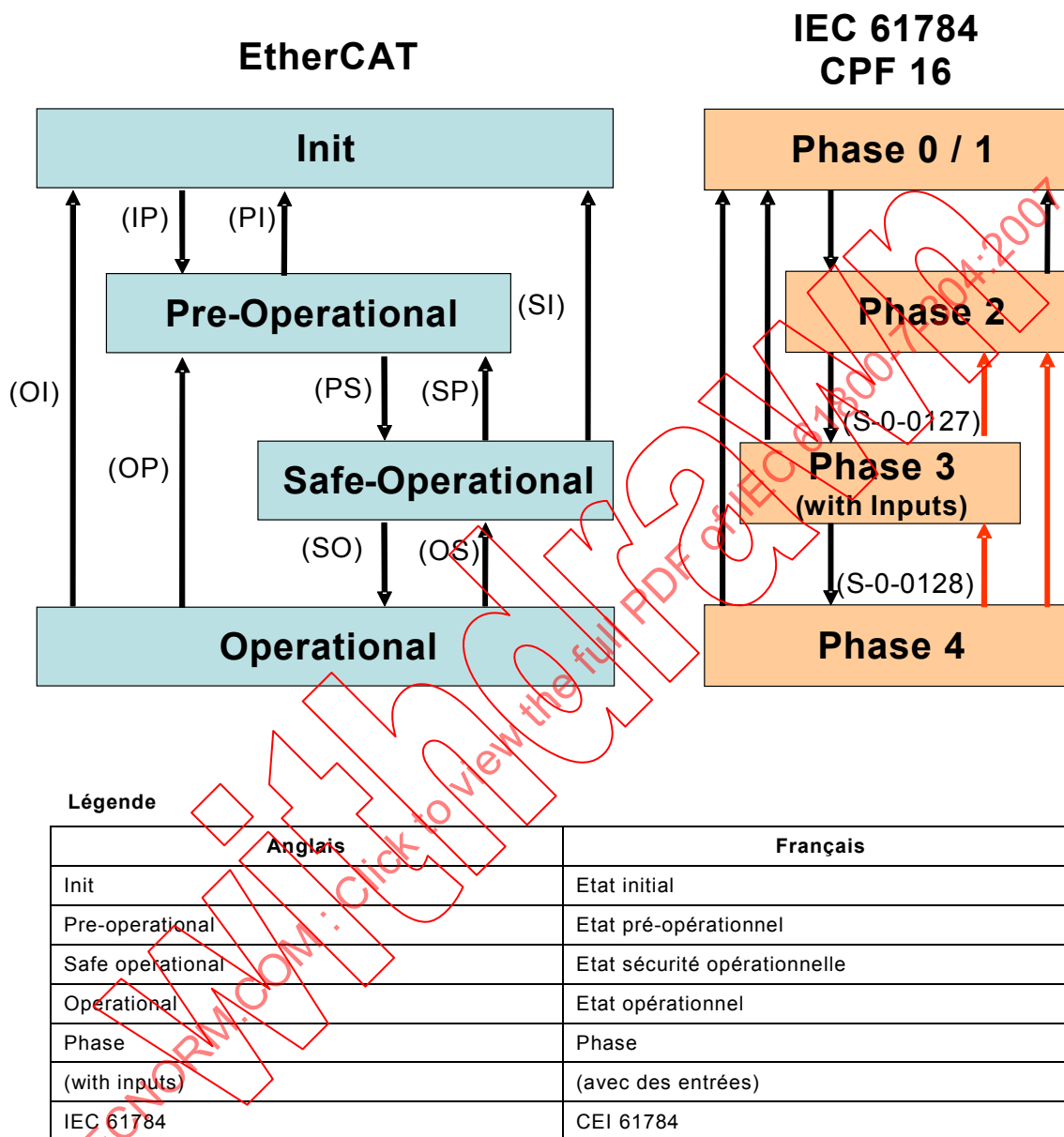


Figure 18 – Diagramme d'états ESM et diagramme d'états de la CEI 61158-4-16

7.4.2 Dispositifs d'entraînement multiples

L'adresse CPF16 de la CEI 61784 (ou les adresses – lorsque plusieurs dispositifs d'entraînement sont couverts par un esclave EtherCAT) est utilisée telle qu'elle est définie. Elle est accessible en lecture et en écriture à partir du maître via le S-0-0096 (dispositif esclave SLKN). L'adresse CPF16 de la CEI 61784 est complètement indépendante du schéma d'adressage de EtherCAT et est utilisée comme information spécifique à l'application pour des raisons de compatibilité.

Si plusieurs dispositifs d'entraînement sont couverts par un contrôleur esclave EtherCAT, les données de processus des dispositifs d'entraînement (y compris le mot de commande / d'état) sont ajoutées, en commençant par le mot de commande / d'état et les données de processus du premier dispositif d'entraînement, suivis par le mot de commande / d'état et les données