

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 6-22: Application layer protocol specification – Type 22 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 6-22: Spécification du protocole de la couche application – Éléments
de type 22**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 61158-6-22

Edition 2.0 2014-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 6-22: Application layer protocol specification – Type 22 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 6-22: Spécification du protocole de la couche application – Éléments
de type 22**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XD

ICS 25.040.40; 35.100.70; 35.110

ISBN 978-2-8322-1767-2

**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.....	9
1.1 General.....	9
1.2 Specifications.....	10
1.3 Conformance.....	10
2 Normative references	10
3 Terms, definitions, abbreviations, symbols and conventions	11
3.1 Terms and definitions from other ISO/IEC standards	11
3.2 Fieldbus application-layer specific definitions	11
3.3 Abbreviations and symbols.....	15
3.4 Conventions	17
4 Application layer protocol specification	18
4.1 Operating principle	18
4.2 Device reference models	19
4.3 Application layer structure	21
5 FAL syntax description	21
5.1 Introduction and coding principles	21
5.2 Data type encoding	21
5.3 CeS encoding.....	25
5.4 ISO/IEC 8802-3 DLPDU communication inside Type 22 RTFL.....	71
5.5 Management encoding	71
6 FAL protocol state machines	72
6.1 Overview	72
6.2 Fieldbus service protocol machine (FSPM).....	74
6.3 Application relationship protocol machine (ARPM).....	74
6.4 DLL mapping protocol machine	74
7 AP-context state machine.....	74
8 FAL service protocol machine (FSPM).....	74
9 Application layer state machine (ALSM)	75
9.1 Description.....	75
9.2 States	77
9.3 Primitive definitions	77
9.4 State table.....	78
9.5 AL-service forwarding depending on AL-state.....	79
10 DLL mapping protocol machine (DMPM).....	80
10.1 Overview	80
10.2 Primitives exchanged between ALSM and DMPM.....	80
10.3 Primitives exchanged between DLL and DMPM.....	84
10.4 ALSM to DLL mapping.....	86
Bibliography.....	87
Figure 1 – RTFL device reference model	20
Figure 2 – RTFN device reference model.....	21
Figure 3 – Encoding of TimeOfDay value	22

Figure 4 – Encoding of TimeDifference value	23
Figure 5 – Object dictionary addressing schema	26
Figure 6 – Relationships among protocol machines and adjacent layers	73
Figure 7 – ALSM protocol machine	74
Figure 8 – ALSM diagram	76
Table 1 – PDU element definition.....	18
Table 2 – Object definition	18
Table 3 – Transfer syntax for bit sequences.....	22
Table 4 – Transfer syntax for Integer data type	24
Table 5 – Transfer syntax for Unsigned data type	24
Table 6 – Object dictionary structure.....	25
Table 7 – Object dictionary object type definitions	26
Table 8 – Basic data type definitions.....	26
Table 9 – Complex data type definition	27
Table 10 – Communication section	28
Table 11 – Device type	30
Table 12 – Error register encoding	30
Table 13 – Error register	31
Table 14 – Object definition template	31
Table 15 – Encoding of event log entries	32
Table 16 – Event log	32
Table 17 – Manufacturer device name	33
Table 18 – Manufacturer HW version	33
Table 19 – Manufacturer SW version	33
Table 20 – CL configuration	34
Table 21 – Time sync IRQ configuration encoding	36
Table 22 – Time sync IRQ configuration	36
Table 23 – Time sync IRQ state	36
Table 24 – Store parameters read information	37
Table 25 – Store parameters.....	37
Table 26 – Restore parameters read information	39
Table 27 – Restore default parameters	39
Table 28 – Diagnostic information	40
Table 29 – Diagnostic threshold.....	43
Table 30 – IP address EMCY	45
Table 31 – Inhibit time EMCY.....	45
Table 32 – Encoding of consumer heartbeat entries.....	45
Table 33 – Consumer heartbeat list	46
Table 34 – Producer heartbeat parameter	47
Table 35 – Identity object.....	49
Table 36 – SDO protocol timeout	50
Table 37 – Enable client SDO parameter	50

Table 38 – Enable EMCY	51
Table 39 – PDO timeout tolerance	51
Table 40 – Store EDS	52
Table 41 – Storage format	52
Table 42 – OS command	52
Table 43 – OS command mode	53
Table 44 – OS debugger interface	54
Table 45 – OS prompt.....	55
Table 46 – Module list.....	56
Table 47 – Emergency subscriber encoding.....	57
Table 48 – Emergency subscriber	57
Table 49 – Client SDO parameter encoding	57
Table 50 – Client SDO parameter	58
Table 51 – Receive PDO communication parameter	58
Table 52 – Transmit PDO communication parameter	60
Table 53 – Mapping format	63
Table 54 – Receive PDO mapping parameter.....	63
Table 55 – Transmit PDO mapping parameter	64
Table 56 – Initiate SDO expedited download request	64
Table 57 – Initiate SDO expedited download response	65
Table 58 – Initiate SDO normal download request.....	65
Table 59 – Initiate SDO normal download response	65
Table 60 – SDO download request.....	65
Table 61 – SDO download response	66
Table 62 – Initiate SDO expedited upload request	66
Table 63 – Initiate SDO expedited upload response.....	66
Table 64 – Initiate SDO normal upload response	67
Table 65 – SDO upload request.....	67
Table 66 – SDO upload response	67
Table 67 – SDO abort request	67
Table 68 – SDO abort codes.....	68
Table 69 – Process data write request via MSC	69
Table 70 – Process data write request via CDC	69
Table 71 – Emergency request	69
Table 72 – Emergency error codes	69
Table 73 – Heartbeat request via MSC	70
Table 74 – Heartbeat request via CDC.....	71
Table 75 – Send frame request.....	71
Table 76 – Application layer management request.....	72
Table 77 – State transitions and management services.....	76
Table 78 – Primitives issued by ALSM to DLL	78
Table 79 – Primitives issued by DLL to ALSM.....	78
Table 80 – Primitives issued by FSPM to ALSM.....	78

Table 81 – Primitives issued by ALSM to FSPM	78
Table 82 – ALSM state table	79
Table 83 – Application layer states and communication services.....	79
Table 84 – Primitives issued by ALSM to DMPM	80
Table 85 – Primitives issued by DMPM to ALSM	82
Table 86 – Primitives issued by DMPM to DLL	84
Table 87 – Primitives issued by DLL to DMPM	85
Table 88 – ALSM to DLL mapping.....	86

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 6-22: Application layer protocol specification – Type 22 elements

FOREWORD

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

Attention is drawn to the fact that the use of the associated protocol type is restricted by its intellectual-property-right holders. In all cases, the commitment to limited release of intellectual-property-rights made by the holders of those rights permits a layer protocol type to be used with other layer protocols of the same type, or in other type combinations explicitly authorized by its intellectual-property-right holders.

NOTE Combinations of protocol types are specified in IEC 61784-1 and IEC 61784-2.

International Standard IEC 61158-6-22 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following technical changes with respect to the previous edition.

- Adopted revisions dates of cited standards.

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

FDIS	Report on voting
65C/764/FDIS	65C/774/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2.

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

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

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

INTRODUCTION

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

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

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

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

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 6-22: Application layer protocol specification – Type 22 elements

1 Scope

1.1 General

The Fieldbus Application Layer (FAL) provides user programs with a means to access the fieldbus communication environment. In this respect, the FAL can be viewed as a “window between corresponding application programs.”

This standard provides common elements for basic time-critical and non-time-critical messaging communications between application programs in an automation environment and material specific to Type 22 fieldbus. The term “time-critical” is used to represent the presence of a time-window, within which one or more specified actions are required to be completed with some defined level of certainty. Failure to complete specified actions within the time window risks failure of the applications requesting the actions, with attendant risk to equipment, plant and possibly human life.

This standard defines in an abstract way the externally visible behavior provided by the different Types of the fieldbus Application Layer in terms of:

- a) the abstract syntax defining the application layer protocol data units conveyed between communicating application entities;
- b) the transfer syntax defining the application layer protocol data units conveyed between communicating application entities;
- c) the application context state machine defining the application service behavior visible between communicating application entities; and
- d) the application relationship state machines defining the communication behavior visible between communicating application entities.

The purpose of this standard is to define the protocol provided to:

- a) define the wire-representation of the service primitives defined in IEC 61158-5-22; and
- b) define the externally visible behavior associated with their transfer.

This standard specifies the protocol of the IEC fieldbus Application Layer, in conformance with the OSI Basic Reference Model (ISO/IEC 7498-1) and the OSI Application Layer Structure (ISO/IEC 9545).

FAL services and protocols are provided by FAL application-entities (AE) contained within the application processes. The FAL AE is composed of a set of object-oriented Application Service Elements (ASEs) and a Layer Management Entity (LME) that manages the AE. The ASEs provide communication services that operate on a set of related application process object (APO) classes. One of the FAL ASEs is a management ASE that provides a common set of services for the management of the instances of FAL classes.

Although these services specify, from the perspective of applications, how request and responses are issued and delivered, they do not include a specification of what the requesting and responding applications are to do with them. That is, the behavioral aspects of the applications are not specified; only a definition of what requests and responses they can

send/receive is specified. This permits greater flexibility to the FAL users in standardizing such object behavior. In addition to these services, some supporting services are also defined in this standard to provide access to the FAL to control certain aspects of its operation.

1.2 Specifications

The principal objective of this standard is to specify the syntax and behavior of the application layer protocol that conveys the application layer services defined in IEC 61158-5-22.

A secondary objective is to provide migration paths from previously-existing industrial communications protocols. It is this latter objective which gives rise to the diversity of protocols standardized in subparts of IEC 61158-6.

1.3 Conformance

This standard does not specify individual implementations or products, nor does it constrain the implementations of application layer entities within industrial automation systems.

There is no conformance of equipment to the application layer service definition standard. Instead, conformance is achieved through implementation of this application layer protocol specification.

2 Normative references

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

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

IEC 61158-3-22, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-22: Data-link layer service definition – Type 22 elements*

IEC 61158-4-22, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-22: Data-link layer protocol specification – Type 22 elements*

IEC 61158-5-22, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-22: Application layer service definition – Type 22 elements*

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

ISO/IEC 8802-3, *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*

ISO/IEC 8822, *Information technology – Open Systems Interconnection – Presentation service definition*

ISO/IEC 8824-1, *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of basic notation*

ISO/IEC 9545, *Information technology – Open Systems Interconnection – Application Layer structure*

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

ISO/IEC/IEEE 60559, *Information technology – Microprocessor Systems – Floating-Point arithmetic*

3 Terms, definitions, abbreviations, symbols and conventions

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

3.1 Terms and definitions from other ISO/IEC standards

3.1.1 ISO/IEC 7498-1 terms

- a) application entity
- b) application process
- c) application protocol data unit
- d) application service element
- e) application entity invocation
- f) application process invocation
- g) application transaction
- h) real open system
- i) transfer syntax

3.1.2 ISO/IEC 8822 terms

- a) abstract syntax
- b) presentation context

3.1.3 ISO/IEC 9545 terms

- a) application-association
- b) application-context
- c) application context name
- d) application-entity-invocation
- e) application-entity-type
- f) application-process-invocation
- g) application-process-type
- h) application-service-element
- i) application control service element

3.1.4 ISO/IEC 8824-1 terms

- a) object identifier
- b) type

3.2 Fieldbus application-layer specific definitions

3.2.1

acyclic data

data which is transferred from time to time for dedicated purposes

3.2.2

bit

unit of information consisting of a 1 or a 0

Note 1 to entry: This is the smallest data unit that can be transmitted.

3.2.3

cell

synonym for a single DL-segment which uses RTFL communication model

3.2.4

channel

path provided for conveying data

3.2.5

client

object which uses the services of a server by initiating a message to perform a task

3.2.6

communication cycle

fixed time period between which the root device issues empty frames for cyclic communication initiation in which data is transmitted utilizing CDC and MSC

3.2.7

connection

logical binding between two application objects

3.2.8

cycle time

duration of a communication cycle

3.2.9

cyclic

events which repeat in a regular and repetitive manner

3.2.10

cyclic communication

periodic exchange of telegrams

3.2.11

cyclic data

data which is transferred in a regular and repetitive manner for dedicated purposes

3.2.12

cyclic data channel

CDC

part of one or more frames, which is reserved for cyclic data

3.2.13

data

generic term used to refer to any information carried over a fieldbus

3.2.14

device

physical entity connected to the fieldbus

3.2.15**error**

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

3.2.16**error code**

identification number of a specific type of error

3.2.17**gateway**

device acting as a linking element between different protocols

3.2.18**index**

position of an object within the object dictionary

3.2.19**inter-cell communication**

communication between a RTFL device and a RTFN device or communication between a RTFL device and another RTFL device in different cells linked by RTFN

3.2.20**interface**

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

3.2.21**intra-cell communication**

communication between a RTFL device and another RTFL device in the same cell

3.2.22**logical double line**

sequence of root device and all ordinary devices processing the communication frame in forward and backward direction

3.2.23**mapping parameters**

set of values defining the correspondence between application objects and process data objects

3.2.24**master clock**

global time base for the PCS mechanism

3.2.25**message**

ordered sequence of octets intended to convey data

3.2.26**message channel****MSC**

part of one or more frames, which is reserved for acyclic data

3.2.27**network**

set of devices connected by some type of communication medium, including any intervening repeaters, bridges, routers and lower-layer gateways

3.2.28

ordinary device

OD

slave in the communication system, which utilizes RTFL for cyclic and acyclic data interchange with other ODs in the same logical double line

3.2.29

precise clock synchronization

PCS

mechanism to synchronize clocks of RTFL devices and maintain a global time base

3.2.30

process data

data designated to be transferred cyclically or acyclically for the purpose of processing

3.2.31

process data object

dedicated data object(s) designated to be transferred cyclically or acyclically for the purpose of processing

3.2.32

protocol

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

3.2.33

root device

RD

master in the communication system, which organises, initiates and controls the RTFL cyclic and acyclic data interchange for one logical double line

3.2.34

real time frame line

RTFL

communication model communicating in a logical double line

3.2.35

real time frame network

RTFN

communication model communicating in a switched network

3.2.36

round trip time

transmission time needed by a DLPDU from the RD to the last OD in forward and backward direction

3.2.37

sub-index

sub-position of an individual element of an object within the object dictionary

3.2.38

timing signal

time-based indication of the occurrence of an event, commonly as an interrupt signal, used for DL-user synchronization

**3.2.39
topology**

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

3.3 Abbreviations and symbols

AE	Application entity
AL	Application layer
AP	Application process
APDU	Application layer protocol data unit
APO	Application process object
AR	Application relationship
AREP	Application relationship end point
ASE	Application service element
CDC	Cyclic data channel
CL	Communication layer
Cnf	Confirmation
DA	Device address or destination address
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DL-	Data-link layer (as a prefix)
DLL	DL-layer
DLPDU	DL-protocol data unit
EDS	Electronic data sheet
EMCY	Emergency
FAL	Fieldbus application layer
FCS	Frame check sequence
ID	Identification
Ind	Indication
IP	Internet protocol
IPv4	IP version 4

IPv6	IP version 6
IRQ	Interrupt request
LME	Layer management entity
MAC	Medium access control
MII	Media independent interface
MSC-MTP	Message channel message transfer protocol
MSC	Message channel
OD	Ordinary device
OS	Operating system
OSI	Open systems interconnection
PCS	Precise clock synchronization
PDO	Process data object
PID	Packet ID
PTPMSU	Point-to-multipoint network-scheduled unconfirmed
PTPNSC	Point-to-point network-scheduled confirmed
PTPNSU	Point-to-point network-scheduled unconfirmed
PTPUTC	Point-to-point user-triggered confirmed
RD	Root device
Req	Request
Rsp	Response
RTF	Real time frame
RTFL	Real time frame line
RTFN	Real time frame network
RO	Read only
RW	Read and write access
Rx	Receive direction

RxPDO	Receive PDO
SA	Source address
SDO	Service data object
SEF	Standard ISO/IEC 8802-3 Ethernet DLPDU
StdErr	Standard error output
StdIn	Standard input
StdOut	Standard output
SYNC	Synchronization
TCP	Transmission control protocol
TT	Transmission type
Tx	Transmit direction
TxPDO	Transmit PDO
UDP	User datagram protocol
WO	Write only

3.4 Conventions

3.4.1 General concept

The FAL is defined as a set of object-oriented ASEs. Each ASE is specified in a separate clause. Each ASE specification is composed of three parts: its class definitions, its services, and its protocol specification. The first two are contained in IEC 61158-5-22. The protocol specification for each of the ASEs is defined in this standard.

The class definitions define the attributes of the classes supported by each ASE. The attributes are accessible from instances of the class using the Management ASE services specified in IEC 61158-5-22. The service specification defines the services that are provided by the ASE.

This standard uses the descriptive conventions given in ISO/IEC 10731.

3.4.2 Abstract syntax conventions

The AL syntax elements related to PDU structure are described as shown in Table 1.

- Frame part denotes the element that will be replaced by this reproduction.
- Data field is the name of the elements.
- Data type denotes the type of the terminal symbol.
- Value/description contains the constant value or the meaning of the parameter.

Table 1 – PDU element definition

Frame part	Data field	Data type	Value/description

The attributes of an object of the object dictionary are described in a form as shown in Table 2.

- Index describes the position within the object dictionary of an object.
- Sub-index describes a single element of the object.
- Name denotes a name string for this attribute.
- Object type denotes the characterizing type for each object as specified in Table 7.
- Data type denotes the data type of this element.
- Category indicates whether the element is mandatory (M), optional (O) or depends upon setting of other attributes (C).
- Access attribute shows the access right to this element. RO means read access right, RW means read and write access right, while WO means write access right.
- PDO mapping denotes the possibility to map this attribute to TxPDO or RxPDO or to indicate that this parameter is not mappable.
- Value range contains the value range of a dedicated element or 'No' for no pre-defined value range.
- Value contains the constant value(s) and/or the meaning of the parameter or 'No' for no pre-defined value.

Table 2 – Object definition

Attribute	Value
Index	
Sub-index	
Name	
Object type	
Data type	
Category	
Access attribute	
PDO mapping	
Value range	
Value	

4 Application layer protocol specification

4.1 Operating principle

Type 22 consists of two types of communication models: RTFL and RTFN. RTFL is used to ensure synchronized cyclic real-time communication. RTFN is used to network several RTFL cells to an overall system providing data interchange between several RTFL cells and between RTFL cells and RTFN devices.

In this context, a RTFL cell describes a cell which uses RTFL for communication. An RTFL cell consists of a root device (RD) and one or several ordinary devices (OD). The central

RTFL cell element is the root device which organizes and controls RTFL cell sequences such as cyclic real-time frame sending. A RTFL RD has at least one connection to RTFL, and can include a gateway (GW) which additionally has connection to RTFN. As each OD in the RTFL cell can only have a RTFL connection, the RD incorporating a GW therefore operates as a link between RTFL and RTFN. RTFN communication is not coordinated like communication in RTFL, but utilized by a switched fully duplex ISO/IEC 8802-3 network. Thus, no determinism can be guaranteed for RTFN data transfer.

Communication of process and service data is accommodated by Type 22 networks using different mechanisms (channels) in RTFL and RTFN. Cyclic data can be transferred over the cyclic data channel (CDC). The message channel (MSC) allows additional acyclic data communication and is used for service data exchange.

Service data is typically transferred acyclic and is used for transfer of parameters, control commands, status and diagnostic data as well as for generally larger data segments. Service data are transferred either event driven or user driven (acyclic character). Parameter data used in particular in device configuration do not require strict time conditions whereas diagnostic data may have much greater time requirements.

In contrast, process data is typically transferred cyclically with different cycle times and higher real-time requirements.

Type 22 AL supports a variety of services and protocols to meet these differing requirements. Both communication models support the same fieldbus application layer. The services and protocols are mapped to the corresponding DL-services.

4.2 Device reference models

4.2.1 RTFL device reference model

Type 22 services are described using the principles, methodology and model of ISO/IEC 7498-1 (OSI). The OSI model provides a layered approach to communications standards, whereby the layers can be developed and modified independently. The Type 22 specification defines functionality from top to bottom of a full OSI model. Functions of the intermediate OSI layers, layers 3 to 6, are consolidated into either the Type 22 data-link layer or the Type 22 application layer. The device reference model for a Type 22 RTFL device is shown in Figure 1.

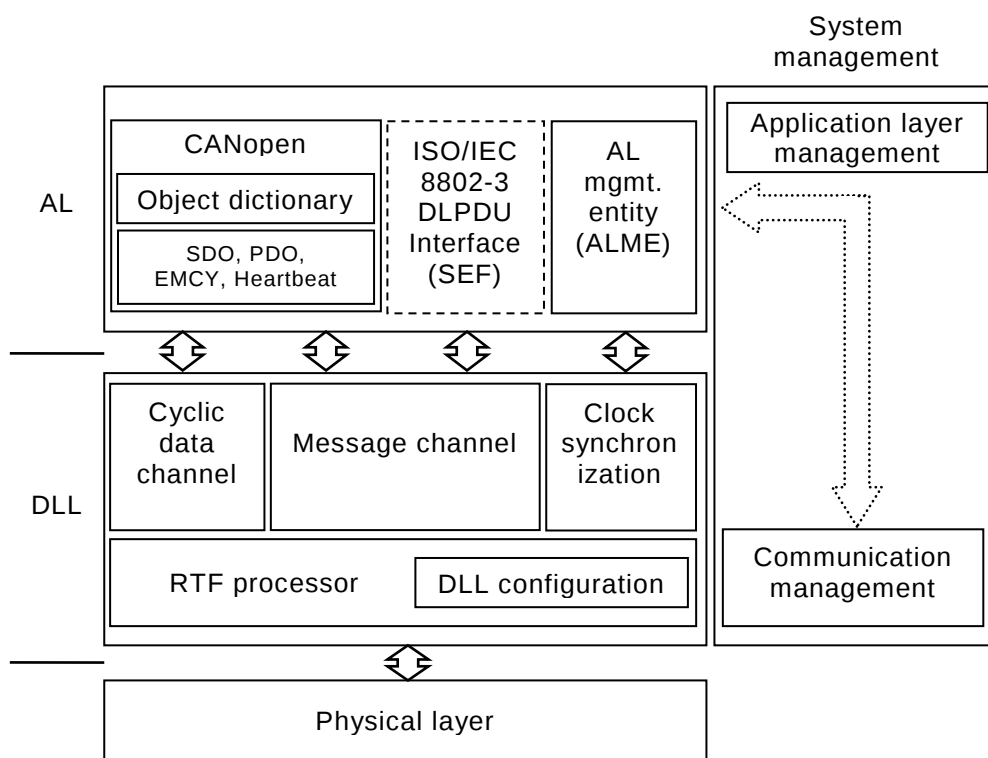


Figure 1 – RTFL device reference model

4.2.2 RTFN device reference model

Type 22 services are described using the principles, methodology and model of ISO/IEC 7498-1 (OSI). The OSI model provides a layered approach to communications standards, whereby the layers can be developed and modified independently. The Type 22 specification defines functionality from top to bottom of a full OSI model. Functions of the intermediate OSI layers, layers 3 to 6, are consolidated into either the Type 22 data-link layer or the Type 22 application layer. The device reference model for a Type 22 RTFN device is shown in Figure 2.

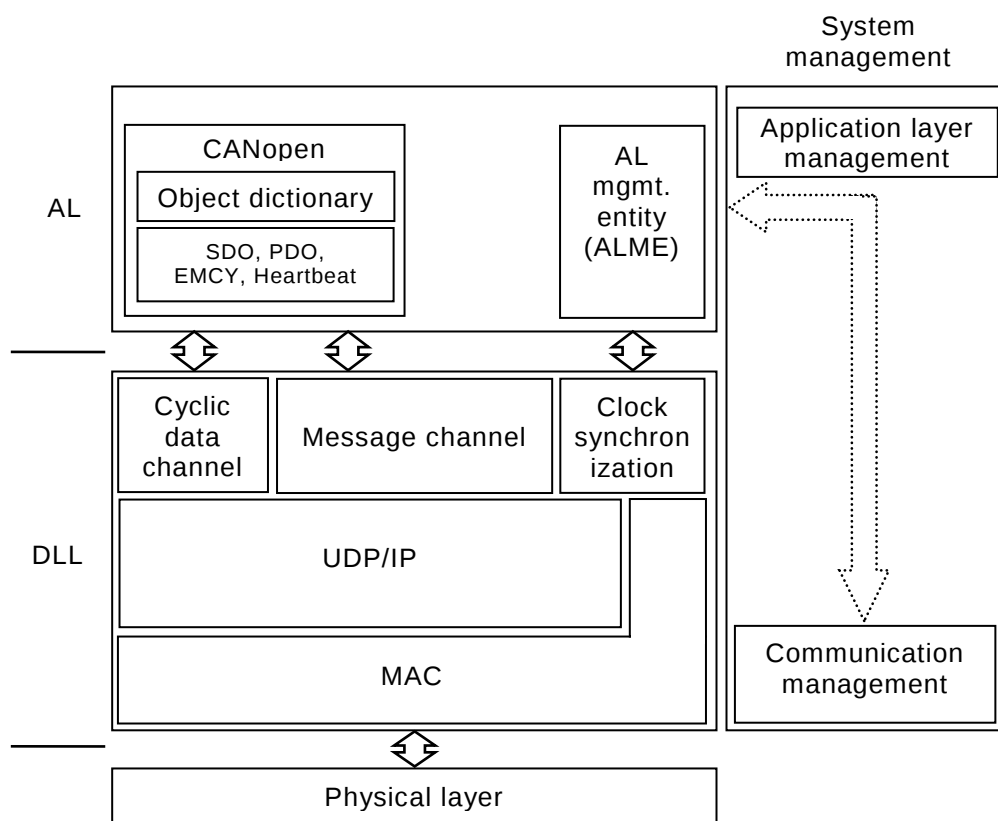


Figure 2 – RTFN device reference model

4.3 Application layer structure

The application layer consists of the following elements.

- A mandatory unit for real time data processing (CeS).
- An optional entity to enable Standard ISO/IEC 8802-3 Ethernet DLPDU communication.
- A mandatory management entity for system management.

The Application Layer uses the services provided by the Type 22 DLL to convey the AL-service data.

5 FAL syntax description

5.1 Introduction and coding principles

The abstract syntax and the transfer syntax are merged into a fixed format that is defined in the following clauses.

5.2 Data type encoding

5.2.1 Overview

To be able to exchange meaningful data across a Type 22 network, the format of this data and its meaning have to be known by communicating entities. This specification models this by the concept of data types.

The encoding rules define the representation of values of data types and the transfer syntax for the representation. Values are represented as bit sequences. Bit sequences are

transferred in sequences of octets. For numerical data types the encoding is little endian style.

The data types and encoding rules shall be valid for the AL services and protocols. The encoding rules for the DLPDUs are specified in ISO/IEC 8802-3. The DLSDU of ISO/IEC 8802-3 DLPDUs is an octet string. The transmission order within octets depends upon MAC and PhL encoding rules.

5.2.2 Transfer syntax for bit sequences

For transmission across Type 22 AL a bit sequence is reordered into a sequence of octets. Let $b = b_{n-1} \text{ to } b_0$ be a bit sequence. Denote k a non-negative integer such that $8(k - 1) < n < 8k$. Then b is transferred in k octets assembled as shown in Table 3. The bits b_i , $i > n$ of the highest numbered octet are do not care bits.

Octet 1 is transmitted first and octet k is transmitted last. Hence the bit sequence is transferred as follows across the network:

$b_7, b_6, \dots, b_0, b_{15}, \dots, b_8, \dots$

Table 3 – Transfer syntax for bit sequences

Octet number	1.	2.	k.
—	$b_7 \dots b_0$	$b_{15} \dots b_8$	$b_{8k-1} \dots b_{8k-8}$

5.2.3 Encoding of a Boolean value

- The encoding of a Boolean value shall be primitive. The Boolean value shall consist of a single octet.
- If the Boolean value is FALSE, the single octet shall be 0 (zero). If the Boolean value is TRUE, the single octet shall be 0xff.

5.2.4 TimeOfDay

- The encoding of a TimeOfDay with and without date indication value shall be primitive.
- The octets shall be equal in value to the octets in the data value, as shown in Figure 3.

Bits	7	6	5	4	3	2	1	0	Meaning
Octets									Number of milliseconds since midnight
1	0	0	0	0	2 ²⁷	2 ²⁶	2 ²⁵	2 ²⁴	
2	2 ²³	2 ²²	2 ²¹	2 ²⁰	2 ¹⁹	2 ¹⁸	2 ¹⁷	2 ¹⁶	
3	2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	
4	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
5	2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	Number of days since 1984-01-01 only with date indication
6	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
msb									

Figure 3 – Encoding of TimeOfDay value

5.2.5 TimeDifference

- The encoding of a Time Difference with and without date indication value shall be primitive.

- b) The content octets shall be equal in value to the octets in the data value, as shown in Figure 4.

Bits	7	6	5	4	3	2	1	0	Meaning
Octets									milliseconds
1	2 ³¹	2 ³⁰	2 ²⁹	2 ²⁸	2 ²⁷	2 ²⁶	2 ²⁵	2 ²⁴	
2	2 ²³	2 ²²	2 ²¹	2 ²⁰	2 ¹⁹	2 ¹⁸	2 ¹⁷	2 ¹⁶	
3	2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	
4	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
5	2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	days only with date indication
6	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
msb									

Figure 4 – Encoding of TimeDifference value

5.2.6 Encoding of floating point values

These encoding rules are applied for data types float, Float32, double and Float64 as specified in IEC 61158-5-22.

- a) The encoding of a fixed-length Floating-Point value of Floating32 and Floating64 types shall be primitive, and the content octets shall consist of exactly four or eight octets, respectively.
- b) The content octets shall contain floating-point values defined in conformance with ISO/IEC/IEEE 60559. The sign is encoded in bit 7 of the first octet. It is followed by the exponent starting from bit 6 of the first octet, and then the mantissa starting from bit 6 of the second octet for Floating32 or Floating64.

5.2.7 Encoding of Integer values

Data of basic data type Integer has values in the integers. The value range is from -2^{n-1} to $2^{n-1}-1$. The data is represented as bit sequences of length n . The bit sequence

$$b = b_0 \text{ to } b_{n-1}$$

is assigned the value

$$\text{Integer}(b) = b_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + b_1 \times 2^1 + b_0 \times 2^0 \text{ if } b_{n-1} = 0$$

and, performing two's complement arithmetic,

$$\text{Integer}(b) = -\text{Integer}(\text{^}b) - 1 \text{ if } b_{n-1} = 1$$

Note that the bit sequence starts on the left with the least significant bit.

EXAMPLE The value $-257 = 0xFEFF$ with data type Integer16 is transferred in two octets, first $0xFF$ and then $0xFE$.

The Integer data types are transferred as specified in Table 4.

Table 4 – Transfer syntax for Integer data type

Octet number	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Integer8	$b_7 - b_0$	—	—	—	—	—	—	—
Integer16	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	—	—	—	—	—
Integer32	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	$b_{23} - b_{16}$	$b_{31} - b_{24}$	—	—	—	—
Integer64	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	$b_{23} - b_{16}$	$b_{31} - b_{24}$	$b_{39} - b_{32}$	$b_{47} - b_{40}$	$b_{55} - b_{48}$	$b_{63} - b_{56}$

NOTE 1 Data types SINT and char as defined in IEC 61158-5-22 corresponds to Integer8.

NOTE 2 Data types INT and short as defined in IEC 61158-5-22 corresponds to Integer16.

NOTE 3 Data types DINT and long as defined in IEC 61158-5-22 corresponds to Integer32.

NOTE 4 Data type LINT as defined in IEC 61158-5-22 corresponds to Integer64.

5.2.8 Encoding of Unsigned Integer values

Data of basic data type Unsigned Integer has values in the non-negative integers. The value range is 0 to 2^{n-1} . The data is represented as bit sequences of length n. The bit sequence

$$b = b_0 \dots b_{n-1}$$

is assigned the value

$$\text{Unsigned}(b) = b_{n-1} \times 2^{n-1} + \dots + b_1 \times 2^1 + b_0 \times 2^0$$

The bit sequence starts on the left with the least significant octet.

EXAMPLE The value 286 = 0x11E with data type Unsigned16 is transferred in two octets, first 0x1E and then 0x01.

The unsigned data types are transferred as specified in Table 5.

Table 5 – Transfer syntax for Unsigned data type

Octet number	1.	2.	...	4.	...	8.	...	16.	...	32.
Unsigned8	$b_7 - b_0$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Unsigned 16	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	—	—	—	—	—	—	—
Unsigned32	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	$b_{31} - b_{24}$	—	—	—	—	—	—
Unsigned64	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	$b_{31} - b_{24}$	—	$b_{63} - b_{56}$	—	—	—	—
Unsigned128	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	$b_{31} - b_{24}$	—	$b_{63} - b_{56}$	—	$b_{127} - b_{120}$	—	—
Unsigned256	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	$b_{31} - b_{24}$	—	$b_{63} - b_{56}$	—	$b_{127} - b_{120}$	—	$b_{255} - b_{248}$

NOTE 1 Data types USINT and unsigned char as defined in IEC 61158-5-22 corresponds to Unsigned8.

NOTE 2 Data types UINT and WORD as defined in IEC 61158-5-22 corresponds to Unsigned16.

NOTE 3 Data types UDINT and DWORD as defined in IEC 61158-5-22 corresponds to Unsigned32.

NOTE 4 Data type ULINT as defined in IEC 61158-5-22 corresponds to Unsigned64.

5.2.9 Encoding of an OctetString value

a) The encoding of a variable length OctetString value shall be primitive.

- b) There is no length field; the length is encoded implicitly.
- c) The content octets shall be a sequence of octets. The leftmost string element is encoded in the first octet, followed by second octet, followed by each octet in turn up to and including the last octet as rightmost of the content octets.

5.2.10 Encoding of a VisibleString value

- a) The encoding of a variable length VisibleString value shall be primitive.
- b) There is no length field and no termination symbol; the length is encoded implicitly.
- c) The content octets shall be a sequence of octets. The leftmost string element is encoded in the first octet, followed by the second octet, followed by each octet in turn up to and including the last octet as rightmost of the content octets.

5.2.11 Encoding of an UnicodeString value

- a) The encoding of a variable length UnicodeString value shall be primitive.
- b) There is no length field; the length is encoded implicitly.
- c) The content octets shall be a sequence of unsigned integer. The leftmost string element is encoded in the first unsigned integer, followed by the second unsigned integer, followed by each unsigned integer in turn up to and including the last unsigned integer as rightmost of the content octets.

5.3 CeS encoding

5.3.1 Object dictionary

5.3.1.1 Object dictionary structure

The dictionary is structured in form of a table as indicated in Table 6.

Table 6 – Object dictionary structure

Index	Section	Sub-section	Content
0x0001 to 0x001F	Data type	Basic data types	Definition of basic data types
0x0020 to 0x003F	—	Complex data types	Definition of complex data types
0x0040 to 0x005F	—	Manufacturer specific data types	Definition of manufacturer specific data types
0x0060 to 0x007F	—	Device profile specific basic data types	Definition of device profile specific basic data types
0x0080 to 0x009F	—	Device profile specific complex data types	Definition of device profile specific complex data types
0x00A0 to 0x0FFF	Reserved	—	—
0x1000 to 0x1FFF	Communication profile	—	Definition of the parameters which are used for communication configuration and dedicated communication purposes
0x2000 to 0x5FFF	Manufacturer defined profile	—	Definition of manufacturer specific parameters
0x6000 to 0x9FFF	Standardized device profile	—	Definition of the parameters defined in a standardized device profile
0xA000 to 0xBFFF	Standardized interface profile	—	Definition of the parameters defined in standardized interface profile
0xC000 to 0xC8FF	Type 22 RTFN interface profile	—	Definition of the parameters defined in Type 22 RTFN interface profile
0xC900 to 0xFFFF	Reserved	—	—

A logical addressing scheme is used for object dictionary access. The index field describes the position within the object dictionary. Each index is further described by an 8 bit sub-index.

In case of a complex entry consisting of several elements, the sub-index subdivides an entry in up to 255 elements. For complex entries, sub-index 0x00 shall indicate the number of entries. Sub-index 255 depicts a reference to the data structure of the object and is optional. For simple object dictionary entries consisting of one object the sub-index shall have the value 0x00. Figure 5 shows the addressing scheme.

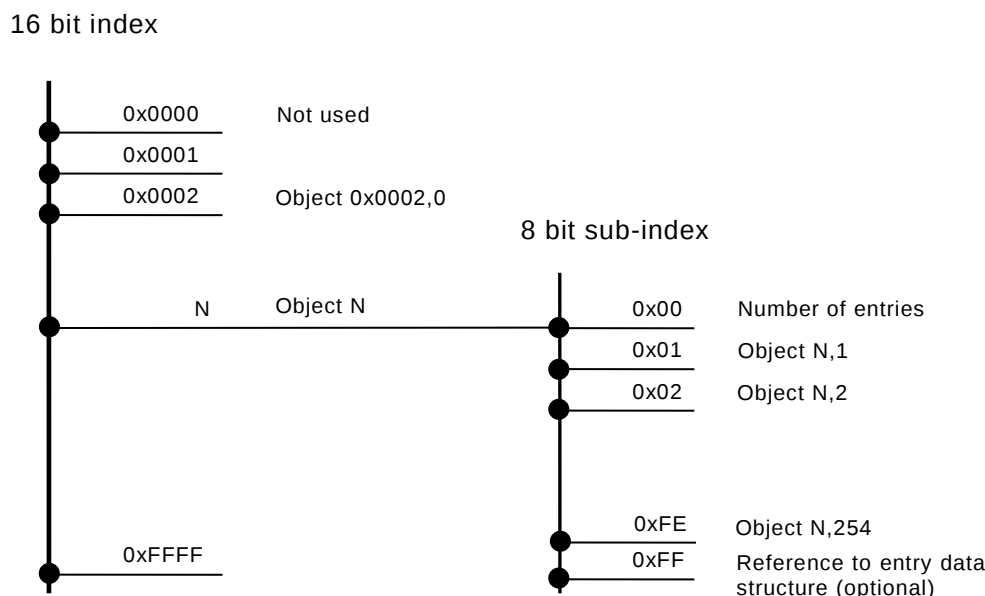


Figure 5 – Object dictionary addressing schema

5.3.1.2 Object type definitions

The index field describes the position in the object dictionary. Each single entry in the object dictionary is specified by a characterizing object type. The object type definitions are listed in Table 7.

Table 7 – Object dictionary object type definitions

Object name	Object code	Description
DOMAIN	0x0002	Indicates an entry with large variable amount of data
DEFTYPE	0x0005	Indicates a data type definition
DEFSTRUCTURE	0x0006	Indicates a record definition or definition of a structured data type
VAR	0x0007	Indicates a simple variable or a value of a simple data type
ARRAY	0x0008	Indicates a simple data type array variable
RECORD	0x0009	Indicates a record variable

5.3.1.3 Basic data type section

The basic data type section is specified in Table 8.

Table 8 – Basic data type definitions

Index	Object	Name
0x0001	DEFTYPE	BOOLEAN
0x0002	DEFTYPE	INTEGER8

Index	Object	Name
0x0003	DEFTYPE	INTEGER16
0x0004	DEFTYPE	INTEGER32
0x0005	DEFTYPE	UNSIGNED8
0x0006	DEFTYPE	UNSIGNED16
0x0007	DEFTYPE	UNSIGNED32
0x0008	DEFTYPE	REAL32
0x0009	DEFTYPE	VISIBLE_STRING
0x000A	DEFTYPE	OCTET_STRING
0x000B	DEFTYPE	UNICODE_STRING
0x000C	DEFTYPE	TIME_OF_DAY
0x000D	DEFTYPE	TIME_DIFFERENCE
0x000E	Reserved	
0x000F	DEFTYPE	DOMAIN
0x0010	DEFTYPE	INTEGER24
0x0011	DEFTYPE	REAL64
0x0012	DEFTYPE	INTEGER40
0x0013	DEFTYPE	INTEGER48
0x0014	DEFTYPE	INTEGER56
0x0015	DEFTYPE	INTEGER64
0x0016	DEFTYPE	UNSIGNED24
0x0017	Reserved	
0x0018	DEFTYPE	UNSIGNED40
0x0019	DEFTYPE	UNSIGNED48
0x001A	DEFTYPE	UNSIGNED56
0x001B	DEFTYPE	UNSIGNED64
0x001C	DEFTYPE	UNSIGNED128
0x001D	DEFTYPE	UNSIGNED256
0x000E- 0x000F	Reserved	

5.3.1.4 Complex data type section

The complex data type section is specified in Table 9.

Table 9 – Complex data type definition

Index	Object	Name
0x0020	DEFSTRUCT	PDO_COMMUNICATION_PARAMETER (PDO_COM_PAR)
0x0021	DEFSTRUCT	PDO_MAPPING
0x0022	DEFSTRUCT	SDO_PARAMETER
0x0023	DEFSTRUCT	IDENTITY
0x0024	DEFSTRUCT	DEBUGGER_PARAMETER
0x0025	DEFSTRUCT	COMMAND_PARAMETER
0x0026 to 0x002F	Reserved	

Index	Object	Name
0x0030	DEFSTRUCT	DIAGNOSIS_PAR
0x0031 to 0x003F	Reserved	
0x0040 to 0x005F	DEFSTRUCT	Manufacturer defined data types
0x0060 to 0x007F	DEFTYPE	Device profile 0 specific basic data types
0x0080 to 0x009F	DEFSTRUCT	Device profile 0 specific complex data types
0x00A0 to 0x00BF	DEFTYPE	Device profile 1 specific basic data types
0x00C0 to 0x00DF	DEFSTRUCT	Device profile 1 specific complex data types
0x00E0 to 0x00FF	DEFTYPE	Device profile 2 specific basic data types
0x0100 to 0x011F	DEFSTRUCT	Device profile 2 specific complex data types
0x0120 to 0x013F	DEFTYPE	Device profile 3 specific basic data types
0x0140 to 0x015F	DEFSTRUCT	Device profile 3 specific complex data types
0x0160 to 0x017F	DEFTYPE	Device profile 4 specific basic data types
0x0180 to 0x019F	DEFSTRUCT	Device profile 4 specific complex data types
0x01A0 to 0x01BF	DEFTYPE	Device profile 5 specific basic data types
0x01C0 to 0x01DF	DEFSTRUCT	Device profile 5 specific complex data types
0x01E0 to 0x01FF	DEFTYPE	Device profile 6 specific basic data types
0x0200 to 0x021F	DEFSTRUCT	Device profile 6 specific complex data types
0x0220 to 0x023F	DEFTYPE	Device profile 7 specific basic data types
0x0240 to 0x025F	DEFSTRUCT	Device profile 7 specific complex data types
0x0260 to 0x0FFF	Reserved	

5.3.1.5 Communication section

5.3.1.5.1 Overview

Communication object dictionary section consists of the elements described in Table 10.

Table 10 – Communication section

Index	Object	Name	Data type	Attr.	Cat.
0x1000	VAR	Device type	Unsigned32	RO	M
0x1001	VAR	Error register	Unsigned8	RO	M
0x1002	VAR	Manufacturer status register	Unsigned32	RO	O
0x1003	ARRAY	Pre-defined error field	OCTET_STRING	RO	O
0x1004 to 0x1007	Reserved				
0x1008	VAR	Manufacturer device name	VISIBLE_STRING	RO	O
0x1009	VAR	Manufacturer HW version	VISIBLE_STRING	RO	O
0x100A	VAR	Manufacturer SW version	VISIBLE_STRING	RO	O
0x100B	RECORD	CL configuration	CL configuration record	RW	O
0x100C	ARRAY	Time sync IRQ configuration	Unsigned128	RW	O
0x100D	ARRAY	Time sync IRQ state	Unsigned8	RO	O
0x100E 0x100F	Reserved				
0x1010	ARRAY	Store parameters	Unsigned32	RW	O

Index	Object	Name	Data type	Attr.	Cat.
0x1011	ARRAY	Restore default parameters	Unsigned32	RW	O
0x1012	RECORD	Diagnostic information	Diagnosis_Par	RW	O
0x1013	RECORD	Diagnostic thresholds	Diagnosis_Par	RW	O
0x1014	VAR	MSCN-address EMCY	Unsigned48	RW	O
0x1015	VAR	Inhibit time EMCY	Unsigned16	RW	O
0x1016	ARRAY	Consumer heartbeat list	Unsigned256	RW	O
0x1017	RECORD	Producer heartbeat parameter	PDO COM_PAR	RW	O
0x1018	RECORD	Identity object	IDENTITY	RO	M
0x1019	Reserved				
0x101A					
0x101B	VAR	SDO protocol timeout	Unsigned32	RW	O
0x101C	VAR	Enable client SDO parameter	Boolean	RW	M/O
0x101D	VAR	Enable EMCY	Boolean	RW	M/O
0x101E	VAR	PDO timeout tolerance	Unsigned8	RW	M/O
0x101F 0x1020					
0x1021	VAR	Store EDS	DOMAIN	RW	O
0x1022	VAR	Storage format	Unsigned8	RW	O
0x1023	RECORD	OS command	Command Par	RW	O
0x1024	VAR	OS command mode	Unsigned8	RW	O
0x1025	RECORD	OS debugger interface	Debugger Par	RW	O
0x1026	ARRAY	OS prompt	Unsigned8	WO	O
0x1027	ARRAY	Module list	Unsigned16	RO	O
0x1028	ARRAY	Emergency subscriber	Unsigned64	RW	O
0x1029 to 0x11FF	Reserved				
0x1200 to 0x127F	Reserved for safety extensions				
0x1280 to 0x12FF	ARRAY	Client SDO parameter	Unsigned256	RW	M/O
0x1300 to 0x13FF	Reserved				
0x1400 to 0x15FF	RECORD	Rx PDO parameter	PDO COM_PAR	RW	M/O
0x1600 to 0x17FF	RECORD	Rx PDO mapping	PDO MAPPING	RW	M/O
0x1800 to	RECORD	Tx PDO parameter	PDO COM_PAR	RW	M/O

Index	Object	Name	Data type	Attr.	Cat.
0x19FF					
0x1A00 to 0x1BFF	RECORD	TX PDO mapping	PDO MAPPING	RW	M/O
0x1C00 to 0x1FFF	Reserved for safety extensions				

5.3.1.5.2 Device type

The device type object indicates the implemented device profile and its function and is specified in Table 11. It comprises of two 16 bit fields. The first field depicts the device profile number and describes the used device profile. The second 16 bit field supplies additional information on optional device functions and is part of the device profile or product specification. The value 0x0000 indicates a device that does not follow a standardized device profile. For multiple device modules the additional information parameter contains 0xFFFF and the device profile number referenced by object 0x1000 is the device profile of the first device in the object dictionary. All other devices of a multiple device module identify their profiles at objects 0x67FF + X * 0x800 with X = internal number of the device (0 to 7). These entries describe the device type of the preceding device. Devices use device profile numbers from four to seven for failsafe functions, so that the first failsafe application objects start at 0x8000.

Table 11 – Device type

Attribute	Value
Index	0x1000
Name	Device type
Object type	VAR
Data type	Unsigned32
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	Bit 0 to 15: Device profile number Bit 16 to 31: Additional information depending on the used device profile

5.3.1.5.3 Error register

The error register object as specified in Table 13 assigns categories to the different error groups allowing to indicate the presence of a device error in a certain category. The structure and encoding of the error register is specified in Table 12.

Table 12 – Error register encoding

Bit number	Category	Definition
0	M	Generic error
1	O	Current
2	O	Voltage

Bit number	Category	Definition
3	O	Temperature
4	O	Communication error
5	O	Device profile specific
6	O	Reserved (always 0)
7	O	Manufacturer defined

Table 13 – Error register

Attribute	Value
Index	0x1001
Name	Error register
Object type	VAR
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	Yes
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.4 Manufacturer status register

The manufacturer status register as specified in Table 14 specifies a general status register for manufacturer specific usage.

Table 14 – Object definition template

Attribute	Value
Index	0x1002
Name	Manufacturer status register
Object type	VAR
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	Optional
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.5 Event log

The event log object as specified in Table 16 stores the errors/warnings and events which occurred in a device and were optionally signaled using an EMCY message in a list. This list represents an error history. Two modes of error information are available, the mandatory normal format or an optional extended format. Table 15 specifies the normal format and the optional extensions for the extended format.

Table 15 – Encoding of event log entries

Octet	Name	Category	Meaning
0 to 1	Emergency error code	Mandatory	As specified in Table 72
2	Reserved	Mandatory	—
3 to 7	Manufacturer specific error field	Mandatory	Indicates a manufacturer specific error code
8 to 11	Time stamp part 1	Optional	Indicates the number of seconds passed since a relative time/absolute time. The absolute time defaults to 01.01.1970 – 0 GMT
12 to 13	Time stamp part 2	Optional	Indicates the time additionally in 65 536 increments per second
14	Length	Optional	Length of extended manufacturer information field
15 to 269	Extended manufacturer information	Optional	Indicates extended manufacturer information

Table 16 – Event log

Attribute	Value
Index	0x1003
Name	Event log
Object type	ARRAY
Data type	OCTET_STRING
Category	Mandatory
Sub-index	0x00
Name	Number of events
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0xFE
Value	No
Sub-index	0x01 to 0xFE
Name	Event log entry
Data type	OCTET_STRING
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0xFE
Value	No

5.3.1.5.6 Manufacturer device name

The manufacturer device name object is specified in Table 17.

Table 17 – Manufacturer device name

Attribute	Value
Index	0x1008
Name	Manufacturer device name
Object type	VAR
Data type	VISIBLE_STRING
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.7 Manufacturer HW version

The manufacturer HW version is specified in Table 18.

Table 18 – Manufacturer HW version

Attribute	Value
Index	0x1009
Name	Manufacturer HW version
Object type	VAR
Data type	VISIBLE_STRING
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.8 Manufacturer SW version

The manufacturer SW version is specified in Table 19.

Table 19 – Manufacturer SW version

Attribute	Value
Index	0x100A
Name	Manufacturer SW version
Object type	VAR
Data type	VISIBLE_STRING
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.9 CL configuration

This object contains configuration data as specified in Table 20.

Table 20 – CL configuration

Attribute	Value
Index	0x100B
Name	CL configuration
Object type	RECORD
Data type	CL_Config_Par
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0x08
Value	No
Sub-index	0x01
Name	Symbolic device name
Data type	Domain
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x02
Name	Device role
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x03
Name	RTFN Base cycle time
Data type	Unsigned32
Category	Conditional: if RTFN is supported
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x04
Name	IP address (IPv4)

Attribute	Value
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x05
Name	Subnet mask (IPv4)
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x06
Name	Default Gateway (IPv4)
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x07
Name	DHCP enabled (IPv4)
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x08
Name	Activate current IP configuration
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	WO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	By writing any value to this sub-index, the configuration is actuated.

5.3.1.5.10 Time sync IRQ configuration

This object contains configuration data for time sync IRQs and is specified in Table 22. The encoding of time sync IRQ configuration entries as a 32 octet long OCTET_STRING is specified in Table 21.

Table 21 – Time sync IRQ configuration encoding

Octet	Name	Meaning
0 to 1	Time sync ID	Unique identifier
2 to 5	Cycle time	Cycle time of the timer IRQ
6 to 9	Time offset	Offset to the sync master's timer IRQ
10	Is master	Denotes the device as sync master for a dedicated timer IRQ
11	Reserved	—
12 to 15	IPv4 sync master address	IPv4 address of the sync master
16 to 31	IPv6 sync master address	IPv6 address of the sync master

Table 22 – Time sync IRQ configuration

Attribute	Value
Index	0x100C
Name	Time sync IRQ configuration
Object type	ARRAY
Data type	OCTET_STRING
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0xFE
Value	No
Sub-index	0x01 to 0xFE
Name	Time sync IRQ configuration
Data type	OCTET_STRING
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.11 Time sync IRQ state

This object contains state information of time sync IRQs and is specified in Table 23.

Table 23 – Time sync IRQ state

Attribute	Value
Index	0x100D
Name	Time sync IRQ state
Object type	ARRAY

Attribute	Value
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0xFE
Value	No
Sub-index	0x01 to 0xFE
Name	Time sync IRQ state
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	0x00: IRQ is not synchronized 0x01: IRQ is synchronized

5.3.1.5.12 Store parameters

This object allows storing of parameters in a non-volatile device specific memory. To initiate a storage procedure, the save signature 0x65766173 shall be written to the appropriate sub-indexes as indicated in Table 25. Reading the appropriate sub-indexes provide information on memory functions as specified in Table 24.

Table 24 – Store parameters read information

Bit number	Value	Definition
31 to 2	0	Reserved
1	0	Device cannot save parameters autonomously
	1	Device saves parameters autonomously
0	0	Device does not save parameters on request
	1	Device saves parameters on request

Table 25 – Store parameters

Attribute	Value
Index	0x1010
Name	Store parameters
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries

Attribute	Value
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x7F
Value	No
Sub-index	0x01
Name	Save all parameters
Data type	Unsigned32
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x02
Name	Save communication parameters
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x03
Name	Save application parameters
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x04 to 0x7F
Name	Save manufacturer defined parameters
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.13 Restore default parameters

This object allows restoring of default parameters. The load signature 0x64616F6C shall be written to the appropriate sub-index as specified in Table 27. Writing the correct signature in the appropriate sub-index causes a device to restore the default parameters on the device. The default values are only enabled following a reset or power on of the device.

Reading the appropriate sub-index causes the device to provide information on its restore functions. This information is coded as specified in Table 26.

Table 26 – Restore parameters read information

Bit number	Value	Definition
31 to 1	0	Reserved
0	0	Device cannot restore parameters on request
	1	Device can restore parameters on request

Table 27 – Restore default parameters

Attribute	Value
Index	0x1011
Name	Restore default parameters
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x7F
Value	No
Sub-index	0x01
Name	Restore all default parameters
Data type	Unsigned32
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x02
Name	Restore default communication parameters
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x03
Name	Restore default application parameters
Data type	Unsigned32
Category	Optional

Attribute	Value
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x04 to 0x7F
Name	Restore default manufacturer defined parameters
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.14 Diagnostic information

Diagnostic information values are stored in this object as specified in Table 28.

Table 28 – Diagnostic information

Attribute	Value
Index	0x1012
Name	Diagnostic information
Object type	RECORD
Data type	Diagnosis_Par
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x12
Value	No
Sub-index	0x01
Name	Application layer state
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x03
Name	Application state
Data type	DOMAIN
Category	Optional

Attribute	Value
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x05
Name	CL state RTFL
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x06
Name	CL state RTFN
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x07
Name	Number of delayed RTFL frames
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x09
Name	Number of corrupt frames
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0A
Name	Number of received frames since startup
Data type	Unsigned64
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

Attribute	Value
Sub-index	0x0B
Name	Number of MSC buffer overflows
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0C
Name	Number of received MSC messages since startup
Data type	Unsigned64
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0D
Name	Cable attenuation port 1
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0E
Name	Cable attenuation port 2
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0F
Name	Cable length port 1
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x10
Name	Cable length port 2
Data type	Unsigned8
Category	Optional

Attribute	Value
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x011
Name	Distance to fault port 1
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x12
Name	Distance to fault port 2
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.15 Diagnostic thresholds

Some diagnostic information values concerning the communication are stored in this object as specified in Table 29.

Table 29 – Diagnostic threshold

Attribute	Value
Index	0x1013
Name	Diagnostic thresholds
Object type	RECORD
Data type	Diagnosis_Par
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x0E
Value	No
Sub-index	0x07
Name	Expected RTFL roundtrip time
Data type	Unsigned16

Attribute	Value
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x08
Name	Delayed RTFL rate threshold
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x09
Name	Corrupt frame rate threshold
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0B
Name	MSC buffer overflows rate threshold
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0D
Name	Cable attenuation port 1 threshold
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0E
Name	Cable attenuation port 2 threshold
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No

Attribute	Value
Value	No

5.3.1.5.16 IP address EMCY

The IP address EMCY object is specified in Table 30. This object depicts a RTFN destination device for EMCY messages which is directly addressed by its IP address.

Table 30 – IP address EMCY

Attribute	Value
Index	0x1014
Name	IP address EMCY
Object type	VAR
Data type	Unsigned128
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.17 Inhibit time EMCY

The inhibit time EMCY object is specified in Table 31.

Table 31 – Inhibit time EMCY

Attribute	Value
Index	0x1015
Name	Inhibit time EMCY
Object type	VAR
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.18 Consumer heartbeat list

The consumer heartbeat list object is specified in Table 33. The encoding of consumer heartbeat list entries as a 40 octet long OCTET_STRING is specified in Table 32.

Table 32 – Encoding of consumer heartbeat entries

Octet	Name	Meaning
0 to 2	RTFL-PID	RTFL packet ID of monitored heartbeat
3	Reserved	—
4 to 6	RTFN-PID	RTFN packet ID of monitored heartbeat

Octet	Name	Meaning
7	Reserved	—
8	Transmission type	Transmission type of the heartbeat
9	Reserved	—
10 to 11	Heartbeat-time	Heartbeat time as a multiple of the base cycle time
12 to 13	Cycle multiplier	Expected transmission cycle
14 to 15	Cycle offset	Offset in relation to a communication cycle
16 to 17	Device address	Device address of heartbeat producer
18 to 21	IPv4 address	IPv4 address of heartbeat producer
22 to 37	IPv6 address	IPv6 address of heartbeat producer
38 to 39	Reserved	—

Table 33 – Consumer heartbeat list

Attribute	Value
Index	0x1016
Name	Consumer heartbeat list
Object type	ARRAY
Data type	OCTET_STRING
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0xFE
Value	No
Sub-index	0x01
Name	Consumer heartbeat
Data type	OCTET_STRING
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x02 to 0xFE
Name	Consumer heartbeat
Data type	OCTET_STRING
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.19 Producer heartbeat parameter

The producer heartbeat parameter object is specified in Table 34.

Table 34 – Producer heartbeat parameter

Attribute	Value
Index	0x1017
Name	Producer heartbeat parameter
Object type	RECORD
Data type	PDO COMMUNICATION PARAMETER
Category	Mandatory
Sub-index	0x00
Name	Number of entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x0C
Value	No
Sub-index	0x01
Name	RTFL PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x00FFFFFF
Value	No
Sub-index	0x02
Name	RTFN PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x00FFFFFF
Value	No
Sub-index	0x04
Name	Transmission type
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x05
Name	Time sync ID

Attribute	Value
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0xFF
Value	No
Sub-index	0x07
Name	Cycle multiplier
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0xFFFF
Value	No
Sub-index	0x08
Name	Cycle offset
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0A
Name	Device address
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0x200
Value	No
Sub-index	0x0B
Name	IPv4 address
Data type	Unsigned32
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0C
Name	IPv6 address
Data type	Unsigned128
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No

Attribute	Value
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.20 Identity object

The identity object is specified in Table 35.

Table 35 – Identity object

Attribute	Value
Index	0x1018
Name	Identity object
Object type	RECORD
Data type	IDENTITY
Category	Mandatory
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x08
Value	No
Sub-index	0x01
Name	Vendor ID
Data type	Unsigned32
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x02
Name	Product code
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x03
Name	Revision number
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No

Attribute	Value
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x04
Name	Serial number
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x05
Name	Type 22 version
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.21 SDO protocol timeout

The SDO protocol timeout object is specified in Table 36.

Table 36 – SDO protocol timeout

Attribute	Value
Index	0x101B
Name	SDO protocol timeout
Object type	VAR
Data type	Unsigned32
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	Unsigned32
Value	No

5.3.1.5.22 Enable client SDO parameter

The enable client SDO parameter object is specified in Table 37.

Table 37 – Enable client SDO parameter

Attribute	Value
Index	0x101C
Name	Enable client SDO parameter
Object type	VAR

Attribute	Value
Data type	Boolean
Category	Conditional; Mandatory for supported client SDO parameters
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	TRUE FALSE
Value	TRUE

5.3.1.5.23 Enable EMCY

The enable EMCY object is specified in Table 38.

Table 38 – Enable EMCY

Attribute	Value
Index	0x101D
Name	Enable EMCY
Object type	VAR
Data type	Boolean
Category	Conditional; Mandatory for supported client SDO parameters
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	TRUE FALSE
Value	TRUE

5.3.1.5.24 PDO timeout tolerance

The PDO timeout tolerance object is specified in Table 39.

Table 39 – PDO timeout tolerance

Attribute	Value
Index	0x101E
Name	PDO timeout tolerance
Object type	VAR
Data type	Unsigned8
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	Unsigned8
Value	No

5.3.1.5.25 Store EDS

The store EDS object is specified in Table 40.

Table 40 – Store EDS

Attribute	Value
Index	0x1021
Name	Store EDS
Object type	VAR
Data type	DOMAIN
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.26 Storage format

The storage format object is specified in Table 41.

Table 41 – Storage format

Attribute	Value
Index	0x1022
Name	Storage format
Object type	VAR
Data type	Unsigned8
Category	Conditional; Mandatory if store EDS is implemented
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	0x00: ASCII, not compressed 0x1 to 0xFF: reserved

5.3.1.5.27 OS command

The OS command object is specified in Table 42.

Table 42 – OS command

Attribute	Value
Index	0x1023
Name	OS command
Object type	RECORD
Data type	Command Par
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO

Attribute	Value
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x03
Value	0x03
Sub-index	0x01
Name	Command
Data type	OCTET_STRING
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x02
Name	Status
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	0x00: Last command completed, no errors, no reply 0x01: Last command completed, no errors, reply available 0x02: Last command completed, error, no reply 0x03: Last command completed, error, reply available 0x04 to 0xFE: reserved 0xFF: Command is executing
Sub-index	0x03
Name	Reply
Data type	OCTET_STRING
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.28 OS command mode

The OS command mode object is specified in Table 43.

Table 43 – OS command mode

Attribute	Value
Index	0x1024
Name	OS command mode
Object type	VAR
Data type	Unsigned8
Category	Optional

Attribute	Value
Access attribute	WO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	0x00: Execute the next command immediately 0x01: Buffer the next command 0x02: Execute the commands in the buffer 0x03: Abort the current command and all commands in the buffer 0x04-0xFF: Manufacturer specific

5.3.1.5.29 OS debugger interface

The OS debugger interface object is specified in Table 44.

Table 44 – OS debugger interface

Attribute	Value
Index	0x1025
Name	OS debugger interface
Object type	RECORD
Data type	Debugger Par
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x03
Value	0x03
Sub-index	0x01
Name	Command
Data type	OCTET_STRING
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x02
Name	Status
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	0x00: Last command completed, no errors

Attribute	Value
	0x01: Last command completed, error 0xFF: Command is still executing
Sub-index	0x03
Name	Reply
Data type	OCTET_STRING
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.30 OS prompt

The OS prompt object is specified in Table 45.

Table 45 – OS prompt

Attribute	Value
Index	0x1026
Name	OS prompt
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of supported entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x02 to 0x03
Value	0x03
Sub-index	0x01
Name	StdIn
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	WO
PDO mapping	Optional
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x02
Name	StdOut
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	Optional

Attribute	Value
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x03
Name	StdErr
Data type	Unsigned8
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	Optional
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.31 Module list

The module list object is specified in Table 46.

Table 46 – Module list

Attribute	Value
Index	0x1027
Name	Module list
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of connected modules
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0xFE
Value	No
Sub-index	0x01 to 0xFE
Name	Module 1 to 254
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	No
Value	Manufacturer specific identification number

5.3.1.5.32 Emergency subscriber

The emergency subscriber object is specified in Table 48. The encoding of emergency subscriber as an Unsigned256 value is specified in Table 47.

Table 47 – Emergency subscriber encoding

Octet	Name	Meaning
0 to 1	Device address	Device address of EMCY producer
2 to 17	IP address	IP address of the EMCY producer (IPv4 or IPv6)
18 to 29	Reserved	—
30 to 31	Additional information	Additional information for a producer

Table 48 – Emergency subscriber

Attribute	Value
Index	0x1028
Name	Emergency subscriber
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned256
Category	Optional
Sub-index	0x00
Name	Number of entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0xFE
Value	No
Sub-index	0x01 to 0xFE
Name	Emergency subscriber 1 to 254
Data type	Unsigned256
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.33 Client SDO parameter

The client SDO parameter object is specified in Table 50. The encoding of client SDO parameters as an Unsigned256 value is specified in Table 49.

Table 49 – Client SDO parameter encoding

Octet	Name	Meaning
0 to 1	Device address	Device address of server
2 to 17	IP address	IP address of the server (IPv4 or IPv6)
18 to 31	Reserved	—

Table 50 – Client SDO parameter

Attribute	Value
Index	0x1280 to 0x12FF
Name	Client SDO parameter
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned256
Category	Conditional; Mandatory for each supported SDO client communication channel
Sub-index	0x00
Name	Number of entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0xFE
Value	No
Sub-index	0x01 to 0xFE
Name	Server address
Data type	Unsigned256
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.34 Receive PDO communication parameter

The receive PDO communication parameters object is specified in Table 51.

Table 51 – Receive PDO communication parameter

Attribute	Value
Index	0x1400 to 0x15FF
Name	Receive PDO communication parameter
Object type	RECORD
Data type	PDO COMMUNICATION PARAMETER
Category	Conditional; Mandatory for each supported RxPDO
Sub-index	0x00
Name	Number of entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x0C
Value	No
Sub-index	0x01

Attribute	Value
Name	RTFL PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x00FFFFFF
Value	No
Sub-index	0x02
Name	RTFN PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x00FFFFFF
Value	No
Sub-index	0x04
Name	Transmission type
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x05
Name	Time sync ID
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0xFF
Value	No
Sub-index	0x06
Name	Timeout
Data type	Unsigned16
Category	Optional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x07
Name	Cycle multiplier
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW

Attribute	Value
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0xFFFF
Value	No
Sub-index	0x08
Name	Cycle offset
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0xFFFFE
Value	No
Sub-index	0x0A
Name	Device address
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0x200
Value	No
Sub-index	0x0B
Name	IPv4 address
Data type	Unsigned32
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0C
Name	IPv6 address
Data type	Unsigned128
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.35 Transmit PDO communication parameter

The transmit PDO communication parameter object is specified in Table 52.

Table 52 – Transmit PDO communication parameter

Attribute	Value
Index	0x1800 to 0x19FF
Name	Transmit PDO communication parameter

Attribute	Value
Object type	RECORD
Data type	PDO COMMUNICATION PARAMETER
Category	Conditional; Mandatory for each supported TxPDO
Sub-index	0x00
Name	Number of entries
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RO
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x0C
Value	No
Sub-index	0x01
Name	RTFL PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x00FFFFFF
Value	No
Sub-index	0x02
Name	RTFN PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0x00FFFFFF
Value	No
Sub-index	0x04
Name	Transmission type
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x05
Name	Time sync ID
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0xFF
Value	No
Sub-index	0x07

Attribute	Value
Name	Cycle multiplier
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0xFFFF
Value	No
Sub-index	0x08
Name	Cycle offset
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0A
Name	Device address
Data type	Unsigned16
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x00 to 0x200
Value	No
Sub-index	0x0B
Name	IPv4 address
Data type	Unsigned32
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No
Sub-index	0x0C
Name	IPv6 address
Data type	Unsigned128
Category	Conditional
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.36 PDO mapping

5.3.1.5.36.1 PDO mapping principle

The PDO mapping parameters define the contents of a PDO. A valid PDO contains at least one and at most 254 application objects. The encoding of a format mapping entry is specified in Table 53.

Table 53 – Mapping format

Bit	Name	Meaning
0 to 7	Length	Length of application object in bits
8 to 15	Sub-index	Sub-index of the application object to be mapped
16 to 31	Index	Index of the application object to be mapped

5.3.1.5.36.2 Receive PDO mapping parameter

The receive PDO mapping parameter object is specified in Table 54.

Table 54 – Receive PDO mapping parameter

Attribute	Value
Index	0x1600 to 0x17FF
Name	Receive PDO mapping parameter
Object type	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Conditional; Mandatory for each supported RxPDO
Sub-index	0x00
Name	Number of mapped application objects
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0xFE
Value	No
Sub-index	0x01 to 0xFE
Name	PDO mapping for the nth application object to be mapped
Data type	Unsigned32
Category	Conditional depending on the number and size of objects to be mapped
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.1.5.36.3 Transmit PDO mapping parameter

The transmit PDO mapping parameter object is specified in Table 55.

Table 55 – Transmit PDO mapping parameter

Attribute	Value
Index	0x1600 to 0x17FF
Name	Transmit PDO mapping parameter
Object type	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Conditional; Mandatory for each supported TxPDO
Sub-index	0x00
Name	Number of mapped application objects
Data type	Unsigned8
Category	Mandatory
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	0x01 to 0xFE
Value	No
Sub-index	0x01 to 0xFE
Name	PDO mapping for the nth application object to be mapped
Data type	Unsigned32
Category	Conditional depending on the number and size of objects to be mapped
Access attribute	RW
PDO mapping	No
Value range	No
Value	No

5.3.2 Service Data Object (SDO)

5.3.2.1 Initiate SDO expedited download request

The initiate SDO expedited download request encoding is specified in Table 56.

Table 56 – Initiate SDO expedited download request

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x01: Indicates SDO expedited download request
	JobID	Unsigned8	ID of this download job
	Index	WORD	Indicates the index of the object within server's object dictionary
	Sub-index	WORD	Indicates the sub-index of the object within server's object dictionary
	Data	Unsigned8[N]	Contains data to be downloaded

5.3.2.2 Initiate SDO expedited download response

The initiate SDO expedited download response encoding is specified in Table 57.

Table 57 – Initiate SDO expedited download response

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x02: Indicates initiate SDO expedited download response
	JobID	Unsigned8	ID of this download job

5.3.2.3 Initiate SDO normal download request

The initiate SDO normal download request encoding is specified in Table 58.

Table 58 – Initiate SDO normal download request

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x03: Indicates initiate SDO normal download request
	JobID	Unsigned8	ID of this download job
	Index	WORD	Indicates the index of the object within server's object dictionary
	Sub-index	WORD	Indicates the sub-index of the object within server's object dictionary
	Size	WORD	Contains size in octets of data to be downloaded

5.3.2.4 Initiate SDO normal download response

The initiate SDO normal download response encoding is specified in Table 59.

Table 59 – Initiate SDO normal download response

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x04: Indicates initiate SDO normal download response
	JobID	Unsigned8	ID of this download job

5.3.2.5 SDO download request

The SDO download request encoding is specified in Table 60.

Table 60 – SDO download request

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x05: Indicates SDO download request
	JobID	Unsigned8	ID of this download job
	Data	Unsigned8[N]	Contains data to be downloaded

5.3.2.6 SDO download response

The SDO download response encoding is specified in Table 61.

Table 61 – SDO download response

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x06: Indicates SDO download response
	JobID	Unsigned8	ID of this download job

5.3.2.7 Initiate SDO expedited upload request

The initiate SDO expedited upload request encoding is specified in Table 62.

Table 62 – Initiate SDO expedited upload request

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x07: Indicates initiate SDO upload request
	JobID	Unsigned8	ID of this upload job
	Index	WORD	Indicates the index of the object within server's object dictionary
	Sub-index	WORD	Indicates the sub-index of the object within server's object dictionary

5.3.2.8 Initiate SDO expedited upload response

The initiate SDO expedited upload response encoding is specified in Table 63.

Table 63 – Initiate SDO expedited upload response

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x08: Indicates initiate SDO expedited upload response
	JobID	Unsigned8	ID of this upload job
	Data	Unsigned8[N]	Contains data to be uploaded

5.3.2.9 Initiate SDO normal upload request

The coding of initiate SDO normal upload request is the same as of initiate SDO expedited upload request (see 5.3.2.7).

5.3.2.10 Initiate SDO normal upload response

The initiate SDO normal upload response encoding is specified in Table 64.

Table 64 – Initiate SDO normal upload response

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x0A: Indicates initiate SDO normal upload response
	JobID	Unsigned8	ID of this upload job
	Size	Word	Contains size in octets of data to be uploaded

5.3.2.11 SDO upload request

The SDO upload request encoding is specified in Table 65.

Table 65 – SDO upload request

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x0B: Indicates SDO upload request
	JobID	Unsigned8	ID of this upload job

5.3.2.12 SDO upload response

The SDO upload response encoding is specified in Table 66.

Table 66 – SDO upload response

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0x0C: Indicates SDO upload response
	JobID	Unsigned8	ID of this upload job
	Data	Unsigned8[N]	Contains data to be uploaded

5.3.2.13 SDO abort**5.3.2.13.1 SDO abort request**

The SDO abort request encoding is specified in Table 67.

Table 67 – SDO abort request

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x03: Indicates SDO service
SDO	Command	Unsigned8	0xFE: Indicates SDO abort by the client 0xFF: Indicates SDO abort by the server
	JobID	Unsigned8	ID of this upload job
	Abort code	DWORD	Contains the SDO abort code as specified in Table 68

5.3.2.13.2 SDO abort codes

The SDO abort codes are specified in Table 68.

Table 68 – SDO abort codes

Abort code	Description
0x0504 0000	SDO protocol timed out
0x0504 0001	Client/server command ID not valid or unknown
0x0504 0005	Out of memory
0x0601 0001	Attempt to read a write only object
0x0601 0002	Attempt to write a read only object
0x0602 0000	Object does not exist in the object dictionary
0x0604 0041	Object cannot be mapped to the PDO
0x0609 0011	Sub-index does not exist
0x0609 0030	Value range of parameter exceeded (only for write access)
0x0800 0000	General error
0x0800 0001	General protocol error
0x0800 0002	General access error
0x0A00 0000	Data type not supported
0x0A01 0000	Length does not match type
0x0A01 0001	Max length exceeded
0x0A01 0003	Access denied by application
0x0A01 0004	Changing communication parameter not allowed
0x0A01 0005	Read or write error
0x0A01 0006	Time sync id not unambiguous
0x0A01 0007	Time sync id in use
0x0A01 0008	Time sync id unknown
0x0A01 0009	Object inconsistent
0x0A01 000A	Transmission type active
0x0A01 000B	Changing transmission time not allowed in this state
0x0A01 000C	PDO mapping active
0x0A01 000D	No objects mapped for this PDO
0x0A01 000E	PDO over MSC not supported
0x0A01 000F	PDO communication parameter inconsistent
0x0A01 0010	Extended PDO mapping not supported
0x0A01 0011	PDO length exceeded
0x0A01 0012	Write to object to map as RX not allowed
0x0A01 0013	Read of object to map as TX not allowed
0x0A01 0014	Mapping length does not match
0x0A01 0015	Activation failed
0x0A01 0016	Internal error
0x0A01 0017	Read buffer too small
0x0A01 0018	Aborted due to change of state
0x0A01 0019	SDO queue full

5.3.3 Process data write

The process data write request encoding is specified in Table 69 and in Table 70.

Table 69 – Process data write request via MSC

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x02: Indicates PDO communication
PDO	PID	UINT24	Indicates the ID of the PDO packet
	Len	Unsigned8	Length of the CDC DLPDU data packet including PID and Len field in octets
	Data	Unsigned8[N]	Contains mapped application objects

Table 70 – Process data write request via CDC

Frame part	Data field	Data type	Value/description
CDC-packet	PID	UINT24	Indicates the ID of the PDO packet
PDO	Len	UINT8	Length of the CDC DLPDU data packet including PID and Len field in octets
	Data	Unsigned8	Contains mapped application objects

5.3.4 Emergency

5.3.4.1 Emergency request

The emergency request encoding is specified in Table 71.

Table 71 – Emergency request

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x04: Indicates EMCY service
EMCY	Emergency error code	WORD	Standardized emergency error code
	Error register	Unsigned8	Error register object
	Manufacturer specific error field	Unsigned8[5]	Indicates manufacturer specific error information
	Time stamp	Unsigned8[6]	Occurrence time stamp (optional)
	Length	Unsigned8	Indicates the length of the MEF field (optional)
	MEF	Unsigned8[N]	Manufacturer specific field for further information (optional)

5.3.4.2 Emergency error codes

The emergency error codes are specified in Table 72.

Table 72 – Emergency error codes

Error code (hex)	Description
00xx	Error Reset or No Error
10xx	Generic Error
20xx	Current

Error code (hex)	Description
21xx	Current, device input side
22xx	Current, inside the device
23xx	Current, device output side
30xx	Voltage
31xx	Main voltage
32xx	Voltage inside the device
40xx	Temperature
41xx	Ambient temperature
42xx	Device temperature
50xx	Device hardware
60xx	Device software
61xx	Internal software
62xx	User software
63xx	Data set
70xx	Additional modules
80xx	Monitoring
81xx	Communication
8110	Reserved
8120	Reserved
8130	Reserved
8140	Reserved
8150	Reserved
82xx	Protocol error
8210	PDO not processed due to length error
8220	PDO length exceeded
90xx	External error
F0xx	Additional functions
FFxx	Device specific

5.3.5 Heartbeat

The heartbeat request encoding is specified in Table 73 and in Table 74.

Table 73 – Heartbeat request via MSC

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0x02: Indicates PDO communication
Heartbeat	PID	UINT24	Indicates the ID of the heartbeat packet
	State	Unsigned8	0x00: Boot-up 0x04: Stopped 0x05: Operational 0x7F: PreOperational 0xFA: System-error

Table 74 – Heartbeat request via CDC

Frame part	Data field	Data type	Value/description
CDC-packet	PID	UINT24	Indicates the ID of the heartbeat packet
Heartbeat	Len	UINT8	Length of the CDC DLPDU data packet including PID and Len field in octets
	State	Unsigned8	0x00: Boot-up 0x04: Stopped 0x05: Operational 0x7F: PreOperational 0xFA: System-error

5.4 ISO/IEC 8802-3 DLPDU communication inside Type 22 RTFL

5.4.1 Overview

Communication of devices with engineering tools and the possibility of integrated web servers in some devices, require TCP/IP communication in addition to Type 22 RTFL communication on the same interface. For this purposes it is possible to transfer all types of ISO/IEC 8802-3 DLPDUs over Type 22.

5.4.2 Send frame request

The send frame request encoding is specified in Table 75.

Table 75 – Send frame request

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	UINT8	0x20: Indicates SEF service
MSC service data	SEF Frame	Unsigned8[N]	Contains the complete SEF frame starting with field Dest MAC and ending with Ethernet FCS

5.5 Management encoding

5.5.1 DLL management services

The services listed below are directly mapped by the FAL protocol machines to the corresponding services specified in IEC 61158-3-22 and encoded in IEC 61158-4-22.

- AL-Network verification
- AL-RTFL configuration
- AL-DelayMeasurement start
- AL-DelayMeasurement stop
- AL-PCS configuration
- AL-MII read
- AL-MII write
- AL-RTFN scan network read
- AL-sync start
- AL-sync stop

5.5.2 Application layer management

The application layer management request encoding is specified in Table 76.

Table 76 – Application layer management request

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	UINT8	0x01: Application Layer management
ALMT	Command	Unsigned8	0x01: Init 0x02: Reset node 0x03: Reset communication 0x04: Stop remote node 0x05: Start remote node 0x7F: Enter PreOperational

6 FAL protocol state machines

6.1 Overview

The FAL protocol state machine structure is as defined in Figure 6. The behavior of the FAL is described by three integrated protocol machines.

The three protocol machines are: FAL service protocol machine (FSPM), the application relationship protocol machine (ARPM), and the data link layer mapping protocol machine (DMPM). The relationships among these protocol machines as well as primitives exchanged among them are depicted in Figure 6.

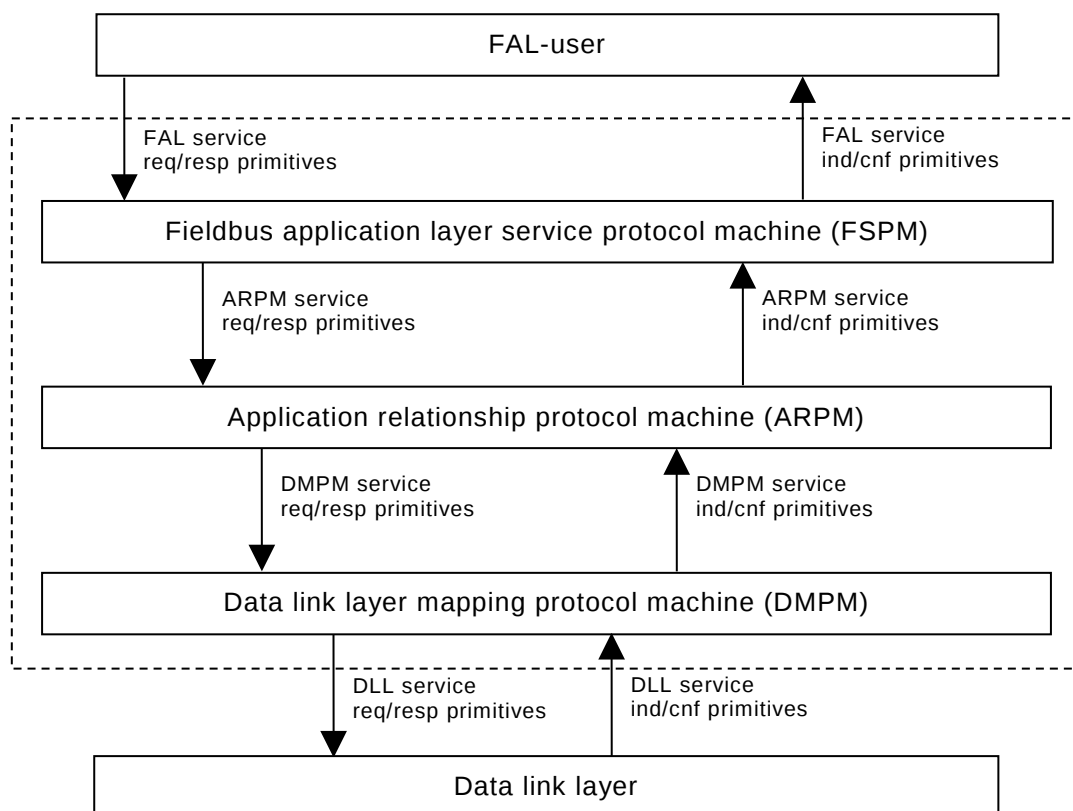


Figure 6 – Relationships among protocol machines and adjacent layers

The FSPM describes the service interface between the FAL-service user and a particular AREP. The FSPM is common to all the AREP classes and does not have any state changes. The FSPM is responsible for the following activities.

- To accept service primitives from the FAL service user and convert them into FAL internal primitives.
- To select an appropriate ARPM state machine based on the AREP Identifier parameter and send FAL internal primitives to the selected ARPM.
- To accept FAL internal primitives from the ARPM and convert them into service primitives for the FAL-service user.
- To deliver the FAL service primitives to the FAL-user based on the AREP Identifier parameter associated with the primitives.

The ARPM describes the AR and the exchange of FAL-PDUs with a remote ARPM(s). The ARPM is responsible for the following activities.

- To accept FAL internal primitives from the FSPM and create and send other FAL internal primitives to either the FSPM or the DMPM, based on the AREP and primitive types.
- To accept FAL internal primitives from the DMPM and send them to the FSPM as a form of FAL internal primitives.

The DMPM describes the mapping between the FAL and the DLL. It is common to all the AREP types and does not have any state changes. The DMPM is responsible for the following activities:

- To accept FAL internal primitives from the ARPM, prepare DLL service primitives, and send them to the DLL.
- To receive DLL indication or confirmation primitives from the DLL and send them to the ARPM in a form of FAL internal primitives.

6.2 Fieldbus service protocol machine (FSPM)

The FSPM state machines co-ordinate the underlying state machines used for processing of the various services and application relations.

The FSPM basically is a mapping protocol machine. The main task is to pass the service to the application relationship protocol machine responsible for that service and application relations as well as to forward confirmations and responses to the user.

6.3 Application relationship protocol machine (ARPM)

The ARPM is responsible for the individual service procedures execution. For Type 22 AL-protocol, service execution using a dedicated application relation and maintaining of each application relation is controlled by the application layer state machine (ALSM). Figure 7 shows the general structure.

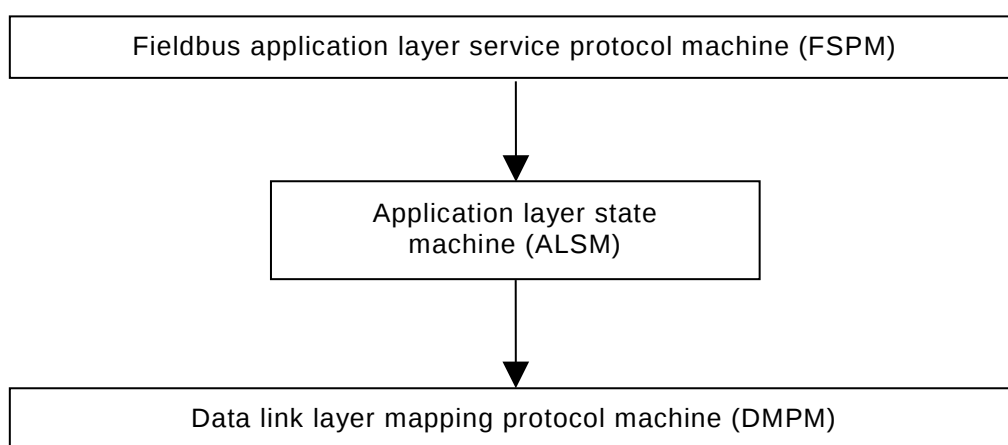


Figure 7 – ALSM protocol machine

6.4 DLL mapping protocol machine

The DLL mapping protocol machine (DMPM) connects the application relationship state machines and layer 2. DMPM provides the coordination of the state machine concerning the configuration of the data link layer usage. The functions are mapped by the DMPM to the DLL services of layer 2. The DMPM generates the necessary layer 2 parameters of the service, receives the confirmations and indications from layer 2 and passes them to the appropriate DMPM-user.

7 AP-context state machine

There is no AP-Context state machine defined for this protocol.

NOTE The AP Context state machine is part of the IEC 61158-6 model.

8 FAL service protocol machine (FSPM)

The FSPM provides the interface to the FAL user. The FSPM operates in a single state with events defined by the receipt of service primitives.

The Type 22 services and its primitives defined in IEC 61158-5-22 are directly delivered to services of the ALSM or to the FAL-user.

9 Application layer state machine (ALSM)

9.1 Description

ALSM is responsible for the coordination of devices at start up and during operation. The execution of AL-services by AL-users is restricted for some services to particular states of the application layer state machine. The restrictions are stated in 9.5. State changes are mainly caused by the sequence of AL-initialization and by interactions between participating Type 22 devices. Transitions are related to application layer management (ALMT) service requests and indications.

At start-up of a device an automatic transition to the state Initialization occurs. The Initialization state defines the root of the communication relationship between the participating devices in application layer. After initialization of DLL the machine enters the ResetApplication state and initializes all application dependent ASEs according to its configuration.

Successful application initialization ends in an automatic transition to the state ResetCommunication. The application layer communication channels are initialized according to the application configuration. Successful communication initialization results in the activation of the heartbeat mechanism and an automatic transition into the state PreOperational.

No direct communication between participating devices on application layer is possible within the states Initialization, ResetApplication and ResetCommunication.

The PreOperational state is entered if the settings of the communication system (i.e. message channel MSC, cyclic data channel CDC) have been done. Heartbeat mechanisms for application layer monitoring of devices is activated. All participating devices can use the message channel and the appropriate SDO protocols to exchange application specific initializations and parameters. No process data communication is possible in this state.

All further state transitions are directly related to and initiated by the indication of an application layer management service primitive with an appropriate application layer command as specified in 5.5.2.

All possible state changes are depicted in Figure 8. State changes are normally requested by a dedicated Type 22 device depending on the configuration of the communication system and application. Because of the multi-master capability of Type 22 communication systems no classic master role is available. One dedicated device requests the application layer management service with an appropriate command which results in an indication in the controlled device. The application layer management service is an unconfirmed service. The originating device has to monitor the effect of the application layer command using other Type 22 mechanisms (for example heartbeat messages).

The Operational state allows process data communication. Switching a device into Stopped state stops the communication altogether (except heartbeat, if active).

ALSM is specified in Figure 8. All depicted states of the ALSM shall be supported.

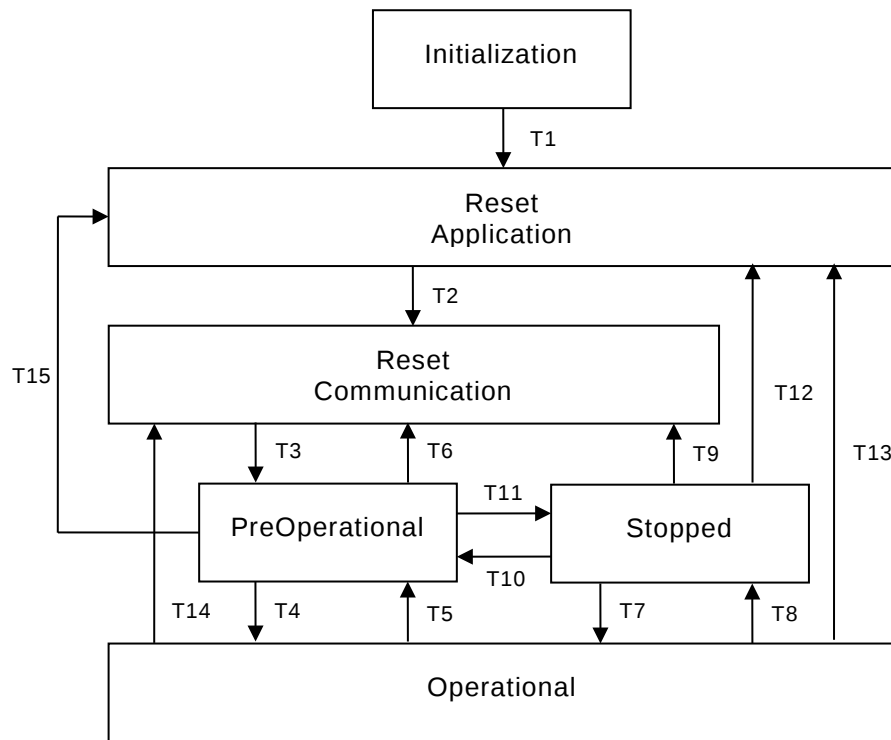


Figure 8 – ALSM diagram

The local management services are related to the transitions in the ALSM, as specified in Table 77.

Table 77 – State transitions and management services

State transition	Local management service
T1	Start application
T2	Start communication
T3	Enable heartbeat communication Enable SDO communication
T4	Enable PDO communication
T5	Disable PDO communication
T6	Disable heartbeat communication Disable SDO communication
T7	Enable SDO communication Enable PDO communication
T8	Disable SDO communication Disable PDO communication
T9	Disable heartbeat communication
T10	Enable SDO communication
T11	Disable SDO communication
T12	Disable heartbeat communication Restart application
T13	Disable heartbeat communication Disable PDO communication Disable SDO communication Restart application
T14	Disable heartbeat communication Disable SDO communication Disable PDO communication

State transition	Local management service
T15	Disable heartbeat communication Disable SDO communication Restart application

9.2 States

9.2.1 Initialization (INIT)

The Initialization state defines the root of the communication relationship between the participating devices in application layer. The initialization of DLL as specified in IEC 61158-3-22 and IEC 61158-4-22 takes place. Management services for a RD can be executed during this state. After initialization the machine enters the ResetApplication state.

9.2.2 ResetApplication (ResAP)

Initialization of all application dependent ASEs according to device configuration take place.

9.2.3 ResetCommunication (ResCO)

The application layer communication channels are initialized according to the application configuration. Successful communication initialization results in the activation of the heartbeat mechanism and an automatic transition into the state PreOperational.

9.2.4 PreOperational (PreOP)

In the PreOperational state, communication via SDOs is possible. PDO communication is not allowed. Configuration of PDOs, device parameters and also the allocation of application objects (PDO-mapping) may be performed by a configuration device.

The node may be switched into the operational state directly by sending an application layer management request with command Start Remote Node.

9.2.5 Operational (OP)

In the Operational state all communication objects are active. Transitioning to Operational creates and enables all PDOs. The configuration of PDOs is executed according to the parameters described in the object dictionary. Object dictionary access via SDO is possible.

9.2.6 Stopped (ST)

By switching a device into the Stopped state it is forced to stop the communication altogether (except heartbeat, if active). This state can be used to achieve certain application behavior. The definition of this behavior falls out of the scope of this standard.

9.3 Primitive definitions

9.3.1 FAL primitives

The Type 22 services and its primitives defined in IEC 61158-5-22 are directly delivered to the DMPM or the FSPM by the ALSM except for the application layer management service. Restrictions are stated depending on the state as specified in 9.5.

9.3.2 Primitives exchanged between DLL and ALSM

Table 78 shows the service primitives including their associated parameters issued by the ALSM and received by the DL.

Table 78 – Primitives issued by ALSM to DLL

Primitive name	Associated parameters	Functions
Application layer management.req	Address Command	Refer to service definition in IEC 61158-5-22

Table 79 shows the service primitives including their associated parameters issued by the DLL received by the ALSM.

Table 79 – Primitives issued by DLL to ALSM

Primitive name	Associated parameters	Functions
Application layer management.ind	Command	Refer to service definition in IEC 61158-5-22

9.3.3 Primitives exchanged between FSPM and ALSM

Table 80 shows the service primitives including their associated parameters issued by the application and received by the ALSM.

Table 80 – Primitives issued by FSPM to ALSM

Primitive name	Associated parameters	Functions
Application layer management.req	Address Command	Refer to service definition in IEC 61158-5-22

Table 81 shows the service primitives including their associated parameters issued by the ALSM received by the application.

Table 81 – Primitives issued by ALSM to FSPM

Primitive name	Associated parameters	Functions
Start application	—	Start of application
Start communication	—	Start of communication
Enable heartbeat communication	—	Heartbeat mechanism is activated
Enable SDO communication	—	SDO is activated
Enable PDO communication	—	PDO is activated
Disable heartbeat communication	—	Heartbeat mechanism is deactivated
Disable PDO communication	—	PDO is deactivated
Disable SDO communication	—	SDO is deactivated
Restart application	—	Restart of application

9.4 State table

Table 82 contains the complete description of the ALSM state machine.

Table 82 – ALSM state table

#	Current state	Event /Condition => Action	Next state
1	INIT	Initialization	ResAP
2	ResAP	Reset application	ResCO
3	ResCO	Reset communication => Heartbeat.req(PreOP)	PreOP
4	PreOP	ALMT.ind(StartRemoteNode) => Enable PDO	OP
5	PreOP	ALMT.ind(StopRemoteNode) => Disable SDO	ST
6	PreOP	ALMT.ind(ResetNode) => Disable heartbeat => Disable SDO => Restart application	ResAP
7	PreOP	ALMT.ind(ResetCommunication) => Disable heartbeat => Disable SDO	ResCO
8	OP	ALMT.ind(EnterPreOperationalState) => Disable PDO	PreOP
9	OP	ALMT.ind(StopRemoteNode) => Disable SDO => Disable PDO	ST
10	OP	ALMT.ind(ResetCommunication) => Disable heartbeat => Disable PDO => Disable SDO	ResCO
11	OP	ALMT.ind(ResetNode) => Disable heartbeat => Disable PDO => Disable SDO => Restart application	ResAP
12	ST	ALMT.ind(EnterPreOperationalState) => Enable SDO	PreOP
13	ST	ALMT.ind(StartRemoteNode) => Enable SDO => Enable PDO	OP
14	ST	ALMT.ind(ResetCommunication) => Disable heartbeat	ResCO
15	ST	ALMT.ind(ResetNode) => Disable heartbeat => Restart application	ResAP

9.5 AL-service forwarding depending on AL-state

Table 83 shows the relation between application layer states and forwarded communication services. Services listed shall only be forwarded if the devices involved in the communication are in the indicated application layer states.

Table 83 – Application layer states and communication services

AL-service	Application layer state					
	INIT	ResAP	ResCO	PreOP	OP	ST
SDO	—	—	—	X	X	—
Process data write	—	—	—	—	X	—
EMCY	X	X	X	X	X	X

AL-service	Application layer state					
	INIT	ResAP	ResCO	PreOP	OP	ST
Heartbeat	—	—	—	X	X	X
Send frame	—	—	—	X	X	X
AL-Network verification	X	—	—	—	—	—
AL-RTFL configuration	X	—	—	—	—	—
AL-DelayMeasurement	—	X	X	X	X	X
AL-PCS configuration	—	X	X	X	X	X
AL-RTFN scan network read	X	X	X	X	X	X
AL-sync start	—	X	X	X	X	X
Application layer management	—	—	—	X	X	X

10 DLL mapping protocol machine (DMPM)

10.1 Overview

The DMPM maps the ARPM service requests to DL service requests (converting APDUs to DLSDUs) and DL service indications to ARPM service indications (converting DLSDUs to APDUs).

10.2 Primitives exchanged between ALSM and DMPM

Table 84 shows the service primitives including their associated parameters issued by the ALSM and received by the DMPM.

Table 84 – Primitives issued by ALSM to DMPM

Primitive name	Associated parameters	Functions
Initiate SDO expedited download.req	Address JobID Index Sub-Index Data	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO expedited download.rsp(+)	Address JobID	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO normal download.req	Address JobID Index Sub-Index Size	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO normal download.rsp(+)	Address JobID	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
SDO download.req	Address JobID Data	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
SDO download.rsp(+)	Address JobID	Refer to service definition in IEC 61158-5-22

Primitive name	Associated parameters	Functions
Initiate SDO expedited upload.req	Address JobID Index Sub-Index	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO expedited upload.rsp(+)	Address JobID Data	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO normal upload.req	Address JobID Index Sub-Index	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO normal upload.rsp(+)	Address JobID Size	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
SDO upload.req	Address JobID	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
SDO upload.rsp(+)	Address JobID Data	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
SDO abort.req	Address JobID Abort code	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Process data write.req	PDO number	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Emergency.req	Destination device address Destination device IP address Emergency error code Error register object Manufacturer specific error code Error register Time stamp Length Extended manufacturer information	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Heartbeat.req	Status	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Send frame.req	SEF frame	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-Network verification.req	—	Refer to service definition in IEC 61158-5-22

Primitive name	Associated parameters	Functions
AL-RTFL configuration.req	Predecessor MAC Successor MAC Successor MAC altern. Device address MSCShortMsgSize Number of frames Cycle time RTF timeout Master clock DA IP configuration	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-DelayMeasurement start.req	Repeat count	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-DelayMeasurement read.req	—	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-PCS configuration.req	Clock configuration	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-MII read.req	Address of register	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-MII write.req	Address of register Data	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-sync start.req	Sync ID	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-sync stop.req	Sync ID	Refer to service definition in IEC 61158-5-22

Table 85 shows the service primitives including their associated parameters issued by the DMPM and received by the ALSM.

Table 85 – Primitives issued by DMPM to ALSM

Primitive name	Associated parameters	Functions
Initiate SDO expedited download.ind	Address JobID Index Sub-Index Data	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO expedited download.cnf	Address JobID	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO normal download.ind	Address JobID Index Sub-Index Size	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO normal download.cnf	Address JobID	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
SDO download.ind	Address JobID Data	Refer to service definition in IEC 61158-5-22

Primitive name	Associated parameters	Functions
SDO download.cnf	Address JobID	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO expedited upload.ind	Address JobID Index Sub-Index	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO expedited upload.cnf	Address JobID Data	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO normal upload.ind	Address JobID Index Sub-Index	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Initiate SDO normal upload.cnf	Address JobID Size	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
SDO upload.ind	Address JobID	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
SDO upload.cnf	Address JobID Data	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
SDO abort.ind	Address JobID Abort code	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Process data write.ind	PDO number	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Emergency.ind	Destination device address Destination device IP address Emergency error code Error register object Manufacturer specific error code Error register Time stamp Length Extended manufacturer information	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Heartbeat.ind	Status	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
Send frame.ind	SEF frame	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-Network verification.cnf(+)	Identification data list	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-Network verification.cnf(-)	—	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-RTFL configuration.cnf(+)	Configuration summary	Refer to service definition in IEC 61158-5-22

Primitive name	Associated parameters	Functions
AL-RTFL configuration.cnf(-)	—	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL- DelayMeasurement read.cnf	Delay	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-MII read.cnf(+)	Data	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-MII read.cnf(-)	—	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-RTFN connection establishment.cnf(+)	IP address	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-RTFN connection establishment.cnf(-)	Error code	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-sync start.cnf(+)	Sync ID Start time Cycle time	Refer to service definition in IEC 61158-5-22
AL-sync start.cnf(-)	—	Refer to service definition in IEC 61158-5-22

10.3 Primitives exchanged between DLL and DMPM

Table 86 shows the service primitives including their associated parameters issued by the DMPM and received by the DLL.

Table 86 – Primitives issued by DMPM to DLL

Primitive name	Associated parameters	Functions
CDC send.req	PID Data	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
MSC send.req	Data Destination DA Destination IP	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
MSC send.rsp	Error code	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
MSC send broadcast.req	Data	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
MSC read.req	—	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-Network verification.req	—	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-RTFL configuration.req	Predecessor MAC Successor MAC Successor MAC altern. Device Address MSCShortMsgSize Number of frames Cycle time RTF timeout Master clock DA IP configuration	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-Read configuration data.req	—	Refer to service definition in IEC 61158-3-22

Primitive name	Associated parameters	Functions
DL-DelayMeasurement start.req	Repeat counter	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-DelayMeasurement read.req	—	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-PCS configuration.req	Clock configuration	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-MII read.req	Address of register	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-MII write.req	Address of register Data	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-RTFN scan network read.req	—	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-RTFN connection establishment.req	Command PID UseUDP	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-RTFN connection release.req	Command PID UseUDP	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-Sync master configuration.req	Sync ID Start time Cycle time	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-Sync start.req	Sync ID	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-Sync start.cnf	Sync ID Start time Cycle time	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-Sync stop.req	Sync ID	Refer to service definition in IEC 61158-3-22

Table 87 shows the service primitives including their associated parameters issued by the DLL and received by the DMPM.

Table 87 – Primitives issued by DLL to DMPM

Primitive name	Associated parameters	Functions
CDC send.ind	PID Data	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
MSC send.ind	Data Destination DA Destination IP	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
MSC send.cnf	Error code	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
MSC send broadcast.ind	Data	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
MSC read.cnf	Data Error code	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-Network verification.cnf	Identification data list	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-RTFL configuration service.cnf	Configuration summary	Refer to service definition in IEC 61158-3-22

Primitive name	Associated parameters	Functions
DL-Read configuration data.cnf	Predecessor MAC Successor MAC Successor MAC altern. Device Address MSCShortMsgSize Number of Type 22 DLPDUs Cycle time RTF timeout Master clock DA IP configuration	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-DelayMeasurement read.cnf	Delay	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-MII read.cnf	Data	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-RTFN scan network read.cnf	Identification data list	Refer to service definition in IEC 61158-3-22
DL-RTFN connection establishment.cnf	Error code IP address	Refer to service definition in IEC 61158-3-22

10.4 ALSM to DLL mapping

The mapping of AL-services to DL services is specified in Table 88.

Table 88 – ALSM to DLL mapping

AL service	DLL service
Initiate SDO expedited download	MSC send, MSC read
Initiate SDO normal download	MSC send, MSC read
SDO download	MSC send, MSC read
Initiate SDO expedited upload	MSC send, MSC read
Initiate SDO normal upload	MSC send, MSC read
SDO upload	MSC send, MSC read
SDO abort	MSC send, MSC read
Process data write	CDC send, MSC send, MSC read
Emergency	MSC send, MSC send broadcast, MSC read
Heartbeat	CDC send, MSC send, MSC read
SEF send frame	MSC send, MSC read
AL-Network verification	DL-Network verification
AL-RTFL configuration	DL-Device configuration
AL-DelayMeasurement start	DL-DelayMeasurement start
AL-DelayMeasurement read	DL-DelayMeasurement read
AL-PCS configuration	DL-PCS configuration
AL-MII read	DL-MII read
AL-MII write	DL-MII write
AL-RTFN scan network read	DL-RTFN scan network read
Application layer management	MSC send, MSC read
AL-sync start	DL-Sync start
AL-sync stop	DL-Sync stop

Bibliography

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

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*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	92
INTRODUCTION.....	94
1 Domaine d'application	95
1.1 Généralités.....	95
1.2 Spécifications.....	96
1.3 Conformité	96
2 Références normatives.....	96
3 Termes, définitions, abréviations, symboles et conventions	97
3.1 Termes et définitions provenant d'autres normes ISO/CEI	97
3.2 Définitions relatives à la couche Application de bus de terrain.....	98
3.3 Abréviations et symboles.....	101
3.4 Conventions	104
4 Spécification de protocoles de couche AL.....	105
4.1 Principe de fonctionnement	105
4.2 Modèles de référence d'appareil.....	106
4.3 Structure de la couche Application	109
5 Description de la syntaxe de la couche FAL	109
5.1 Introduction et principes de codage	109
5.2 Encodage des types de données	109
5.3 Encodage d'une valeur CeS	113
5.4 Communication d'unités DLPDU ISO/CEI 8802-3 à l'intérieur d'un appareil RTFL de Type 22	162
5.5 Encodage des services de gestion	162
6 Diagrammes d'états de protocole de la couche FAL.....	163
6.1 Vue d'ensemble.....	163
6.2 Machine de protocole de service FAL (FSPM)	165
6.3 Machine de protocole de relations AR (ARPM)	165
6.4 DLL Mapping Protocol Machine (Machine de protocole de mapping DLL)	166
7 Diagramme d'états de l'entité ACE (AP Context Entity).....	166
8 Machine de protocole de service FAL (FSPM)	166
9 Diagramme d'états ALSM(ALSM).....	167
9.1 Description	167
9.2 États	169
9.3 Définitions de primitives	170
9.4 Table d'états	171
9.5 Transmission de services de couche AL selon l'état de la couche AL	172
10 Machine de protocole DMPM.....	173
10.1 Vue d'ensemble.....	173
10.2 Primitives échangées entre le diagramme d'états ALSM et la machine de protocole DMPM.....	173
10.3 Primitives échangées entre la couche DL et la machine de protocole DMPM.....	177
10.4 Mapping ALSM-DLL	179
Bibliographie.....	181

Figure 1 – Modèle de référence d'appareil RTFL.....	107
Figure 2 – Modèle de référence d'appareil RTFN	108
Figure 3 – Encodage de la valeur TimeOfDay	110
Figure 4 – Encodage de la valeur TimeDifference	111
Figure 5 – Schéma d'adressage du dictionnaire d'objets	115
Figure 6 – Relations entre les machines de protocole et les couches adjacentes	164
Figure 7 – Machine de protocole ALSM.....	166
Figure 8 – Schémas ALSM.....	168
Tableau 1 – Définition des éléments de PDU	104
Tableau 2 – Définition d'objet.....	105
Tableau 3 – Syntaxe de transfert des séquences binaires.....	109
Tableau 4 – Syntaxe de transfert pour le data type Integer	112
Tableau 5 – Syntaxe de transfert pour le data type Unsigned.....	112
Tableau 6 – Structure du dictionnaire d'objets	113
Tableau 7 – Définitions de types d'objet du dictionnaire d'objets	115
Tableau 8 – Définitions des data types de base	115
Tableau 9 – Définitions des data types complexes	116
Tableau 10 – Section des communications	117
Tableau 11 – Type d'appareil.....	119
Tableau 12 – Encodage du registre d'erreurs.....	120
Tableau 13 – Registre d'erreurs.....	120
Tableau 14 – Modèle de définition d'objet	120
Tableau 15 – Encodage des entrées du journal d'événements	121
Tableau 16 – Journal d'événements.....	121
Tableau 17 – Nom d'appareil attribué par le fabricant	122
Tableau 18 – Version matérielle attribuée par le fabricant.....	122
Tableau 19 – Version logicielle attribuée par le fabricant	123
Tableau 20 – Configuration de la couche CL.....	123
Tableau 21 – Encodage des données de configuration de demandes IRQ de synchronisation.....	125
Tableau 22 – Configuration des demandes IRQ de synchronisation	125
Tableau 23 – État des demandes IRQ de synchronisation.....	126
Tableau 24 – Informations de lecture relatives au stockage des paramètres	127
Tableau 25 – Stockage des paramètres	127
Tableau 26 – Informations de lecture relatives à la restauration des paramètres.....	128
Tableau 27 – Restauration des paramètres par défaut	128
Tableau 28 – Informations de diagnostic.....	130
Tableau 29 – Seuil de diagnostic	133
Tableau 30 – Adresse IP EMCY.....	134
Tableau 31 – Délai d'inhibition EMCY	135
Tableau 32 – Encodage des entrées de la liste des signaux de présence du consommateur	135

Tableau 33 – Liste des signaux de présence du consommateur	136
Tableau 34 – Paramètre de signaux de présence du producteur	136
Tableau 35 – Objet d'identité	139
Tableau 36 – Expiration de protocole SDO	140
Tableau 37 – Activation du paramètre SDO client	140
Tableau 38 – Activation EMCY.....	141
Tableau 39 – Tolérance d'expiration PDO	141
Tableau 40 – Stockage EDS	141
Tableau 41 – Stockage du format	142
Tableau 42 – Commande OS	142
Tableau 43 – Mode de commande OS	143
Tableau 44 – Interface du débogueur OS.....	144
Tableau 45 – Invite OS	145
Tableau 46 – Liste de modules	146
Tableau 47 – Encodage de l'abonné d'urgence	146
Tableau 48 – Abonné d'urgence.....	147
Tableau 49 – Codage du paramètre SDO client	147
Tableau 50 – Paramètre SDO client.....	147
Tableau 51 – Paramètre de communication des objets PDO en réception.....	148
Tableau 52 – Paramètre de communication des objets PDO en transmission.....	150
Tableau 53 – Format de mapping.....	153
Tableau 54 – Paramètre de mapping des objets PDO en réception.....	153
Tableau 55 – Paramètre de mapping des objets PDO en émission.....	153
Tableau 56 – Déclencher la demande de téléchargement express de l'objet SDO.....	154
Tableau 57 – Déclencher la réponse de téléchargement express de l'objet SDO	155
Tableau 58 – Déclencher la demande de téléchargement normal de l'objet SDO	155
Tableau 59 – Déclencher la réponse de téléchargement normal de l'objet SDO	155
Tableau 60 – Demande de téléchargement de l'objet SDO.....	156
Tableau 61 – Réponse de téléchargement de l'objet SDO.....	156
Tableau 62 – Déclencher la demande de chargement express de l'objet SDO	156
Tableau 63 – Déclencher la réponse de chargement express de l'objet SDO	157
Tableau 64 – Déclencher la réponse de chargement normal de l'objet SDO.....	157
Tableau 65 – Demande de chargement de l'objet SDO	157
Tableau 66 – Réponse de chargement de l'objet SDO	158
Tableau 67 – Demande d'abandon SDO	158
Tableau 68 – Codes d'abandon SDO	158
Tableau 69 – Demande d'écriture de données de processus via le canal MSC.....	159
Tableau 70 – Demande d'écriture de données de processus via le paquet CDC	160
Tableau 71 – Demande d'urgence.....	160
Tableau 72 – Codes d'erreur d'urgence	160
Tableau 73 – Demande de Heartbeat via le canal MSC.....	161
Tableau 74 – Demande de Heartbeat via le paquet CDC	162
Tableau 75 – Demande d'envoi de trame	162

Tableau 76 – Demande de gestion de la couche AL.....	163
Tableau 77 – Passages d'états et services de gestion	168
Tableau 78 – Primitives émises par le diagramme d'états ALSM vers la couche DL	170
Tableau 79 – Primitives émises par la couche DL vers le diagramme d'états ALSM	170
Tableau 80 – Primitives émises par la machine de protocole FSPM vers le diagramme d'états ALSM	170
Tableau 81 – Primitives émises par le diagramme d'états ALSM vers la machine de protocole FSPM	171
Tableau 82 – Table d'états du diagramme d'états ALSM	171
Tableau 83 – États de la couche Application et services de communication	172
Tableau 84 – Primitives émises par le diagramme d'états ALSM vers la machine de protocole DMPM	173
Tableau 85 – Primitives émises par la machine de protocole DMPM vers le diagramme d'états ALSM	175
Tableau 86 – Primitives émises par la machine de protocole DMPM vers la couche DL	177
Tableau 87 – Primitives émises par la couche DL vers la machine de protocole DMPM	178
Tableau 88 – Mapping du diagramme d'états ALSM avec la couche DL	179

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 6-22: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de type 22

AVANT-PROPOS

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

L'attention est attirée sur le fait que l'utilisation du type de protocole associé est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle. En tout état de cause, l'engagement de renonciation partielle aux droits de propriété intellectuelle pris par les détenteurs de ces droits autorise l'utilisation d'un type de protocole de couche avec les autres protocoles de couche du même type, ou dans des combinaisons avec d'autres types autorisées explicitement par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle pour ce type.

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

La Norme internationale CEI 61158-6-22 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

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

- Adoption des dates de révision des normes citées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65C/764/FDIS	65C/774/RVD

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

Le protocole d'application fournit le service d'application au moyen des services disponibles au niveau de la couche Liaison de données ou de la couche immédiatement inférieure. Le principal objectif de la présente norme est de définir un ensemble de règles de communication, exprimées en termes de procédures que doivent suivre les entités d'application (Application Entity, AE) homologues au moment de la communication. Ces règles de communication visent à fournir une base saine pour le développement, dans divers buts:

- en tant que guide pour les développeurs et les concepteurs;
- dans une optique d'utilisation lors de l'essai et de l'achat de matériel;
- dans le cadre d'un accord pour l'admission de systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- en tant que précision apportée à la compréhension des communications en temps critique dans le modèle OSI.

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

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 6-22: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de type 22

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La couche Application de bus de terrain (Fieldbus Application Layer (FAL)) procure aux programmes de l'utilisateur un moyen d'accès à l'environnement de communication des bus de terrain. À cet égard, la FAL peut être vue comme une «fenêtre entre des programmes d'application correspondants».

La présente norme donne les éléments communs visant à assurer les communications de messagerie de base en temps critique et en temps non critique entre des programmes d'application dans un environnement et des équipements d'automatisation spécifiques au bus de terrain de Type 22. Le terme "en temps critique" sert à représenter la présence d'une fenêtre temporelle, dans les limites de laquelle une ou plusieurs actions spécifiées sont tenues d'être parachevées avec un certain niveau défini de certitude. Le manquement à parachever les actions spécifiées dans les limites de la fenêtre temporelle risque d'entraîner la défaillance des applications qui demandent ces actions, avec le risque concomitant pour l'équipement, l'installation et éventuellement pour la vie humaine.

La présente norme définit de manière abstraite le comportement, visible par un observateur externe, assuré par les différents Types de la couche Application de bus de terrain, en termes:

- a) de syntaxe abstraite définissant les unités de données de protocole de couche Application, transmises entre les entités d'application en communication;
- b) de syntaxe de transfert définissant les unités de données de protocole de couche Application, transmises entre les entités d'application en communication;
- c) de diagramme d'états de contexte d'application définissant le comportement de service d'application observable entre les entités d'application en communication, et
- d) de diagrammes d'états de relations entre applications définissant le comportement de communication visible entre les entités d'application en communication.

La présente norme vise à définir le protocole mis en place pour:

- a) définir la représentation filaire des primitives de service définies dans la CEI 61158-5-22; et
- b) définir le comportement visible de l'extérieur associé à leur transfert.

La présente norme spécifie le protocole de la couche Application de bus de terrain de la CEI, en conformité avec le modèle de référence de base OSI (ISO/CEI 7498-1) et avec la structure de la couche Application OSI (ISO/CEI 9545).

Les services et protocoles de la FAL sont fournis par des entités d'application (application entity, AE) de la FAL contenues dans les processus d'application. L'AE de la FAL se compose d'un jeu d'Éléments de service application (ASE, Application Service Element) orientés objet et d'une Entité de gestion de couche (LME, Layer Management Entity) qui gère l'AE. Les ASE fournissent des services de communication qui fonctionnent sur un jeu de classes d'objets de processus d'application (APO, application process object) connexes. L'un des ASE de la FAL

est un ASE de gestion qui fournit un jeu commun de services pour la gestion des instances de classes de la FAL.

Bien que ces services spécifient, du point de vue des applications, la manière dont la demande et les réponses sont émises et délivrées, ils n'incluent pas une spécification de ce que les applications qui demandent et qui répondent doivent en faire. À savoir, les aspects comportementaux des applications ne sont pas spécifiés; seule une définition des demandes et réponses qu'elles peuvent envoyer/recevoir est spécifiée. Cela permet une plus grande flexibilité aux utilisateurs de la FAL pour normaliser un tel comportement d'objet. En plus de ces services, certains services d'appui sont également définis dans la présente norme pour fournir l'accès à la FAL afin de maîtriser certains aspects de son fonctionnement.

1.2 Spécifications

La présente norme a pour objectif principal de spécifier la syntaxe et le comportement du protocole de couche Application qui véhicule les services de couche Application définis dans la CEI 61158-5-22.

Un objectif secondaire est de fournir des trajets de migration à partir de protocoles de communications industrielles préexistants. Ce dernier objectif explique la diversité des protocoles normalisés dans les sous-parties de la CEI 61158-6.

1.3 Conformité

La présente norme ne spécifie de mises en œuvre individuelles ou de produits individuels ni ne contraint les mises en œuvre d'entités de couche application au sein des systèmes d'automatisation industriels.

Il n'existe pas de conformité de l'équipement à la norme de définition de service de couche Application. En revanche, la conformité est obtenue par le biais de la mise en œuvre de cette spécification de protocoles de couche Application.

2 Références normatives

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

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

CEI 61158-3-22, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-22: Définition des services de la couche liaison de données – Éléments de type 22*

CEI 61158-4-22, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 4-22: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de type 22*

IEC 61158-5-22, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-22: Définition des services de la couche application – Éléments de type 22*

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

ISO/IEC 8802-3, *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* (disponible en anglais seulement)

ISO/CEI 8822, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Définition du service de présentation*

ISO/IEC 8824-1, *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of basic notation* (disponible en anglais seulement)

ISO/CEI 9545, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Structure de la couche Application*

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

ISO/IEC/IEEE 60559, *Information technology – Microprocessor Systems – Floating-Point arithmetic* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions, abréviations, symboles et conventions

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

3.1 Termes et définitions provenant d'autres normes ISO/CEI

3.1.1 Termes de l'ISO/CEI 7498-1

- a) entité d'application
- b) processus d'application
- c) unité de données de protocole application
- d) élément de service application
- e) invocation d'entité d'application
- f) invocation de processus d'application
- g) transaction d'application
- h) système ouvert réel
- i) syntaxe de transfert

3.1.2 Termes de l'ISO/CEI 8822

- a) syntaxe abstraite
- b) contexte de présentation

3.1.3 Termes de l'ISO/CEI 9545

- a) application-association (association d'applications)
- b) application-context (contexte d'application)
- c) application context name (nom de contexte d'application)
- d) application-entity-invocation (invocation d'entité d'application)
- e) application-entity-type (type d'entité d'application)
- f) application-process-invocation (invocation de processus d'application)
- g) application-process-type (type de processus d'application)
- h) application-service-element (élément de service d'application)

i) application control service element (élément de service de contrôle d'application)

3.1.4 Termes de l'ISO/CEI 8824-1

a) identificateur d'objet

b) type

3.2 Définitions relatives à la couche Application de bus de terrain

3.2.1

données acycliques

données transférées de temps à autre à des fins précises

3.2.2

bit

unité d'information consistant en un 1 ou un 0

Note 1 à l'article: Il s'agit de la plus petite unité de données qui puisse être transmise.

3.2.3

cellule

synonyme de segment DL unique qui utilise le modèle de communication RTFL

3.2.4

canal

chemin fourni pour acheminer des données

3.2.5

client

objet qui utilise les services d'un serveur en envoyant un message pour réaliser une tâche

3.2.6

cycle de communication

période de temps fixe pendant laquelle l'appareil racine envoie des trames vides aux fins de lancement d'une communication cyclique dans laquelle des données sont transmises via des canaux CDC et MSC

3.2.7

connexion

liaison logique entre deux objets d'application

3.2.8

durée de cycle

durée d'un cycle de communication

3.2.9

cyclique

relatif à des événements qui se répètent d'une manière régulière et répétitive

3.2.10

communication cyclique

échange périodique de télégrammes

3.2.11

données cycliques

données transférées de manière régulière et répétitive à des fins précises

3.2.12**canal de données cycliques****CDC**

partie d'une ou de plusieurs trames qui est réservée aux données cycliques

Note 1 à l'article: L'abréviation «CDC» est dérivée également du terme anglais développé correspondant «Cyclic Data Channel».

3.2.13**donnée**

terme générique servant à se référer à toute information transportée sur un bus de terrain

3.2.14**appareil**

entité physique connectée au bus de terrain

3.2.15**erreur**

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

3.2.16**code d'erreur**

numéro d'identification d'un type d'erreur particulier

3.2.17**passerelle**

appareil jouant le rôle d'élément de liaison entre différents protocoles

3.2.18**indice**

position d'un objet dans le dictionnaire d'objets

3.2.19**communication inter-cellules**

communication entre un appareil RTFL et un appareil RTFN ou communication entre un appareil RTFL et un autre appareil RTFL dans différentes cellules reliées par un RTFN

3.2.20**interface**

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

3.2.21**communication intra-cellules**

communication entre un appareil RTFL et un autre appareil RTFL dans la même cellule

3.2.22**voie logique double**

suite d'appareils comprenant l'appareil racine, ainsi que l'ensemble des appareils ordinaires traitant la trame de communication dans les deux sens

3.2.23**paramètres de mapping**

ensemble de valeurs définissant la correspondance entre des objets d'application et des objets de données de processus

3.2.24

horloge maîtresse

base de temps globale pour le mécanisme PCS

3.2.25

message

suite ordonnée d'octets, destinée à véhiculer des informations

3.2.26

canal de message

MSC

partie d'une ou de plusieurs trames qui est réservée aux données acycliques

Note 1 à l'article: L'abréviation «MSC» est dérivée du terme anglais développé correspondant «Message Channel».

3.2.27

réseau

ensemble d'appareils reliés par un support de communication d'un type ou d'un autre, avec d'éventuels répéteurs, ponts, routeurs et passerelles de couche inférieure intermédiaires

3.2.28

appareil ordinaire

OD

esclave dans le système de communication qui utilise le modèle de communication RTFL pour l'échange de données cycliques et acycliques avec d'autres OD résidant dans la même voie logique double

Note 1 à l'article: L'abréviation «OD» est dérivée du terme anglais développé correspondant «Ordinary Device».

3.2.29

synchronisation temporelle précise

PCS

mécanisme de synchronisation de l'horloge des appareils RTFL et de maintien d'une base de temps globale

Note 1 à l'article: L'abréviation «PCS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «Precise Clock Synchronization».

3.2.30

donnée de processus

données conçues pour être transférées de manière cyclique ou acyclique à des fins de traitement

3.2.31

objet de données de processus

objet(s) de données dédié(s) conçu(s) pour être transféré(s) de manière cyclique ou acyclique à des fins de traitement

3.2.32

protocole

convention à l'égard des formats de données, des suites chronologiques et de la correction d'erreurs dans le cadre de l'échange de données des systèmes de communication

3.2.33

appareil racine

RD

maître dans le système de communication qui organise, lance et contrôle l'échange de données cycliques et acycliques RTFL sur une voie logique double

Note 1 à l'article: L'abréviation «RD» est dérivée du terme anglais développé correspondant «Root Device».

3.2.34

ligne de trame temps réel

RTFL

modèle de communication applicable aux voies logiques doubles

Note 1 à l'article: L'abréviation «RTFL» est dérivée du terme anglais développé correspondant «Real Time Frame Line».

3.2.35

réseau de trame temps réel

RTFN

modèle de communication comportant des appareils communiquant dans un réseau commuté

Note 1 à l'article: L'abréviation «RTFN» est dérivée du terme anglais développé correspondant «Real Time Frame Network».

3.2.36

durée totale du cycle

temps requis par une unité DLPDU pour opérer une transmission entre l'appareil RD et le dernier appareil OD dans les deux sens de communication

3.2.37

sous-indice

sous-position d'un élément d'un objet dans le dictionnaire d'objets

3.2.38

signal temporel

indication temporelle de l'occurrence d'un événement, généralement un signal d'interruption, utilisée pour la synchronisation des utilisateurs DL

3.2.39

topologie

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

3.3 Abréviations et symboles

AE	Application Entity (Entité d'application)
AL	Application layer (Couche d'application)
AP	Application Process (Processus d'application)
APDU	Application layer protocol data unit (Unité de données de protocole d'application)
APO	Application process object (Objet de processus d'application)
AR	Application Relationship (Relation d'applications)
AREP	Application relationship end point (point d'extrémité de relation d'applications)
ASE	Application Service Element (Élément de service application)
CDC	Cyclic data channel (Canal de données cycliques)

CL	Communication Layer (Couche de communication)
Cnf	Confirmation
DA	Device Address (Adresse de l'appareil) ou Destination Address (Adresse cible)
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol (Protocole de configuration d'hôte dynamique)
DL-	Préfixe relatif à la couche liaison de données
DLL	Data-link Layer (Couche Liaison de données)
DLPDU	DL-protocol data unit (unité de données de protocole de DL)
EDS	Electronic data sheet (Feuille de données électronique)
EMCY	Emergency (Urgence)
FAL	Fieldbus application layer (Couche application de bus de terrain)
FCS	Frame Check Sequence (Séquence de contrôle de trame)
ID	Identification
Ind	Indication
IP	Internet Protocol (Protocole Internet)
IPv4	IP version 4
IPv6	IP version 6
IRQ	Interrupt request (Demande d'interruption)
LME	Layer management entity (Entité de gestion de couche)
MAC	Medium Access Control (Commande d'accès au support)
MII	Media independent interface (Interface indépendante du support)
MSC-MTP	Message Channel Message Transfer Protocol (Protocole de transfert de messages du canal de messages)
MSC	Message channel (Canal de message)
OD	Ordinary device (Appareil ordinaire)
OS	Operating system (Système d'exploitation)
OSI	Open Systems Interconnection (Interconnexion des systèmes ouverts)

PCS	Precise clock synchronization (Synchronisation temporelle précise)
PDO	Process Data Object (Objet de données de processus)
PID	Packet ID (Identifiant de paquet)
PTPSU	Point-to-multipoint network-scheduled unconfirmed (service non confirmé programmé par le réseau en mode point à multipoint)
PTPNSC	Point-to-point network-scheduled confirmed (Service confirmé programmé par le réseau en mode point à point)
PTPNSU	Point-to-point network-scheduled unconfirmed (Service non confirmé programmé par le réseau en mode point à point)
PTPUTC	Point-to-point user-triggered confirmed (Service confirmé déclenché par l'utilisateur en mode point à point)
RD	Root device (Appareil racine)
Req	Request (Demande)
Rsp	Response (Réponse)
RTF	Real time frame (Trame temps réel)
RTFL	Real time frame line (Ligne de trame temps réel)
RTFN	Real time frame network (Réseau de trame temps réel)
RO	Read only (Lecture seule)
RW	Read and write access (Accès en lecture et écriture)
Rx	Receive Direction (Sens de réception)
RxPDO	Receive PDO (PDO de réception)
SA	Source Address (Adresse source)
Objet SDO	Service Data Object (Objet de données de service)
SEF	Ethernet DLPDU tel que décrit dans l'ISO/CEI 8802-3
StdErr	Standard error output (Sortie d'erreur normalisée)
StdIn	Standard input (Entrée normalisée)
StdOut	Standard output (Sortie normalisée)
SYNC	Synchronization (Synchronisation)

TCP	Transmission Control Protocol (Protocole de commande de transport)
TT	Type de transmission
Tx	Transmit Direction (Sens de transmission)
TxPDO	Transmit PDO (PDO d'émission)
UDP	User Datagram Protocol (Protocole datagramme d'utilisateur)
WO	Write only (Écriture seule)

3.4 Conventions

3.4.1 Concept général

La FAL se compose d'un ensemble d'ASE orientés objet. Chaque élément ASE est défini dans un article distinct. Chaque spécification d'ASE est constituée de trois parties, à savoir ses définitions de classe, ses services et sa spécification de protocole. Les deux premières sont contenues dans la CEI 61158-5-22. La spécification de protocole pour chaque élément ASE est définie dans la présente norme.

Les définitions de classe définissent les attributs des classes prises en charge par chaque élément ASE. Les attributs sont accessibles à partir d'instances de la classe en utilisant les services d'ASE de gestion ("Management") spécifiés dans la CEI 61158-5-22. La spécification de service définit les services fournis par l'ASE.

La présente norme utilise les conventions descriptives données dans l'ISO/CEI 10731.

3.4.2 Conventions de syntaxe abstraite

Les éléments de syntaxe de couche AL relatifs à la structure des unités PDU sont décrits dans le Tableau 1.

- La colonne "Partie de la trame" indique l'élément qui sera remplacé par cette reproduction.
- La colonne "Champ de données" indique le nom des éléments.
- La colonne "Data type" correspond au type du symbole terminal.
- La colonne "Valeur/Description" contient la valeur constante ou la signification du paramètre.

Tableau 1 – Définition des éléments de PDU

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description

Les attributs d'un objet du dictionnaire d'objets sont décrits sous la forme présentée dans le Tableau 2.

- L'attribut "Index" décrit la position d'un objet dans le dictionnaire d'objets.
- L'attribut "Sub-index" décrit un élément de l'objet.
- L'attribut "Name" contient une chaîne de nom correspondant à l'attribut pertinent.

- L'attribut "Object type" contient le type caractéristique de chaque objet tel que spécifié dans le Tableau 7.
- L'attribut "Data type" indique le type de l'élément.
- L'attribut "M/O/C" indique si l'attribut est obligatoire (M), facultatif (O) ou dépend du paramétrage d'autres attributs (C).
- L'attribut "Access" décrit le droit d'accès à l'élément concerné. "RO" indique un droit d'accès en lecture, "RW" un droit d'accès en lecture et écriture et "WO" un droit d'accès en écriture.
- L'attribut "PDO Mapping" signale la possibilité de mapper l'attribut avec l'objet TxPDO ou RxPDO, à moins qu'il n'indique que ce paramètre ne peut être mappé.
- L'attribut "value range" contient la plage de valeurs d'un élément dédié ou 'No' pour aucune plage de valeurs prédéfinie.
- L'attribut "Value" contient la (les) valeur(s) constante(s) et/ou la signification du paramètre ou "No" pour aucune valeur prédéfinie.

Tableau 2 – Définition d'objet

Attribut	Valeur
Index (Indice)	
Sub-index (Sous-indice)	
Name (Nom)	
Object type (Type d'objet)	
Data type (Type de données)	
Category (Catégorie)	
Access attribute (Attribut d'accès)	
PDO mapping (Mapping d'objet de données de processus)	
Value range (Plage de valeurs)	
Value (Valeur)	

4 Spécification de protocoles de couche AL

4.1 Principe de fonctionnement

Le Type 22 se compose de deux types de modèles de communication: RTFL et RTFN. Le modèle de communication RTFL est utilisé pour les communications temps réel cycliques synchronisées. Le modèle de communication RTFN est utilisé pour la mise en réseau de plusieurs cellules RTFL sur un système global à des fins d'échange de données entre plusieurs cellules RTFL et entre plusieurs cellules RTFL et appareils RTFN.

Dans ce contexte, une cellule RTFL est une cellule qui utilise le modèle RTFL pour les communications. Une cellule RTFL se compose d'un appareil racine RD, ainsi que d'un ou de plusieurs appareils ordinaires OD. Le principal élément de cellule RTFL est l'appareil RD qui organise et contrôle les séquences de la cellule RTFL (envoi de trames temps réel cycliques, par exemple). Un appareil RD RTFL possède au moins une connexion vers la RTFL et peut inclure une passerelle (GW) possédant en outre une connexion vers le RTFN. Vu que chaque appareil OD dans la cellule RTFL ne peut posséder qu'une seule connexion RTFL,

l'appareil RD incluant une GW joue donc le rôle de liaison entre la cellule RTFL et la cellule RTFN. Les communications RTFN ne sont pas coordonnées comme les communications RTFL, mais utilisées par un réseau ISO/CEI 8802-3 duplex intégral commuté. De cette façon, aucun déterminisme ne peut être garanti pour le transfert de données RTFN.

La communication des données de processus et de service est ajustée par les réseaux de Type 22 au moyen de différents mécanismes (canaux) des modèles de communication RTFL et RTFN. Les données cycliques peuvent être transférées via le canal CDC. Le canal MSC permet la communication de données acycliques supplémentaires et est également utilisé aux fins d'échange de données de service.

Les données de service sont généralement transférées de manière acyclique et utilisées pour le transfert de paramètres, de commandes de contrôle, de données d'état et de diagnostic mais aussi pour des segments de données souvent plus grands. Le transfert des données de service est déclenché par des événements ou des utilisateurs (nature acyclique). Les données de paramètre utilisées en particulier dans la configuration d'appareils n'ont pas de conditions temporelles strictes, alors que les données de diagnostic peuvent avoir des exigences de temps plus contraignantes.

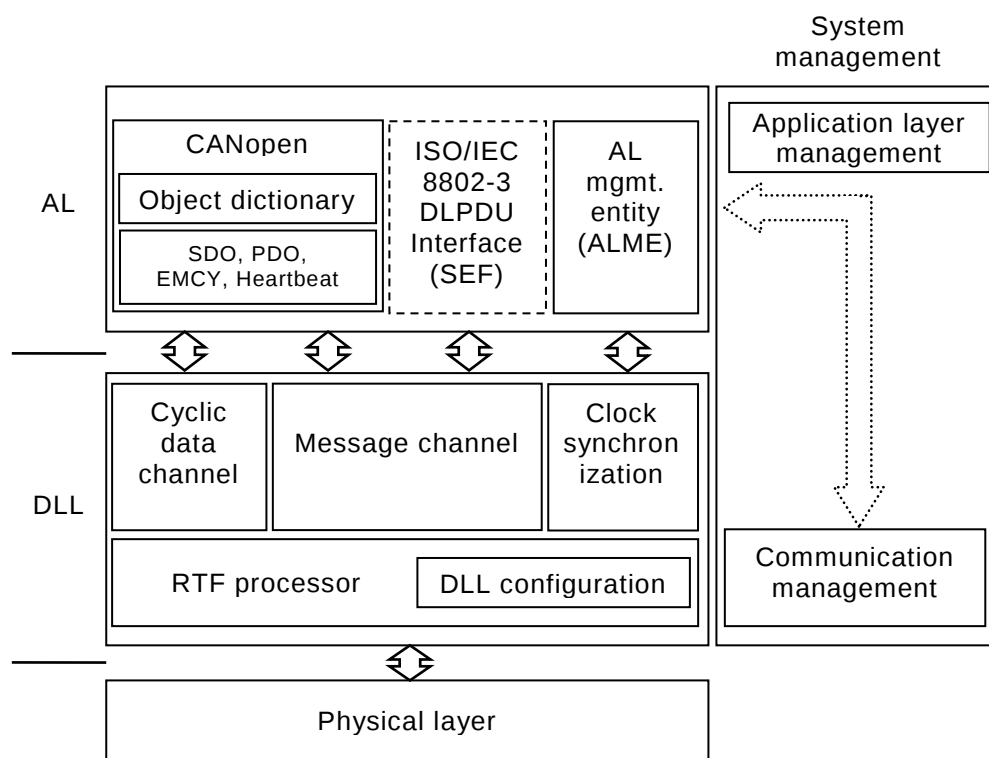
Par opposition, les données de processus sont généralement soumises à un transfert cyclique, avec des durées de cycle différentes et des exigences temps réel plus strictes.

Les couches AL de Type 22 prennent en charge des services et protocoles divers pour satisfaire à ces exigences différentes. Les deux modèles de communication supportent la même FAL. Les services et protocoles sont mappés avec les services de couche DL correspondants.

4.2 Modèles de référence d'appareil

4.2.1 Modèle de référence des appareils RTFL

Le Type 22 est décrit à l'aide des principes, de la méthodologie et du modèle de l'ISO/CEI 7498-1 (OSI). Le modèle OSI fournit une approche stratifiée aux normes de communications et, par ce biais, des couches peuvent être mises au point et modifiées de manière indépendante. La spécification du Type 22 définit la fonctionnalité de haut en bas d'un modèle OSI complet. Les fonctions des couches OSI intermédiaires, les couches 3 à 6, sont consolidées soit en la couche liaison de données de Type 22, soit en la couche application de Type 22. Le modèle de référence des appareils RTFL de Type 22 est montré à la Figure 1.



Légende

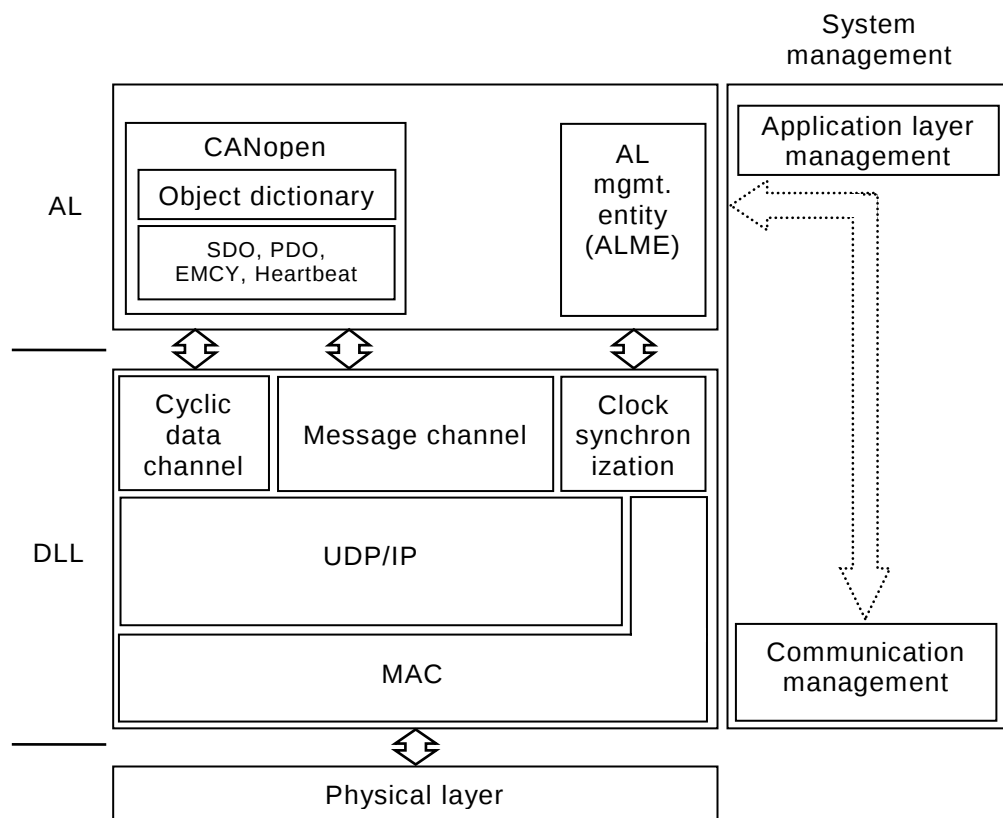
Anglais	Français
System management	Gestion du système
AL	AL
CanOPEN	CanOPEN
Object dictionary	OD
SDO, PDO, EMCY, Heartbeat	SDO, PDO, EMCY, Heartbeat
ISO/IEC 8802-3 DLPDU Interface (SEF)	Interface de DLPDU de l'ISO/CEI 8802-3 (SEF)
AL mgmt. Entity (ALME)	AL mgmt. Entity (ALME)
Application layer management	Gestion de la couche AL
DLL	DLL
Cyclic data channel	Canal de données cycliques
Message channel	Canal de messages
Clock synchronization	Synchronisation d'horloge
RTF processor	Processeur RTF
DLL configuration	Configuration de DLL
Communication management	Gestion des communications
Physical layer	Couche physique

Figure 1 – Modèle de référence d'appareil RTFL

4.2.2 Modèle de référence des appareils RTFN

Le Type 22 est décrit à l'aide des principes, de la méthodologie et du modèle de l'ISO/CEI 7498-1 (OSI). Le modèle OSI fournit une approche stratifiée aux normes de communications et, par ce biais, des couches peuvent être mises au point et modifiées de manière indépendante. La spécification du Type 22 définit la fonctionnalité de haut en bas

d'un modèle OSI complet. Les fonctions des couches OSI intermédiaires, les couches 3 à 6, sont consolidées soit en la couche liaison de données de Type 22, soit en la couche application de Type 22. Le modèle de référence des appareils RTFN de Type 22 est montré à la Figure 2.



Légende

Anglais	Français
System management	Gestion du système
AL	AL
CanOPEN	CanOPEN
Object dictionary	OD (Dictionnaire d'objets)
SDO, PDO, EMCY, Heartbeat	SDO, PDO, EMCY, Heartbeat
AL mgmt. Entity (ALME)	AL mgmt. Entity (ALME)
Application layer management	Gestion de la couche AL
DLL	DLL
Cyclic data channel	Canal de données cycliques
Message channel	Canal de messages
Clock synchronization	Synchronisation d'horloge
MAC	MAC
UDP/IP	UDP/IP
Communication management	Gestion des communications
Physical layer	Couche physique

Figure 2 – Modèle de référence d'appareil RTFN

4.3 Structure de la couche Application

La couche Application se compose des éléments suivants:

- une unité obligatoire pour le traitement des données temps réel (CeS),
- une entité facultative pour activer la communication DLPDU Ethernet décrite dans l'ISO/CEI 8802-3.
- une entité de gestion obligatoire pour la gestion de systèmes.

La couche Application utilise les services fournis par la couche DLL de Type 22 pour transporter les données de service de couche AL.

5 Description de la syntaxe de la couche FAL

5.1 Introduction et principes de codage

La syntaxe abstraite et la syntaxe de transfert sont fusionnées dans un format fixe qui est défini dans les articles suivants.

5.2 Encodage des types de données

5.2.1 Vue d'ensemble

Le format et la signification de ces données doivent être connus des entités de communication pour qu'elles puissent échanger des données qui aient du sens sur un réseau de Type 22. La présente spécification modélise cette exigence par le biais du concept de data types.

Les règles d'encodage définissent la représentation des valeurs des data types et la syntaxe de transfert de la représentation. Les valeurs sont représentées par des suites de bits. Les suites de bits sont transférées sous la forme de suites d'octets. Pour les types de données numériques, l'encodage est de style little endian (petit boutiste).

Les data types et règles d'encodage doivent être valables pour les services et protocoles de couche AL. Les règles de codage applicables aux DLPDU sont spécifiées dans l'ISO/CEI 8802-3. L'unité DLSU des DLPDU de l'ISO/CEI 8802-3 est une chaîne d'octets. L'ordre d'émission au sein des octets dépend des règles d'encodage des adresses MAC et de la couche PhL.

5.2.2 Syntaxe de transfert des suites de bits

Dans une optique de transmission sur des couches AL de Type 22, une suite de bits est réordonnée en une suite d'octets. Supposons une suite de bits $b = b_{n-1}$ à b_0 . Soit k un entier naturel tel que $8(k - 1) < n < 8k$. La suite b est convertie en k octets assemblés comme indiqué au Tableau 3. Les bits b_i , $i > n$ de l'octet qui a le numéro le plus haut sont négligeables.

L'octet 1 est émis en premier et l'octet k , en dernier. Par conséquent, la suite de bits est transférée comme suit sur le réseau:

$b_7, b_6, \dots, b_0, b_{15}, \dots, b_8, \dots$

Tableau 3 – Syntaxe de transfert des séquences binaires

Numéro d'octet	1.	2.	k.
—	$b_7 \dots b_0$	$b_{15} \dots b_8$	$b_{8k-1} \dots b_{8k-8}$

5.2.3 Encodage d'une valeur booléenne

- L'encodage d'une valeur booléenne doit être de type primitif. La valeur booléenne doit être formée d'un seul octet.
- Si la valeur booléenne est FALSE, l'octet doit être 0 (zéro). Si la valeur booléenne est TRUE, l'octet doit être 0xff.

5.2.4 TimeOfDay

- L'encodage d'une valeur TimeOfDay, avec et sans valeur d'indication de date, doit être de type primitif.
- La valeur doit être égale aux octets de la valeur des données, comme indiqué à la Figure 3.

bits	7	6	5	4	3	2	1	0	Signification
octets									Number of milliseconds since midnight
1	0	0	0	0	2^{27}	2^{26}	2^{25}	2^{24}	
2	2^{23}	2^{22}	2^{21}	2^{20}	2^{19}	2^{18}	2^{17}	2^{16}	
3	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	
4	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	Number of days since 1984-01-01 only with date indication)
5	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	
6	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
msb									

Légende

Anglais	Français
Bits	Bits
Octets	Octets
Meaning	Signification
Number of milliseconds since midnight	Nombre de millisecondes écoulées depuis minuit
Number of days since 1984-01-01 only with date indication	Nombre de jours depuis le 1984-01-01, uniquement avec l'indication de date
msb	bit de poids fort

Figure 3 – Encodage de la valeur TimeOfDay

5.2.5 TimeDifference

- L'encodage d'une valeur TimeDifference, avec et sans valeur d'indication de date, doit être de type primitif.
- La valeur doit être égale aux octets de contenu de la valeur des données (voir Figure 4).

Bits	7	6	5	4	3	2	1	0	Meaning
Octets									milliseconds
1	2 ³¹	2 ³⁰	2 ²⁹	2 ²⁸	2 ²⁷	2 ²⁶	2 ²⁵	2 ²⁴	
2	2 ²³	2 ²²	2 ²¹	2 ²⁰	2 ¹⁹	2 ¹⁸	2 ¹⁷	2 ¹⁶	
3	2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	
4	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	days only with date indication
5	2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	
6	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
msb									

Légende

Anglais	Français
Bits	Bits
Octets	Octets
Meaning	Signification
milliseconds	millisecondes
days only with date indication	jours uniquement avec l'indication de date
msb	bit de poids fort

Figure 4 – Encodage de la valeur TimeDifference

5.2.6 Encodage de valeurs en virgule flottante

Les règles d'encodage des data types float, Float32, double et Float64 sont spécifiées dans la CEI 61158-5-22.

- L'encodage d'une valeur en virgule flottante Floating32 ou Floating64 à longueur fixe doit être de type primitif. La valeur doit se composer exactement de quatre ou huit octets, respectivement.
- Les octets de contenu doivent contenir les valeurs en virgule flottante définies selon l'ISO/CEI/IEEE 60559. Le signe est codé dans le bit 7 du premier octet. Il est suivi de l'exposant à partir du bit 6 du premier octet, puis de la mantisse à partir du bit 6 du deuxième octet pour le type Floating32 ou Floating64.

5.2.7 Encodage de valeurs entières

Les données du data type de base Integer ont des valeurs entières. La plage de valeurs est comprise entre -2^{n-1} et $2^{n-1}-1$. Les données sont représentées sous la forme de séquences binaires de longueur n. La séquence binaire

$$b = b_0 \text{ à } b_{n-1}$$

se voit affecter la valeur

$$\text{Integer}(b) = b_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + b_1 \times 2^1 + b_0 \times 2^0 \text{ if } b_{n-1} = 0$$

puis, grâce au calcul du complément à deux,

$$\text{Integer}(b) = -\text{Integer}(\text{^}b) - 1 \text{ if } b_{n-1} = 1$$

La suite de bits commence (à gauche) par le bit de poids le plus faible.

EXEMPLE La valeur $-257 = 0xFFEF$ avec le type de données Integer16 est transférée en deux octets, $0xFF$ étant le premier octet, $0xFE$ étant le second octet.

Le transfert des data types Integer s'effectue comme indiqué dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Syntaxe de transfert pour le data type Integer

Numéro d'octet	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Integer8	$b_7 - b_0$	—	—	—	—	—	—	—
Integer16	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	—	—	—	—	—
Integer32	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	$b_{23} - b_{16}$	$b_{31} - b_{24}$	—	—	—	—
Integer64	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	$b_{23} - b_{16}$	$b_{31} - b_{24}$	$b_{39} - b_{32}$	$b_{47} - b_{40}$	$b_{55} - b_{48}$	$b_{63} - b_{56}$

NOTE 1 Les data types SINT et char tels que définis dans la CEI 61158-5-22 correspondent à Integer8.

NOTE 2 Les data types INT et short tels que définis dans la CEI 61158-5-22 correspondent à Integer16.

NOTE 3 Les data types DINT et long tels que définis dans la CEI 61158-5-22 correspondent à Integer32.

NOTE 4 Le type de données LINT tel que défini dans la CEI 61158-5-22 correspond à Integer64.

5.2.8 Encodage de valeurs entières non signées

Les données du data type de base Unsigned Integer ont des valeurs entières non signées.. La plage des valeurs va de 0 à $2^n - 1$. Les données sont représentées sous la forme de séquences binaires de longueur n. La séquence binaire

$$b = b_0 \dots b_{n-1}$$

se voit affecter la valeur

$$\text{Unsigned}(b) = b_{n-1} \times 2^{n-1} + \dots + b_1 \times 2^1 + b_0 \times 2^0$$

La suite de bits commence (à gauche) par l'octet de poids le plus faible.

EXEMPLE La valeur $286 = 0x11E$ avec le type de données Unsigned16 est transférée en deux octets, $0x1E$ étant le premier octet, $0x01$ étant le second octet.

Le transfert des data types Unsigned s'effectue comme indiqué dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Syntaxe de transfert pour le data type Unsigned

Numéro d'octet	1.	2.	...	4.	...	8.	...	16.	...	32.
Unsigned8	$b_7 - b_0$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Unsigned 16	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	—	—	—	—	—	—	—
Unsigned32	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	$b_{31} - b_{24}$	—	—	—	—	—	—
Unsigned64	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	$b_{31} - b_{24}$	—	$b_{63} - b_{56}$	—	—	—	—
Unsigned128	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	$b_{31} - b_{24}$	—	$b_{63} - b_{56}$	—	$b_{127} - b_{120}$	—	—
Unsigned256	$b_7 - b_0$	$b_{15} - b_8$	—	$b_{31} - b_{24}$	—	$b_{63} - b_{56}$	—	$b_{127} - b_{120}$	—	$b_{255} - b_{248}$

NOTE 1 Les data types USINT et unsigned char tels que définis dans la CEI 61158-5-22 correspondent à Unsigned8.

NOTE 2 Les data types UINT et WORD tels que définis dans la CEI 61158-5-22 correspondent à Unsigned16.

NOTE 3 Les data types UDINT et DWORD tels que définis dans la CEI 61158-5-22 correspondent à Unsigned32.

NOTE 4 Le type de données ULINT tel que défini dans la CEI 61158-5-22 correspond à Unsigned64.

5.2.9 Encodage d'une valeur OctetString

- a) L'encodage d'une valeur OctetString à longueur variable doit être de type primitif.
- b) Il ne comprend pas de champ de longueur; la longueur est encodée de manière implicite.
- c) La valeur doit être une suite d'octets. L'élément de chaîne de gauche est encodé dans le premier octet, puis l'on passe au deuxième octet, et ainsi de suite jusqu'au dernier octet (compris), qui encode l'octet de droite de la valeur.

5.2.10 Encodage d'une valeur VisibleString

- a) L'encodage d'une valeur VisibleString à longueur variable doit être de type primitif.
- b) Il ne comprend ni champ de longueur, ni symbole de fin; la longueur est encodée de manière implicite.
- c) La valeur doit être une suite d'octets. L'élément de chaîne de gauche est encodé dans le premier octet, puis l'on passe au deuxième octet, et ainsi de suite jusqu'au dernier octet (compris), qui encode l'octet de droite de la valeur.

5.2.11 Encodage d'une valeur UnicodeString

- a) L'encodage d'une valeur UnicodeString à longueur variable doit être de type primitif.
- b) Il ne comprend pas de champ de longueur; la longueur est encodée de manière implicite.
- c) La valeur doit être une suite d'entiers non signés. L'élément de chaîne de gauche est encodé dans le premier entier non signé, puis l'on passe au deuxième entier non signé, et ainsi de suite jusqu'au dernier entier non signé (compris), qui encode l'octet de droite de la valeur.

5.3 Encodage d'une valeur CeS

5.3.1 OD

5.3.1.1 Structure du dictionnaire d'objets (Object Dictionary)

Le dictionnaire est structuré sous la forme d'un tableau tel qu'indiqué dans le Tableau 6.

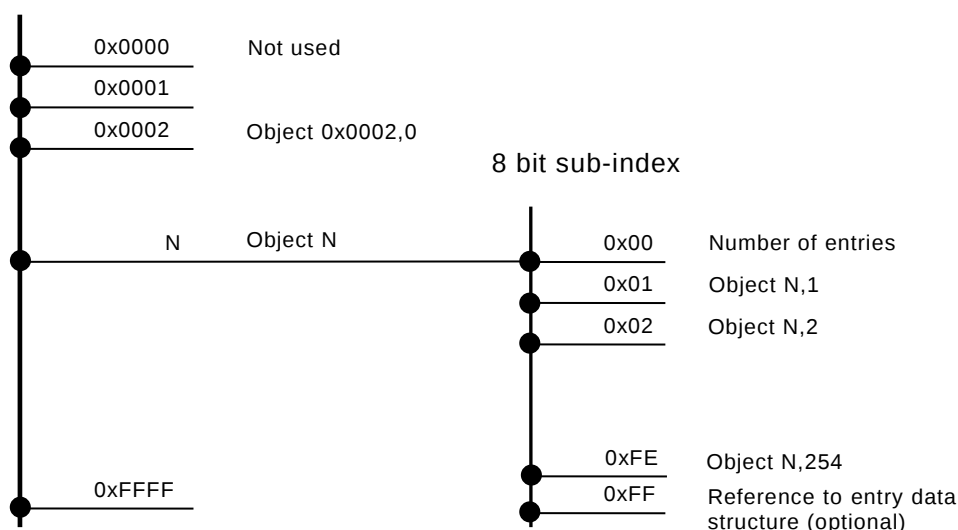
Tableau 6 – Structure du dictionnaire d'objets

Index	Section	Sous-section	Contenu
0x0001 à 0x001F	Data type (Type de données)	Types de données de base	Définition des types de données de base
0x0020 à 0x003F	—	Data types complexes	Définition des data types complexes
0x0040 à 0x005F	—	Data types spécifiques à un fabricant	Définition des types de données spécifiques à un fabricant
0x0060 à 0x007F	—	Data types de base spécifiques au profil d'appareil	Définition des types de données de base spécifiques au profil d'appareil
0x0080 à 0x009F	—	Data types complexes spécifiques au profil d'appareil	Définition des data types complexes spécifiques au profil d'appareil
0x00A0 à 0x0FFF	Réservé	—	—
0x1000 à 0x1FFF	Profil de communication	—	Définition des paramètres utilisés pour les besoins de configuration des communications et de communications dédiées
0x2000 à 0x5FFF	Profil défini par le	—	Définition des paramètres propres au

Index	Section	Sous-section	Contenu
	fabricant		fabricant
0x6000 à 0x9FFF	Profil d'appareil normalisé	—	Définition des paramètres définis dans un profil d'appareil normalisé
0xA000 à 0xBFFF	Profil d'interface normalisé	—	Définition des paramètres définis dans un profil d'interface normalisé
0xC000 à 0xC8FF	Profil d'interface RTFN de Type 22	—	Définition des paramètres définis dans un profil d'interface RTFN de Type 22
0xC900 à 0xFFFF	Réservé	—	—

L'accès au dictionnaire d'objets repose sur un schéma d'adressage logique. Le champ "Index" décrit la position d'un objet dans le dictionnaire d'objets. Chaque index est décrit par un sous-index de 8 bits. En cas d'entrée complexe comprenant plusieurs éléments, le sous-index subdivise une entrée en 255 éléments maximum. Pour les entrées complexes, le sous-index 0x00 doit indiquer le nombre d'entrées. Le sous-index 255 définit un renvoi à la structure de données de l'objet; il est facultatif. Pour les entrées simples comprenant un seul objet, le sous-index doit avoir la valeur 0x00. Le schéma d'adressage du dictionnaire d'objets est illustré à la Figure 5.

16 bit index



Légende

Anglais	Français
16 bit index	Index 16 bits
0x0000	0x0000
Not used	Non utilisé
0x0001	0x0001
0x0002	0x0002
Object 0x0002,2	Objet 0x0002,2
8 bit sub-index	Sous-index 8 bits
N	N
Object N	Objet N
0x00	0x00

Anglais	Français
Number of entries	Nombre d'entrées
0x01	0x01
Object N,1	Objet N,1
0x02	0x02
Object N,2	Objet N,2
0xFFFF	0xFFFF
0xFE	0xFE
Object N,254	Objet N,254
0xFF	0xFF
Reference to entry data structure (optional)	Référence à la structure des données (facultative)

Figure 5 – Schéma d'adressage du dictionnaire d'objets

5.3.1.2 Définitions des types d'objets

Le champ "Index" décrit la position d'un objet dans le dictionnaire d'objets. Chaque entrée du dictionnaire d'objets est définie par un type d'objet caractéristique. Les définitions de types d'objet sont données dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Définitions de types d'objet du dictionnaire d'objets

Nom d'objet	Object code	Description
DOMAIN	0x0002	Indique une entrée possédant une grande quantité de données variable
DEFTYPE	0x0005	Indique une définition de data type
DEFSTRUCTURE	0x0006	Indique une définition d'enregistrement ou une définition d'un data type structurée
VAR	0x0007	Indique une variable simple ou une valeur d'un data type simple
ARRAY	0x0008	Indique une variable de type tableau simple
RECORD	0x0009	Indique une variable d'enregistrement

5.3.1.3 Section des data types de base

La section des data types de base est spécifiée dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Définitions des data types de base

Index	Objet	Nom
0x0001	DEFTYPE	BOOLEAN
0x0002	DEFTYPE	INTEGER8
0x0003	DEFTYPE	INTEGER16
0x0004	DEFTYPE	INTEGER32
0x0005	DEFTYPE	UNSIGNED8
0x0006	DEFTYPE	UNSIGNED16
0x0007	DEFTYPE	UNSIGNED32
0x0008	DEFTYPE	REAL32
0x0009	DEFTYPE	VISIBLE_STRING
0x000A	DEFTYPE	OCTET_STRING

Index	Objet	Nom
0x000B	DEFTYPE	UNICODE_STRING
0x000C	DEFTYPE	TIME_OF_DAY
0x000D	DEFTYPE	TIME_DIFFERENCE
0x000E	Réservés	
0x000F	DEFTYPE	DOMAIN
0x0010	DEFTYPE	INTEGER24
0x0011	DEFTYPE	REAL64
0x0012	DEFTYPE	INTEGER40
0x0013	DEFTYPE	INTEGER48
0x0014	DEFTYPE	INTEGER56
0x0015	DEFTYPE	INTEGER64
0x0016	DEFTYPE	UNSIGNED24
0x0017	Réservé	
0x0018	DEFTYPE	UNSIGNED40
0x0019	DEFTYPE	UNSIGNED48
0x001A	DEFTYPE	UNSIGNED56
0x001B	DEFTYPE	UNSIGNED64
0x001C	DEFTYPE	UNSIGNED128
0x001D	DEFTYPE	UNSIGNED256
0x000E- 0x000F	Réservé	

5.3.1.4 Section des data types complexes

La section des data types complexes est spécifiée dans le Tableau 9.

Tableau 9 – Définitions des data types complexes

Index	Objet	Nom
0x0020	DEFSTRUCT	PDO_COMMUNICATION_PARAMETER (PDO_COM_PAR)
0x0021	DEFSTRUCT	PDO_MAPPING
0x0022	DEFSTRUCT	SDO_PARAMETER
0x0023	DEFSTRUCT	IDENTITY
0x0024	DEFSTRUCT	DEBUGGER_PARAMETER
0x0025	DEFSTRUCT	COMMAND_PARAMETER
0x0026 à 0x002F	Réservé	
0x0030	DEFSTRUCT	DIAGNOSIS_PAR
0x0031 à 0x003F	Réservé	
0x0040 à 0x005F	DEFSTRUCT	Data types définis par le fabricant
0x0060 à 0x007F	DEFTYPE	Data types de base spécifiques au profil d'appareil 0
0x0080 à 0x009F	DEFSTRUCT	Device Profile 0 Specific Complex Data Types (Type des données complexes spécifiques au Profil d'appareil 0)
0x00A0 à 0x00BF	DEFTYPE	Data types de base spécifiques au profil d'appareil 1

Index	Objet	Nom
0x00C0 à 0x00DF	DEFSTRUCT	Data types complexes spécifiques au profil d'appareil 1
0x00E0 à 0x00FF	DEFTYPE	Data types de base spécifiques au profil d'appareil 2
0x0100 à 0x011F	DEFSTRUCT	Data types complexes spécifiques au profil d'appareil 2
0x0120 à 0x013F	DEFTYPE	Data types de base spécifiques au profil d'appareil 3
0x0140 à 0x015F	DEFSTRUCT	Data types complexes spécifiques au profil d'appareil 3
0x0160 à 0x017F	DEFTYPE	Data types de base spécifiques au profil d'appareil 4
0x0180 à 0x019F	DEFSTRUCT	Data types complexes spécifiques au profil d'appareil 4
0x01A0 à 0x01BF	DEFTYPE	Data types de base spécifiques au profil d'appareil 5
0x01C0 à 0x01DF	DEFSTRUCT	Data types complexes spécifiques au profil d'appareil 5
0x01E0 à 0x01FF	DEFTYPE	Data types de base spécifiques au profil d'appareil 6
0x0200 à 0x021F	DEFSTRUCT	Data types complexes spécifiques au profil d'appareil 6
0x0220 à 0x023F	DEFTYPE	Data types de base spécifiques au profil d'appareil 7
0x0240 à 0x025F	DEFSTRUCT	Data types complexes spécifiques au profil d'appareil 7
0x0260 à 0x0FFF	Réservé	

5.3.1.5 Section des communications

5.3.1.5.1 Vue d'ensemble

La section des communications du dictionnaire d'objets se compose des éléments décrits dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Section des communications

Index	Objet	Nom	Data type	Attr.	Cat.
0x1000	VAR	Device type (Type de l'appareil)	Unsigned32	RO	M
0x1001	VAR	Registre d'erreurs	Unsigned8	RO	M
0x1002	VAR	Registre d'états du fabricant	Unsigned32	RO	O
0x1003	ARRAY	Champ d'erreur prédéfini	OCTET_STRING	RO	O
0x1004 à 0x1007	réservé				
0x1008	VAR	Nom d'appareil attribué par le fabricant	VISIBLE_STRING	RO	O
0x1009	VAR	Version matérielle attribuée par le fabricant	VISIBLE_STRING	RO	O
0x100A	VAR	Version logicielle attribuée par le fabricant	VISIBLE_STRING	RO	O
0x100B	RECORD	Configuration de la couche CL	CL configuration record	RW	O
0x100C	ARRAY	Configuration des demandes IRQ	Unsigned128	RW	O

Index	Objet	Nom	Data type	Attr.	Cat.
		de synchronisation			
0x100D	ARRAY	État des demandes IRQ de synchronisation	Unsigned8	RO	O
0x100E 0x100F	Réservé				
0x1010	ARRAY	Stockage des paramètres	Unsigned32	RW	O
0x1011	ARRAY	Restauration des paramètres par défaut	Unsigned32	RW	O
0x1012	RECORD	Informations de diagnostic	Diagnosis_Par	RW	O
0x1013	RECORD	Seuils de diagnostic	Diagnosis_Par	RW	O
0x1014	VAR	Adresse MSCN EMCY	Unsigned48	RW	O
0x1015	VAR	Délai d'inhibition EMCY	Unsigned16	RW	O
0x1016	ARRAY	Liste des signaux de présence du consommateur	Unsigned256	RW	O
0x1017	RECORD	Paramètre de signaux de présence du producteur	PDO COM_PAR	RW	O
0x1018	RECORD	Objet Identity	Identity	RO	M
0x1019 0x101A	Réservé				
0x101B	VAR	expiration de protocole SDO	Unsigned32	RW	O
0x101C	VAR	Activation du paramètre SDO client	Boolean	RW	M/O
0x101D	VAR	Activation EMCY	Boolean	RW	M/O
0x101E	VAR	Tolérance d'expiration PDO	Unsigned8	RW	M/O
0x101F 0x1020					
0x1021	VAR	Stockage EDS	DOMAIN	RW	O
0x1022	VAR	Stockage du format	Unsigned8	RW	O
0x1023	RECORD	Commande OS	Command Par	RW	O
0x1024	VAR	Mode de commande OS	Unsigned8	RW	O
0x1025	RECORD	Interface du débogueur OS	Debugger Par	RW	O
0x1026	ARRAY	Invite OS	Unsigned8	WO	O
0x1027	ARRAY	Liste de modules	Unsigned16	RO	O
0x1028	ARRAY	Abonné d'urgence	Unsigned64	RW	O
0x1029 à 0x11FF	Réservé				
0x1200 à 0x127F	Réservés pour les extensions de sécurité				
0x1280 à 0x12FF	ARRAY	Paramètre SDO client	Unsigned256	RW	M/O
0x1300 à 0x13FF	réservé				

Index	Objet	Nom	Data type	Attr.	Cat.
0x1400 à 0x15FF	RECORD	Paramètre d'objet PDO en réception	PDO COM_PAR	RW	M/O
0x1600 à 0x17FF	RECORD	Mapping des objets PDO en réception	PDO MAPPING	RW	M/O
0x1800 à 0x19FF	RECORD	Paramètre d'objet PDO en transmission	PDO COM_PAR	RW	M/O
0x1A00 à 0x1BFF	RECORD	Mapping des objets PDO en transmission	PDO MAPPING	RW	M/O
0x1C00 à 0x1FFF	Réservés pour les extensions de sécurité				

5.3.1.5.2 Type d'appareil

L'objet correspondant au type d'appareil définit le profil et la fonction de l'appareil mis en œuvre; il est décrit dans le Tableau 11. Il comprend deux champs de 16 bits. Le premier champ correspond au numéro de profil d'appareil et décrit le profil d'appareil utilisé. Le second champ de 16 bits comporte des informations complémentaires sur les fonctions d'appareil facultatives et fait partie du profil d'appareil ou de la spécification produit. La valeur 0x0000 met en évidence un appareil qui ne suit pas un profil d'appareil normalisé. En cas de modules d'appareils multiples, le paramètre d'informations complémentaires contient la valeur 0xFFFF et le numéro de profil d'appareil référencé par l'objet 0x1000 correspond au profil d'appareil du premier appareil apparaissant dans le dictionnaire d'objets. Tous les autres appareils d'un module d'appareils multiples identifient leurs profils via les objets $0x67FF + X * 0x800$ où X représente le numéro interne d'appareil (entre 0 et 7). Ces entrées décrivent le type d'appareil de l'appareil précédent. Les appareils utilisent des numéros de profil d'appareil compris entre 4 et 7 pour les fonctions de sûreté intégrée. Les premiers objets d'application de redondance commencent donc à partir de l'objet 0x8000.

Tableau 11 – Type d'appareil

attribut	Valeur
Index (Indice)	0x1000
Name	Device type (Type de l'appareil)
Object type	VAR
Data type (Type de données)	Unsigned32
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Bits 0 à 15: numéro de profil d'appareil Bits 16 à 31: informations supplémentaires dépendant du profil d'appareil utilisé

5.3.1.5.3 Error register

L'objet correspondant au registre d'erreurs est spécifié dans le Tableau 13. Il attribue des catégories aux différents groupes d'erreurs afin de signaler la présence d'erreurs d'appareil dans une catégorie spécifique. La structure et l'encodage du registre d'erreurs sont donnés dans le Tableau 12.

Tableau 12 – Encodage du registre d'erreurs

Numéro de bit	Catégorie	Définition
0	M	Erreur générique
1	O	Courant
2	O	Tension
3	O	Température
4	O	Erreur de communication
5	O	Erreur spécifique à un profil d'appareil
6	O	Réservé (toujours 0)
7	O	Erreur définie par un fabricant

Tableau 13 – Registre d'erreurs

Attribut	Valeur
Index	0x1001
Name	Registre d'erreurs
Object type	VAR
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Oui
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.4 Registre d'états du fabricant

Le registre d'états du fabricant tel que spécifié dans le Tableau 14 définit un registre d'états général pour l'usage d'un fabricant particulier.

Tableau 14 – Modèle de définition d'objet

Attribut	Valeur
Index	0x1002
Name	Registre d'états du fabricant
Object type	VAR
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Facultative
Value range	Non

Attribut	Valeur
Value	Non

5.3.1.5.5 Journal d'événements

L'objet correspondant au journal d'événements est spécifié dans le Tableau 16. Il stocke les erreurs/avertissements et événements qui se sont produits dans un appareil et qui ont éventuellement été signalés par un message EMCY dans une liste. Cette liste représente un historique d'erreurs. Deux modes d'informations d'erreur sont disponibles, le format normal obligatoire ou un format étendu facultatif. Le Tableau 15 spécifie le format normal et les extensions facultatives pour le format étendu.

Tableau 15 – Encodage des entrées du journal d'événements

Octet	Nom	Catégorie	Signification
0 à 1	Code d'erreur d'urgence	Obligatoire	Comme défini dans le Tableau 72
2	Réservé	Obligatoire	—
3 à 7	Champ d'erreur spécifique à un fabricant	Obligatoire	Indique un code d'erreur spécifique à un fabricant
8 à 11	Partie 1 de l'horodatage	Facultative	Indique le nombre de secondes écoulées depuis une date relative/absolue. La date absolue par défaut est 01.01.1970 – 0 GMT.
12 à 13	Partie 2 de l'horodatage	Facultative	Indique le temps sur une base de 65 536 incréments par seconde
14	Length (Longueur)	Facultative	Longueur du champ extended manufacturer information (informations fabricant étendues)
15 à 269	Extended manufacturer information	Facultative	Indique les informations fabricant étendues

Tableau 16 – Journal d'événements

Attribut	Valeur
Index	0x1003
Name	Journal d'événements
Object type	ARRAY
Data type	OCTET_STRING
Category	Obligatoire
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'événements
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0xFE
Value	Non
Sub-index	0x01 à 0xFE
Name	Entrée du journal d'événements
Data type	OCTET_STRING
Category	Facultative
Access attribute	RO

Attribut	Valeur
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0xFE
Value	Non

5.3.1.5.6 Nom d'appareil attribué par le fabricant

L'objet correspondant au nom d'appareil attribué par le fabricant est spécifié dans le Tableau 17.

Tableau 17 – Nom d'appareil attribué par le fabricant

Attribut	Valeur
Index	0x1008
Name	Nom d'appareil attribué par le fabricant
Object type	VAR
Data type	VISIBLE_STRING
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.7 Version matérielle attribuée par le fabricant

L'objet correspondant à la version matérielle attribuée par le fabricant est spécifié dans le Tableau 18.

Tableau 18 – Version matérielle attribuée par le fabricant

Attribut	Valeur
Index	0x1009
Name	Version matérielle attribuée par le fabricant
Object type	VAR
Data type	VISIBLE_STRING
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.8 Version logicielle attribuée par le fabricant

L'objet correspondant à la version logicielle attribuée par le fabricant est spécifié dans le Tableau 19.

Tableau 19 – Version logicielle attribuée par le fabricant

Attribut	Valeur
Index	0x100A
Name	Version logicielle attribuée par le fabricant
Object type	VAR
Data type	VISIBLE_STRING
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.9 Configuration de la couche CL

L'objet correspondant à la configuration de la couche CL est spécifié dans le Tableau 20.

Tableau 20 – Configuration de la couche CL

Attribut	Valeur
Index	0x100B
Name	Configuration de la couche CL
Object type	RECORD
Data type	CL_Config_Par
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0x08
Value	Non
Sub-index	0x01
Name	Nom d'appareil symbolique
Data type	Domaine
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x02
Name	Rôle de l'appareil
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non

Attribut	Valeur
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x03
Name	Durée de cycle de base RTFN
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle: si le mode RTFN est pris en charge
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x04
Name	Adresse IP (IPv4)
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x05
Name	Masque de sous-réseau (IPv4)
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x06
Name	Passerelle par défaut (IPv4)
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x07
Name	DHCP activé (IPv4)
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x08
Name	Activer la configuration IP actuelle

Attribut	Valeur
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	WO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	La configuration est activée lors de l'écriture d'une valeur dans ce sous-index.

5.3.1.5.10 Configuration des demandes IRQ de synchronisation

Cet objet contient les données de configuration relatives aux demandes IRQ de synchronisation. Il est spécifié dans le Tableau 22. Les entrées de configuration de demandes IRQ de synchronisation doivent être des chaînes d'octets longues codées sur 32 octets comme indiqué dans le Tableau 21.

Tableau 21 – Encodage des données de configuration de demandes IRQ de synchronisation

Octet	Nom	Signification
0 à 1	ID synchronisation temporelle	Identifiant unique
2 à 5	Durée de cycle	Durée de cycle des demandes IRQ de synchronisation
6 à 9	Décalage temporel	Décalage par rapport aux demandes IRQ de synchronisation du serveur de synchronisation maître
10	Est le maître	Indique que l'appareil joue le rôle de serveur de synchronisation maître pour une demande IRQ de synchronisation dédiée
11	Réservé	—
12 à 15	Adresse du serveur de synchronisation maître IPv4	Adresse IPv4 du serveur de synchronisation maître
16 à 31	Adresse du serveur de synchronisation maître IPv6	Adresse IPv6 du serveur de synchronisation maître

Tableau 22 – Configuration des demandes IRQ de synchronisation

Attribut	Valeur
Index	0x100C
Name	Configuration des demandes IRQ de synchronisation
Object type	ARRAY
Data type	OCTET_STRING
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0xFE

Attribut	Valeur
Value	Non
Sub-index	0x01 à 0xFE
Name	Configuration des demandes IRQ de synchronisation
Data type	OCTET_STRING
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.11 État des demandes IRQ de synchronisation

Cet objet contient les informations d'état relatives aux demandes IRQ de synchronisation. Il est spécifié dans le Tableau 23.

Tableau 23 – État des demandes IRQ de synchronisation

Attribut	Valeur
Index	0x100D
Name	État des demandes IRQ de synchronisation
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0xFE
Value	Non
Sub-index	0x01 à 0xFE
Name	État des demandes IRQ de synchronisation
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	0x00: la demande IRQ n'est pas synchronisée 0x01: la demande IRQ est synchronisée

5.3.1.5.12 Stockage des paramètres

Cet objet permet de stocker des paramètres dans la mémoire rémanente d'un appareil spécifique. Pour initier une opération de stockage, la signature de sauvegarde 0x65766173 doit être écrite dans les sous-index appropriés tel qu'indiqué dans le Tableau 25. Lors de la

lecture des sous-index applicables, l'appareil fournit des informations sur les fonctions de mémoire tel que spécifié dans le Tableau 24.

Tableau 24 – Informations de lecture relatives au stockage des paramètres

Numéro de bit	Valeur	Définition
31 à 2	0	Réservé
1	0 1	L'appareil ne peut pas sauvegarder de paramètre de manière autonome L'appareil sauvegarde des paramètres de manière autonome
0	0 1	L'appareil ne sauvegarde pas les paramètres sur demande L'appareil sauvegarde des paramètres sur demande

Tableau 25 – Stockage des paramètres

Attribut	Valeur
Index	0x1010
Name	Stockage des paramètres
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x7F
Value	Non
Sub-index	0x01
Name	Sauvegarde de tous les paramètres
Data type	Unsigned32
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x02
Name	Sauvegarde des paramètres de communication
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non

Attribut	Valeur
Value	Non
Sub-index	0x03
Name	Sauvegarde des paramètres d'application
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x04 à 0x7F
Name	Sauvegarde des paramètres définis par le fabricant
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.13 Restauration des paramètres par défaut

Cet objet permet de restaurer les paramètres par défaut. La signature de chargement 0x64616F6C doit être écrite dans le sous-index approprié tel qu'indiqué dans le Tableau 27. Lors de l'écriture de la signature adéquate dans le sous-index approprié, un appareil restaure les paramètres par défaut dans l'appareil. Les valeurs par défaut ne sont restaurées qu'après la réinitialisation ou la mise sous tension de l'appareil.

Lors de la lecture du sous-index applicable, l'appareil fournit des informations relatives à ses fonctions de restauration. Les règles d'encodage de ces informations sont indiquées dans le Tableau 26.

Tableau 26 – Informations de lecture relatives à la restauration des paramètres

Numéro de bit	Valeur	Définition
31 à 1	0	Réservé
0	0	L'appareil ne peut pas restaurer les paramètres sur demande
	1	L'appareil peut restaurer les paramètres sur demande

Tableau 27 – Restauration des paramètres par défaut

Attribut	Valeur
Index	0x1011
Name	Restauration des paramètres par défaut
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned32
Category	Facultative

Attribut	Valeur
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x7F
Value	Non
Sub-index	0x01
Name	Restauration des paramètres par défaut
Data type	Unsigned32
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x02
Name	Restauration des paramètres de communication par défaut
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x03
Name	Restauration des paramètres d'application par défaut
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x04 à 0x7F
Name	Restauration des paramètres par défaut définis par le fabricant
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.14 Informations de diagnostic

Cet objet stocke les informations de diagnostic. Il est spécifié dans le Tableau 28.

Tableau 28 – Informations de diagnostic

Attribut	Valeur
Index	0x1012
Name	Informations de diagnostic
Object type	RECORD
Data type	Diagnosis_Par
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x12
Value	Non
Sub-index	0x01
Name	État de la couche AL
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x03
Name	État de l'application
Data type	DOMAIN
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x05
Name	État RTFL de la couche CL
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x06
Name	État RTFN de la couche CL
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non

Attribut	Valeur
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x07
Name	Nombre de trames RTFL différées
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x09
Name	Nombre de trames corrompues
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0A
Name	Nombre de trames reçues depuis le démarrage
Data type	Unsigned64
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0B
Name	Nombre de dépassements de tampon du canal MSC
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0C
Name	Nombre de messages MSC reçus depuis le démarrage
Data type	Unsigned64
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0D
Name	Atténuation de câble, port 1

Attribut	Valeur
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0E
Name	Atténuation de câble, port 2
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0F
Name	Longueur de câble, port 1
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x10
Name	Longueur de câble, port 2
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x011
Name	Distance avec le port par défaut 1
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x12
Name	Distance avec le port par défaut 2
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non

Attribut	Valeur
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.15 Seuils de diagnostic

Cet objet stocke les informations de diagnostic relatives à la communication. Il est spécifié dans le Tableau 29.

Tableau 29 – Seuil de diagnostic

Attribut	Valeur
Index	0x1013
Name	Seuils de diagnostic
Object type	RECORD
Data type	Diagnosis_Par
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x0E
Value	Non
Sub-index	0x07
Name	Durée totale du cycle RTFL prévue
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x08
Name	Nombre de trames RTFL différées
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x09
Name	Nombre de trames corrompues
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non

Attribut	Valeur
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0B
Name	Seuils de dépassement de tampon MSC
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0D
Name	Atténuation de câble, port 1
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0E
Name	Atténuation de câble, port 2
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.16 Adresse IP EMCY

L'objet correspondant à l'adresse IP EMCY est spécifié dans le Tableau 30. Il désigne un appareil cible RTFN pour les messages EMCY qui est directement adressé par son adresse IP.

Tableau 30 – Adresse IP EMCY

Attribut	Valeur
Index	0x1014
Name	Adresse IP EMCY
Object type	VAR
Data type	Unsigned128
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.17 Délai d'inhibition EMCY

L'objet correspondant au délai d'inhibition EMCY est spécifié dans le Tableau 31.

Tableau 31 – Délai d'inhibition EMCY

Attribut	Valeur
Index	0x1015
Name	Délai d'inhibition EMCY
Object type	VAR
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.18 Liste des signaux de présence du consommateur

L'objet correspondant à la liste des signaux de présence du consommateur est spécifié dans le Tableau 33. Les entrées de la liste des signaux de présence du consommateur doivent être des chaînes d'octets longues codées sur 40 octets comme indiqué dans le Tableau 32.

Tableau 32 – Encodage des entrées de la liste des signaux de présence du consommateur

Octet	Nom	Signification
0 à 2	RTFL-PID	Identifiant du paquet RTFL du signal de présence contrôlé
3	Réservé	—
4 à 6	RTFN-PID	Identifiant du paquet RTFN du signal de présence contrôlé
7	Réservé	—
8	Type de transmission	Type de transmission du signal de présence
9	Réservé	—
10 à 11	Heartbeat-time	Heure du signal de présence sous la forme d'un multiple du cycle de base
12 à 13	Multiplicateur de cycles	Cycle de transmission attendu
14 à 15	Décalage de cycle	Décalage par rapport à un cycle de communication
16 à 17	Device address (adresse d'appareil)	Adresse d'appareil du producteur de signaux de présence
18 à 21	Adresse IPv4	Adresse IPv4 du producteur de signaux de présence
22 à 37	Adresse IPv6	Adresse IPv6 du producteur de signaux de présence
38 à 39	Réservé	—

Tableau 33 – Liste des signaux de présence du consommateur

attribut	Valeur
Index	0x1016
Name	Liste des signaux de présence du consommateur
Object type	ARRAY
Data type	OCTET_STRING
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0xFE
Value	Non
Sub-index	0x01
Name	Signal de présence du consommateur
Data type	OCTET_STRING
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x02 à 0xFE
Name	Signal de présence du consommateur
Data type	OCTET_STRING
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.19 Paramètre de signaux de présence du producteur

L'objet correspondant au paramètre de signaux de présence du producteur est spécifié dans le Tableau 34.

Tableau 34 – Paramètre de signaux de présence du producteur

Attribut	Valeur
Index	0x1017
Name	Paramètre de signaux de présence du producteur
Object type	RECORD
Data type	PDO COMMUNICATION PARAMETER
Category	Obligatoire
Sub-index	0x00

Attribut	Valeur
Name	Nombre d'entrées
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x0C
Value	Non
Sub-index	0x01
Name	RTFL PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x00FFFFFF
Value	Non
Sub-index	0x02
Name	RTFN PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x00FFFFFF
Value	Non
Sub-index	0x04
Name	Type de transmission
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x05
Name	ID synchronisation temporelle
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0xFF
Value	Non
Sub-index	0x07
Name	Multiplicateur de cycles
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW

Attribut	Valeur
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0xFFFF
Value	Non
Sub-index	0x08
Name	Décalage de cycle
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0A
Name	Device address (adresse d'appareil)
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0x200
Value	Non
Sub-index	0x0B
Name	Adresse IPv4
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0C
Name	Adresse IPv6
Data type	Unsigned128
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.20 Objet d'identité

L'objet d'identité est spécifié dans le Tableau 35.

Tableau 35 – Objet d'identité

Attribut	Valeur
Index	0x1018
Name	Objet Identity
Object type	RECORD
Data type	Identity
Category	Obligatoire
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x08
Value	Non
Sub-index	0x01
Name	Vendor ID
Data type	Unsigned32
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x02
Name	Product code
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x03
Name	Numéro de révision
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x04
Name	Numéro de série
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non

Attribut	Valeur
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x05
Name	Version Type 22
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.21 SDO protocol timeout

L'objet correspondant à l'expiration de protocole SDO est spécifié dans le Tableau 36.

Tableau 36 – Expiration de protocole SDO

Attribut	Valeur
Index	0x101B
Name	expiration de protocole SDO
Object type	VAR
Data type	Unsigned32
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Unsigned32
Value	Non

5.3.1.5.22 Activation du paramètre SDO client

L'objet correspondant à l'activation du paramètre SDO client est spécifié dans le Tableau 37.

Tableau 37 – Activation du paramètre SDO client

Attribut	Valeur
Index	0x101C
Name	Activation du paramètre SDO client
Object type	VAR
Data type	Boolean (Booléen)
Category	Conditionnelle; obligatoire pour chaque paramètre SDO client pris en charge
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	TRUE FALSE
Value	TRUE

5.3.1.5.23 Activation EMCY

L'objet d'activation EMCY est spécifié dans le Tableau 38.

Tableau 38 – Activation EMCY

Attribut	Valeur
Index	0x101D
Name	Activation EMCY
Object type	VAR
Data type	Boolean
Category	Conditionnelle; obligatoire pour chaque paramètre SDO client pris en charge
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	TRUE FALSE
Value	TRUE

5.3.1.5.24 Tolérance d'expiration PDO

L'objet correspondant à la tolérance d'expiration PDO est spécifié dans le Tableau 39.

Tableau 39 – Tolérance d'expiration PDO

Attribut	Valeur
Index	0x101E
Name	Tolérance d'expiration PDO
Object type	VAR
Data type	Unsigned8
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Unsigned8
Value	Non

5.3.1.5.25 Stockage EDS

L'objet de stockage EDS est spécifié dans le Tableau 40.

Tableau 40 – Stockage EDS

Attribut	Valeur
Index	0x1021
Name	Stockage EDS
Object type	VAR
Data type	DOMAIN
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non

Attribut	Valeur
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.26 Stockage du format

L'objet de stockage du format est spécifié dans le Tableau 41.

Tableau 41 – Stockage du format

Attribut	Valeur
Index	0x1022
Name	Stockage du format
Object type	VAR
Data type	Unsigned8
Category	Conditionnelle; obligatoire si l'objet de stockage EDS est mis en œuvre
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	0x00: ASCII, non compressée 0x1 à 0xFF: réservé

5.3.1.5.27 Commande OS

L'objet correspondant à la commande OS est spécifié dans le Tableau 42.

Tableau 42 – Commande OS

Attribut	Valeur
Index	0x1023
Name	Commande OS
Object type	RECORD
Data type	Command Par
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x03
Value	0x03
Sub-index	0x01
Name	Commande
Data type	OCTET_STRING
Category	Obligatoire
Access attribute	RW

Attribut	Valeur
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x02
Name	État
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	0x00: dernière commande exécutée, absence d'erreurs, absence de réponse 0x01: dernière commande exécutée, absence d'erreurs, réponse disponible 0x02: dernière commande exécutée, erreur, absence de réponse 0x03: dernière commande exécutée, erreur, réponse disponible 0x04 à 0xFE: réservé 0xFF: commande en cours d'exécution
Sub-index	0x03
Name	Réponse
Data type	OCTET_STRING
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.28 Mode de commande OS

L'objet correspondant au mode de commande OS est spécifié dans le Tableau 43.

Tableau 43 – Mode de commande OS

Attribut	Valeur
Index	0x1024
Name	Mode de commande OS
Object type	VAR
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	WO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	0x00: exécute la commande suivante immédiatement 0x01: place la commande suivante dans le tampon 0x02: exécute les commandes stockées dans le tampon 0x03: interrompt la commande active, ainsi que toutes les commandes stockées dans le tampon

Attribut	Valeur
	0x04 à 0xFF: propres au fabricant

5.3.1.5.29 Interface du débogueur OS

L'objet correspondant à l'interface du débogueur OS est spécifié dans le Tableau 44.

Tableau 44 – Interface du débogueur OS

Attribut	Valeur
Index	0x1025
Name	Interface du débogueur OS
Object type	RECORD
Data type	Debugger Par
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x03
Value	0x03
Sub-index	0x01
Name	Commande
Data type	OCTET_STRING
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x02
Name	État
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	0x00: dernière commande exécutée, absence d'erreurs 0x01: dernière commande exécutée, erreur 0xFF: commande en cours d'exécution
Sub-index	0x03
Name	Réponse
Data type	OCTET_STRING
Category	Obligatoire
Access attribute	RO

Attribut	Valeur
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.30 Invite OS

L'objet correspondant à l'invite OS est spécifié dans le Tableau 45.

Tableau 45 – Invite OS

Attribut	Valeur
Index	0x1026
Name	Invite OS
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées prises en charge
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x02 à 0x03
Value	0x03
Sub-index	0x01
Name	StdIn
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	WO
PDO mapping	Facultative
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x02
Name	StdOut
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Facultative
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x03
Name	StdErr
Data type	Unsigned8
Category	Facultative
Access attribute	RO

Attribut	Valeur
PDO mapping	Facultative
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.31 Liste de modules

L'objet correspondant à la liste de modules est spécifié dans le Tableau 46.

Tableau 46 – Liste de modules

Attribut	Valeur
Index	0x1027
Name	Liste de modules
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre de modules connectés
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0xFE
Value	Non
Sub-index	0x01to 0xFE
Name	Modules 1 à 254
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Numéro d'identification propre au fabricant

5.3.1.5.32 Abonné d'urgence

L'objet correspondant à l'abonné d'urgence est spécifié dans le Tableau 48. Il est codé au format Unsigned256 tel qu'indiqué dans le Tableau 47.

Tableau 47 – Encodage de l'abonné d'urgence

Octet	Nom	Signification
0 à 1	Device address (adresse d'appareil)	Adresse d'appareil de l'abonné d'urgence
2 à 17	IP address	Adresse IP du producteur d'urgence (IPv4 ou IPv6)
18 à 29	Réservé	—
30 à 31	Additional information	Informations complémentaires relatives à un producteur

Tableau 48 – Abonné d'urgence

Attribut	Valeur
Index	0x1028
Name	Abonné d'urgence
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned256
Category	Facultative
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0xFE
Value	Non
Sub-index	0x01 à 0xFE
Name	Abonné d'urgence 1 à 254
Data type	Unsigned256
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.33 Client SDO parameter

L'objet correspondant au paramètre SDO client est spécifié dans le Tableau 50. Il est codé à la valeur Unsigned256 tel qu'indiqué dans le Tableau 49.

Tableau 49 – Codage du paramètre SDO client

Octet	Nom	Signification
0 à 1	Device address (adresse d'appareil)	Adresse d'appareil du serveur
2 à 17	IP address	Adresse IP du serveur (IPv4 ou IPv6)
18 à 31	Réservé	—

Tableau 50 – Paramètre SDO client

Attribut	Valeur
Index	0x1280 à 0x12FF
Name	Paramètre SDO client
Object type	ARRAY
Data type	Unsigned256
Category	Conditionnelle; obligatoire pour chaque canal de communication client SDO pris en charge
Sub-index	0x00

Attribut	Valeur
Name	Nombre d'entrées
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0xFE
Value	Non
Sub-index	0x01 à 0xFE
Name	Adresse du serveur
Data type	Unsigned256
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.34 Paramètre de communication des objets PDO en réception

L'objet de paramètre de communication des objets PDO en réception est spécifié dans le Tableau 51.

Tableau 51 – Paramètre de communication des objets PDO en réception

Attribut	Valeur
Index	0x1400 à 0x15FF
Name	Paramètre de communication des objets PDO en réception
Object type	RECORD
Data type	PDO COMMUNICATION PARAMETER
Category	Conditionnelle; obligatoire pour chaque paramètre d'objet PDO en réception pris en charge
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x0C
Value	Non
Sub-index	0x01
Name	RTFL PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x00FFFFFF
Value	Non

Attribut	Valeur
Sub-index	0x02
Name	RTFN PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x00FFFFFF
Value	Non
Sub-index	0x04
Name	Type de transmission
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x05
Name	ID synchronisation temporelle
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0xFF
Value	Non
Sub-index	0x06
Name	Expiration
Data type	Unsigned16
Category	Facultative
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x07
Name	Multiplicateur de cycles
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0xFFFF
Value	Non
Sub-index	0x08
Name	Décalage de cycle
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle

Attribut	Valeur
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0xFFFFE
Value	Non
Sub-index	0x0A
Name	Device address (adresse d'appareil)
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0x200
Value	Non
Sub-index	0x0B
Name	Adresse IPv4
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0C
Name	Adresse IPv6
Data type	Unsigned128
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.35 Paramètre de communication des objets PDO en transmission

L'objet de paramètre de communication des objets PDO en transmission est spécifié dans le Tableau 52.

Tableau 52 – Paramètre de communication des objets PDO en transmission

Attribut	Valeur
Index	0x1800 à 0x19FF
Name	Paramètre de communication des objets PDO en transmission
Object type	RECORD
Data type	PDO COMMUNICATION PARAMETER
Category	Conditionnelle; obligatoire pour chaque paramètre d'objet PDO en transmission pris en charge
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'entrées
Data type	Unsigned8

Attribut	Valeur
Category	Obligatoire
Access attribute	RO
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x0C
Value	Non
Sub-index	0x01
Name	RTFL PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x00FFFFFF
Value	Non
Sub-index	0x02
Name	RTFN PID
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0x00FFFFFF
Value	Non
Sub-index	0x04
Name	Type de transmission
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x05
Name	ID synchronisation temporelle
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0xFF
Value	Non
Sub-index	0x07
Name	Multiplicateur de cycles
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0xFFFF

Attribut	Valeur
Value	Non
Sub-index	0x08
Name	Décalage de cycle
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0A
Name	Device address (adresse d'appareil)
Data type	Unsigned16
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x00 à 0x200
Value	Non
Sub-index	0x0B
Name	Adresse IPv4
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non
Sub-index	0x0C
Name	Adresse IPv6
Data type	Unsigned128
Category	Conditionnelle
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.36 Mapping PDO

5.3.1.5.36.1 Principe de mapping PDO

Les paramètres de mapping PDO définissent le contenu d'un objet PDO. Un objet PDO valide contient au moins 1 et au plus 254 objets d'application. Une entrée de mapping de format est codée tel qu'indiqué dans le Tableau 53.

Tableau 53 – Format de mapping

Bit	Nom	Signification
0 à 7	Length (Longueur)	Longueur de l'objet d'application (en bits)
8 à 15	Sous-index	Sous-index de l'objet d'application à mapper
16 à 31	Index (Indice)	Index de l'objet d'application à mapper

5.3.1.5.36.2 Paramètre de mapping des objets PDO en réception

L'objet de paramètre de mapping des objets PDO en réception est spécifié dans le Tableau 54.

Tableau 54 – Paramètre de mapping des objets PDO en réception

Attribut	Valeur
Index	0x1600 à 0x17FF
Name	Paramètre de mapping des objets PDO en réception
Object type	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Conditionnelle; obligatoire pour chaque paramètre d'objet PDO en réception pris en charge
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'objets d'application mappés
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0xFE
Value	Non
Sub-index	0x01 à 0xFE
Name	Mapping des objets PDO pour le <i>énième</i> objet d'application à mapper
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle; selon le nombre et la taille des objets à mapper
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.1.5.36.3 Paramètre de mapping des objets PDO en émission

L'objet de paramètre de mapping des objets PDO en émission est spécifié dans le Tableau 55.

Tableau 55 – Paramètre de mapping des objets PDO en émission

Attribut	Valeur
Index	0x1600 à 0x17FF
Name	Paramètre de mapping des objets PDO en émission
Object type	RECORD

Attribut	Valeur
Data type	PDO_MAPPING
Category	Conditionnelle; obligatoire pour chaque paramètre d'objet PDO en émission pris en charge
Sub-index	0x00
Name	Nombre d'objets d'application mappés
Data type	Unsigned8
Category	Obligatoire
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	0x01 à 0xFE
Value	Non
Sub-index	0x01 à 0xFE
Name	Mapping des objets PDO pour le énième objet d'application à mapper
Data type	Unsigned32
Category	Conditionnelle; selon le nombre et la taille des objets à mapper
Access attribute	RW
PDO mapping	Non
Value range	Non
Value	Non

5.3.2 Objet SDO

5.3.2.1 Déclencher la demande de téléchargement express de l'objet SDO

Le codage du paramètre Déclencher la demande de téléchargement express de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 56.

Tableau 56 – Déclencher la demande de téléchargement express de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x01: signale une demande de téléchargement express de l'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de téléchargement
	Index (Indice)	WORD	Index de l'objet dans le dictionnaire d'objets du serveur
	Sous-index	WORD	Sous-index de l'objet dans le dictionnaire d'objets du serveur
	Données	Unsigned8[N]	Données à télécharger

5.3.2.2 Déclencher la réponse de téléchargement express de l'objet SDO

Le codage du paramètre Déclencher la réponse de téléchargement express de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 57.

Tableau 57 – Déclencher la réponse de téléchargement express de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x02: Indique déclenchement de la réponse de téléchargement express d'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de téléchargement

5.3.2.3 Déclencher la demande de téléchargement normal de l'objet SDO

Le codage du paramètre Déclencher la demande de téléchargement normal de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 58.

Tableau 58 – Déclencher la demande de téléchargement normal de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x03: signale le déclenchement d'une demande de téléchargement normal de l'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de téléchargement
	Index (Indice)	WORD	Index de l'objet dans le dictionnaire d'objets du serveur
	Sous-index	WORD	Sous-index de l'objet dans le dictionnaire d'objets du serveur
	Size	WORD	Taille des données à télécharger (en octets)

5.3.2.4 Déclencher la réponse de téléchargement normal de l'objet SDO

Le codage du paramètre Déclencher la réponse de téléchargement normal de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 59.

Tableau 59 – Déclencher la réponse de téléchargement normal de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x04: signale le déclenchement d'une réponse de téléchargement normal de l'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de téléchargement

5.3.2.5 Demande de téléchargement de l'objet SDO

Le codage du paramètre Demande de téléchargement de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 60.

Tableau 60 – Demande de téléchargement de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x05: signale une demande de téléchargement de l'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de téléchargement
	Données	Unsigned8[N]	Données à télécharger

5.3.2.6 Réponse de téléchargement de l'objet SDO

Le codage du paramètre Réponse de téléchargement de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 61.

Tableau 61 – Réponse de téléchargement de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x06: signale une réponse de téléchargement de l'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de téléchargement

5.3.2.7 Déclencher la demande de chargement express de l'objet SDO

Le codage du paramètre Déclencher la demande de chargement express de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 62.

Tableau 62 – Déclencher la demande de chargement express de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x07: signale le déclenchement d'une demande de chargement de l'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de chargement
	Index (Indice)	WORD	Index de l'objet dans le dictionnaire d'objets du serveur
	Sous-index	WORD	Sous-index de l'objet dans le dictionnaire d'objets du serveur

5.3.2.8 Déclencher la réponse de chargement express de l'objet SDO

Le codage du paramètre Déclencher la réponse de chargement express de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 63.

Tableau 63 – Déclencher la réponse de chargement express de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x08: signale le déclenchement d'une réponse de chargement express de l'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de chargement
	Données	Unsigned8[N]	Données à charger

5.3.2.9 Déclencher la demande de chargement normal de l'objet SDO

Le codage du paramètre Déclencher la demande de chargement normal de l'objet SDO est le même que celui du paramètre Déclencher la demande de chargement express de l'objet SDO (voir 5.3.2.7).

5.3.2.10 Déclencher la réponse de chargement normal de l'objet SDO

Le codage du paramètre Déclencher la réponse de chargement normal de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 64.

Tableau 64 – Déclencher la réponse de chargement normal de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x0A: signale le déclenchement d'une réponse de chargement normal de l'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de chargement
	Size	WORD	Taille des données à charger (en octets)

5.3.2.11 Demande de chargement de l'objet SDO

Le codage du paramètre Demande de chargement de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 65.

Tableau 65 – Demande de chargement de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x0B: signale une demande de chargement de l'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de chargement

5.3.2.12 Réponse de chargement de l'objet SDO

Le codage du paramètre Réponse de chargement de l'objet SDO est spécifié dans le Tableau 66.

Tableau 66 – Réponse de chargement de l'objet SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0x0C: signale une réponse de chargement de l'objet SDO
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de chargement
	Données	Unsigned8[N]	Données à charger

5.3.2.13 SDO abort

5.3.2.13.1 Demande d'abandon SDO

Le codage du paramètre Demande d'abandon SDO est spécifié dans le Tableau 67.

Tableau 67 – Demande d'abandon SDO

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x03: indique le service SDO
Objet SDO	Commande	Unsigned8	0xFE: signale un abandon SDO par le client 0xFF: signale un abandon SDO par le serveur
	JobID	Unsigned8	Identifiant de cette tâche de chargement
	Abort code	DWORD	Code d'abandon SDO comme indiqué dans le Tableau 68

5.3.2.13.2 Codes d'abandon SDO

Les codes d'abandon SDO sont spécifiés dans le Tableau 68.

Tableau 68 – Codes d'abandon SDO

Abort Code	Description
0x0504 0000	Expiration du protocole SDO
0x0504 0001	ID commande client/serveur non valide ou inconnu
0x0504 0005	Mémoire saturée
0x0601 0001	Tentative de lecture d'un objet en écriture seule
0x0601 0002	Tentative d'écriture dans un objet en lecture seule
0x0602 0000	Objet absent du dictionnaire d'objets
0x0604 0041	L'objet ne peut pas être mappé avec l'objet PDO
0x0609 0011	Sous-index inexistant
0x0609 0030	Dépassement de la plage de valeurs du paramètre (uniquement pour l'accès en écriture)

Abort Code	Description
0x0800 0000	Erreur générale
0x0800 0001	Erreur de protocole générale
0x0800 0002	Erreur d'accès générale
0x0A00 0000	Data type non pris en charge
0x0A01 0000	Longueur inadéquate pour le data type
0x0A01 0001	Dépassement de la longueur maximale autorisée
0x0A01 0003	Accès refusé par l'application
0x0A01 0004	Modification du paramètre de communication non autorisée
0x0A01 0005	Erreur de lecture ou d'écriture
0x0A01 0006	ID synchronisation temporelle ambigu
0x0A01 0007	ID synchronisation temporelle en cours d'utilisation
0x0A01 0008	ID synchronisation temporelle inconnu
0x0A01 0009	Objet incohérent
0x0A01 000A	Type de transmission actif
0x0A01 000B	Modification du temps de transmission non autorisé dans cet état
0x0A01 000C	Mapping PDO actif
0x0A01 000D	Aucun objet mappé pour cet objet PDO
0x0A01 000E	Opération PDO via le canal MSC non prise en charge
0x0A01 000F	Paramètre de communication des objets PDO incohérent
0x0A01 0010	Mapping d'objets étendu non pris en charge
0x0A01 0011	Dépassement de la longueur de l'objet PDO
0x0A01 0012	Écriture dans l'objet en réception à mapper non autorisée
0x0A01 0013	Lecture de l'objet en transmission à mapper non autorisée
0x0A01 0014	Non-concordance de la longueur de mapping
0x0A01 0015	Échec de l'activation
0x0A01 0016	Erreur interne
0x0A01 0017	Taille du tampon de lecture insuffisante
0x0A01 0018	Abandon en raison d'un changement d'état
0x0A01 0019	Saturation de la file d'objets SDO

5.3.3 Process data write

Le codage de la demande d'écriture de données de processus est spécifié dans le Tableau 69 et le Tableau 70.

Tableau 69 – Demande d'écriture de données de processus via le canal MSC

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x02: indique une communication PDO
PDO	PID	UINT24	Identifiant du paquet d'objets PDO
	Longueur	Unsigned8	Longueur du paquet de données DLPDU CDC incluant les champs PID et Longueur (en octets)
	Données	Unsigned8[N]	Objets d'application mappés

Tableau 70 – Demande d'écriture de données de processus via le paquet CDC

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Paquet CDC	PID	UINT24	Identifiant du paquet d'objets PDO
PDO	Longueur	UINT8	Longueur du paquet de données DLPDU CDC incluant les champs PID et Longueur (en octets)
	Données	Unsigned8	Objets d'application mappés

5.3.4 Emergency

5.3.4.1 Demande d'urgence

Le codage de la demande d'urgence est spécifié dans le Tableau 71.

Tableau 71 – Demande d'urgence

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x04: indique un service EMCY
EMCY	Code d'erreur d'urgence	WORD	Code d'erreur d'urgence normalisé
	Registre d'erreurs	Unsigned8	Error register object
	Champ d'erreur propre au fabricant	Unsigned8[5]	Informations d'erreur propres au fabricant
	Horodatage	Unsigned8[6]	Horodatage de l'occurrence (facultatif)
	Length (Longueur)	Unsigned8	Longueur du champ MEF (facultatif)
	MEF	Unsigned8[N]	Champ propre au fabricant permettant d'ajouter des informations complémentaires (facultatif)

5.3.4.2 Codes d'erreur d'urgence

Les codes d'erreur d'urgence sont spécifiés dans le Tableau 72.

Tableau 72 – Codes d'erreur d'urgence

Code d'erreur (hexadécimal)	Description
00xx	Réinitialisation après erreur ou absence d'erreurs
10xx	Erreur générique
20xx	Courant
21xx	Courant, côté entrée de l'appareil
22xx	Courant à l'intérieur de l'appareil
23xx	Courant, côté sortie de l'appareil
30xx	Tension
31xx	Tension réseau
32xx	Tension, intérieur de l'appareil
40xx	Température
41xx	Température ambiante

Code d'erreur (hexadécimal)	Description
42xx	Température de l'appareil
50xx	Matériel de l'appareil
60xx	Logiciel de l'appareil
61xx	Logiciel interne
62xx	Logiciel de l'utilisateur
63xx	Ensemble de données
70xx	Modules supplémentaires
80xx	Surveillance
81xx	Communication
8110	Réservé
8120	Réservé
8130	Réservé
8140	Réservé
8150	Réservé
82xx	Erreur de protocole
8210	Objet PDO non traité en raison d'une erreur de longueur
8220	Dépassement de la longueur de l'objet PDO
90xx	Erreur externe
F0xx	Fonctions supplémentaires
FFxx	Spécifique à l'appareil

5.3.5 Heartbeat

Le codage de la demande de heartbeat est spécifié dans le Tableau 73 et dans le Tableau 74.

Tableau 73 – Demande de Heartbeat via le canal MSC

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0x02: indique une communication PDO
Heartbeat (signal de présence de consommateur)	PID	UINT24	Identifiant du paquet de heartbeat
	State (état)	Unsigned8	0x00: amorçage 0x04: Arrêtée 0x05: exploitation (Operational, OP) 0x7F: PreOperational 0xFA: erreur système

Tableau 74 – Demande de Heartbeat via le paquet CDC

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Paquet CDC	PID	UINT24	Identifiant du paquet de heartbeat
Heartbeat (signal de présence de consommateur)	Longueur	UINT8	Longueur du paquet de données DLPDU CDC incluant les champs PID et Longueur (en octets)
	State (état)	Unsigned8	0x00: amorçage 0x04: Arrêtée 0x05: exploitation (Operational, OP) 0x7F: PreOperational 0xFA: erreur système

5.4 Communication d'unités DLPDU ISO/CEI 8802-3 à l'intérieur d'un appareil RTFL de Type 22

5.4.1 Vue d'ensemble

La communication d'appareils avec des outils d'étude et la possibilité de serveurs web intégrés dans certains appareils exigent d'ajouter la communication TCP/IP à la communication RTFL de Type 22 sur la même interface. Dans ce cadre, tous les types d'unités DLPDU ISO/CEI 8802-3 peuvent être transférés sur des appareils de Type 22.

5.4.2 Demande d'envoi de trame

Le codage de la demande d'envoi de trame est spécifié dans le Tableau 75.

Tableau 75 – Demande d'envoi de trame

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	UINT8	0x20: indique le service SEF
Données de service MSC	Trame SEF	Unsigned8[N]	Trame SEF complète (du champ MAC de destination jusqu'au champ FCS Ethernet)

5.5 Encodage des services de gestion

5.5.1 Services de gestion de la couche DLL

Les services répertoriés ci-après sont mappés directement avec les services correspondants par les machines de protocole de la couche FAL. Ceux-ci sont spécifiés dans la CEI 61158-3-22 et codés dans la CEI 61158-4-22.

- AL-Network verification (Vérification du réseau AL)
- AL-RTFL configuration (Configuration AL-RTFL)
- AL-DelayMeasurement start (Démarrage de mesure du retard AL)
- AL-DelayMeasurement stop
- AL-PCS configuration (Configuration AL-PCS)
- AL-MII read (Lecture AL-MII)
- AL-MII write (Écriture AL-MII)
- AL-RTFN scan network read (Lecture de réseau d'analyse AL-RTFN)

- AL-sync start (Démarrage de synchronisation AL)
- AL-sync stop (Arrêt de synchronisation AL)

5.5.2 Application layer management (Gestion de la couche application)

Le codage de la demande de gestion de la couche AL est spécifié dans le Tableau 76.

Tableau 76 – Demande de gestion de la couche AL

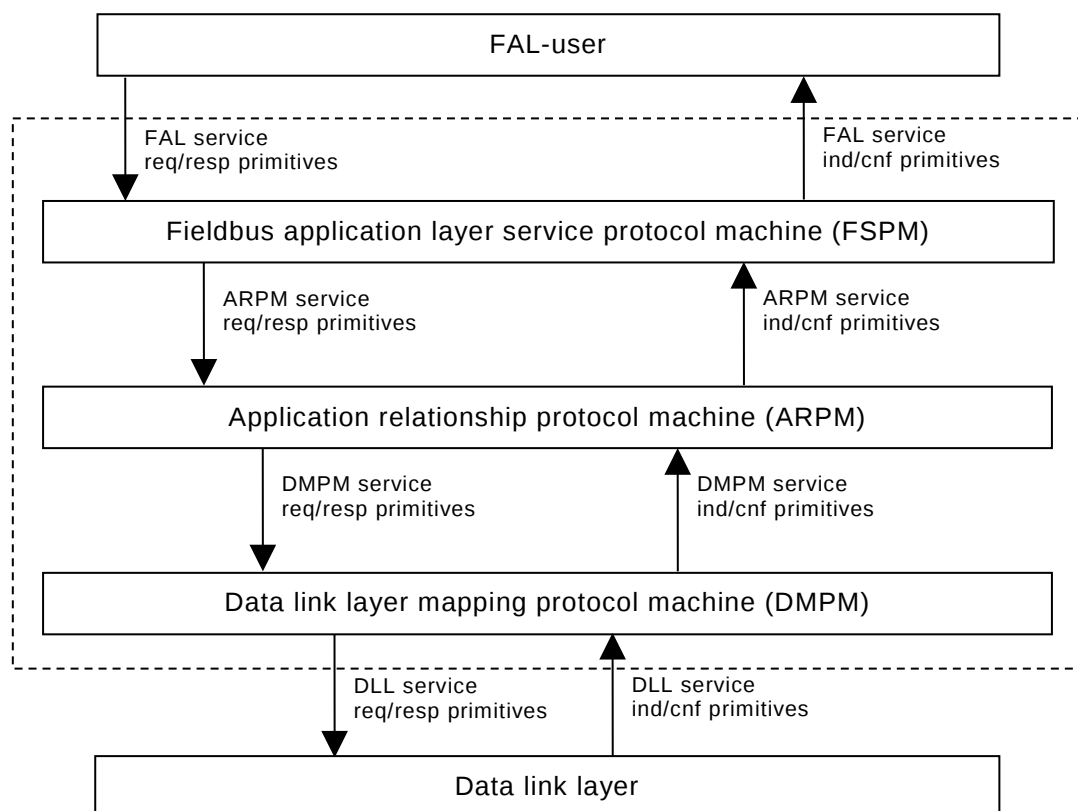
Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	UINT8	0x01: gestion de la couche AL
ALMT	Commande	Unsigned8	0x01: initialisation (Initialization, INIT) 0x02: réinitialisation du nœud 0x03: réinitialisation de la communication 0x04: arrêt du nœud distant 0x05: démarrage du nœud distant 0x7F: passage à l'état pré-exploitation

6 Diagrammes d'états de protocole de la couche FAL

6.1 Vue d'ensemble

La structure des diagrammes d'états de protocole de la couche FAL est définie à la Figure 6. Le comportement de la couche FAL est décrit par trois machines de protocole intégrées.

Les trois machines de protocole sont les suivantes: machine de protocole de service FAL (FAL Service Protocol Machine, FSPM), machine de protocole de relations AR (Application Relationship Protocol Machine, ARPM) et machine de protocole de mapping de couche Liaison de données (Data Link Layer Mapping Protocol Machine, DMPM). Les relations et les primitives échangées entre ces machines sont représentées à la Figure 6.



Légende

Anglais	Français
FAL-user	Utilisateur FAL
FAL service	Service FAL
req/resp primitives	Primitives req/resp
ind/cnf primitives	Primitives ind/cnf
Fieldbus application layer service protocol machine (FSPM)	Machine de protocole de service FAL (FSPM)
ARPM service	Service ARPM
Application relationship protocol machine (ARPM)	Machine de protocole de relations AR (ARPM)
DMPM service	Service DMPM
Data link layer mapping protocol machine (DMPM)	Machine de protocole de mapping de couche Liaison de données (DMPM)
DLL service	Service DLL
Data link layer	Couche Liaison de données

Figure 6 – Relations entre les machines de protocole et les couches adjacentes

La machine de protocole FSPM décrit l'interface de service entre l'utilisateur de service FAL et un point de fin AREP particulier. Elle est commune à toutes les classes AREP et ne présente pas de changements d'état. La machine de protocole FSPM est chargée des activités suivantes.

- Accepter les primitives de service émises par l'utilisateur de service FAL et les convertir en primitives internes FAL.

- b) Sélectionner un diagramme d'états ARPM approprié en fonction du paramètre d'identificateur AREP et envoyer les primitives FAL internes à la machine de protocole ARPM choisie.
- c) Accepter les primitives FAL internes provenant du diagramme ARPM et les convertir en primitives de service destinées à l'utilisateur de service FAL.
- d) Remettre les primitives de service FAL à l'utilisateur de service FAL en fonction du paramètre d'identificateur AREP associé aux primitives.

La machine de protocole ARPM décrit la relation AR, ainsi que l'échange d'unités de données de protocole (Protocol Data Unit, PDU) de couche FAL avec une ou plusieurs machines de protocole ARPM distantes. La machine de protocole ARPM est chargée des activités suivantes:

- a) Accepter les primitives FAL internes provenant de la machine de protocole FSPM et envoyer d'autres primitives FAL internes soit à la machine de protocole FSPM, soit à la machine de protocole DMPM, selon le type de primitive et de point de fin AREP.
- b) Accepter les primitives FAL internes provenant de la machine de protocole DMPM et les envoyer à la machine de protocole FSPM, sous forme de primitives internes FAL.

La machine de protocole DMPM décrit le mapping entre la couche FAL et la couche DLL. Elle est commune à tous les types AREP et ne présente pas de changements d'état. La machine de protocole DMPM est chargée des activités suivantes:

- a) Accepter les primitives FAL internes provenant de la machine de protocole ARPM, préparer les primitives de service DLL et les envoyer à la couche DLL.
- b) Recevoir les primitives d'indication ou de confirmation provenant de la couche DLL et les envoyer à la machine de protocole ARPM sous la forme de primitives FAL internes.

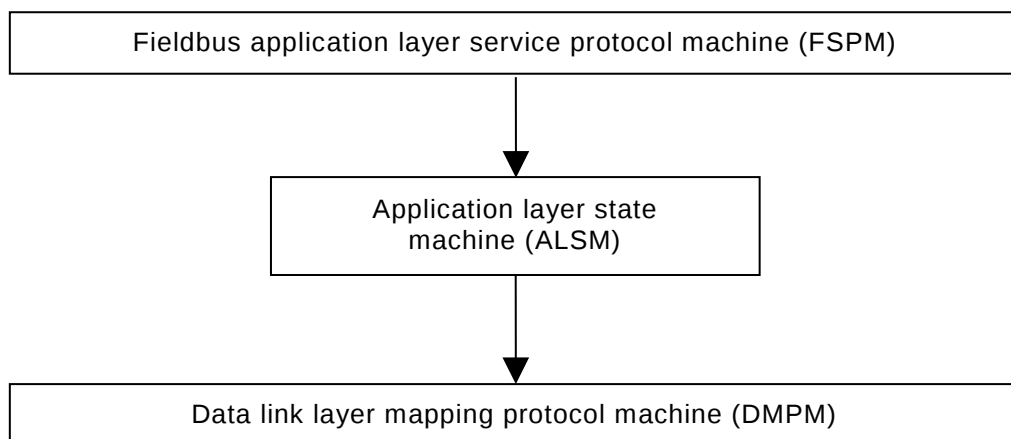
6.2 Machine de protocole de service FAL (FSPM)

Les machines de protocole de service FAL (Fieldbus Service Protocol Machine, FSPM) coordonnent les diagrammes d'états sous-jacents utilisés pour le traitement des divers services et relations entre applications.

La machine de protocole FSPM est essentiellement une machine de mapping de protocoles. Sa tâche principale consiste à transmettre le service à la machine de protocole ARPM responsable du service et des relations entre applications, ainsi qu'à faire suivre les confirmations et les réponses à l'utilisateur.

6.3 Machine de protocole de relations AR (ARPM)

La machine de protocole de relations AR (Application Relationship Protocol Machine, ARPM) est chargée de l'exécution des différentes procédures de service. Dans le cas du protocole de couche AL de Type 22, l'exécution de services via une relation d'application dédiée et la gestion de chacune de ces relations sont contrôlées par le diagramme d'états de couche AL (Application Layer State Machine, ALSM). Sa structure générale est illustrée dans la Figure 7.



Légende

Anglais	Français
Fieldbus application layer service protocol machine (FSPM)	Machine de protocole de service FAL (FSPM)
Application layer state machine (ALSM)	Diagramme d'états de couche AL (ALSM)
Data link layer mapping protocol machine (DMPM)	Machine de protocole de mapping de couche Liaison de données (DMPM)

Figure 7 – Machine de protocole ALSM

6.4 DLL Mapping Protocol Machine (Machine de protocole de mapping DLL)

La machine de protocole de mapping de couche DLL (DMPM) connecte les diagrammes d'états de relation d'application et la couche 2. La machine de protocole DMPM assure la coordination du diagramme d'états pour la configuration de l'utilisation de la couche Liaison de données. La machine de protocole DMPM mappe les fonctions avec les services DLL de couche 2. Elle génère les paramètres de couche 2 nécessaires au service, puis reçoit les confirmations et indications provenant de la couche 2 et les transmet à l'utilisateur DMPM concerné.

7 Diagramme d'états de l'entité ACE (AP Context Entity)

Aucun diagramme d'états de l'entité ACE n'est défini pour ce protocole.

NOTE Le diagramme d'états de l'entité ACE ((AP Context Entity) fait partie du modèle CEI 61158-6.

8 Machine de protocole de service FAL (FSPM)

La machine FSPM fournit l'interface à l'utilisateur FAL. La machine de protocole FSPM fonctionne dans un seul état, avec des événements définis par la réception de primitives de service.

Les services de Type 22 et leurs primitives définis dans la CEI 61158-5-22:sont directement adressés aux services de la machine de protocole ALSM ou à l'utilisateur FAL.

9 Diagramme d'états ALSM(ALSM)

9.1 Description

Le diagramme d'états ALSM est responsable de la coordination des appareils au démarrage et pendant l'exploitation. L'exécution des services de couche AL par les utilisateurs AL est limitée à certains services dans des états particuliers du diagramme d'états ALSM. Ces limitations sont données en 9.5. Les changements d'état résultent essentiellement de l'ordre d'initialisation de la couche AL et des interactions entre les appareils de Type 22 participants. Ils sont liés aux demandes et indications de service de gestion de la couche AL (ALMT).

Lorsqu'un appareil démarre, la machine passe automatiquement à l'état Initialization (initialisation). L'état Initialization définit la racine de la relation de communication entre les appareils participants de la couche AL. Une fois l'initialisation de la couche DLL terminée, la machine passe à l'état ResetApplication (réinitialisation de l'application) et initialise l'ensemble des entités ASE relatives à l'application en fonction de sa configuration.

Si l'initialisation de l'application réussit, la machine passe automatiquement à l'état ResetCommunication (réinitialisation de la communication). Les canaux de communication de la couche AL sont initialisés en fonction de la configuration de l'application. Si l'initialisation de l'application réussit, la fonction de sûreté intégrée est activée et la machine passe automatiquement à l'état PreOperational (pré-exploitation).

Aucune communication directe entre les appareils participants de la couche AL n'est possible dans les états Initialization, ResetApplication et ResetCommunication.

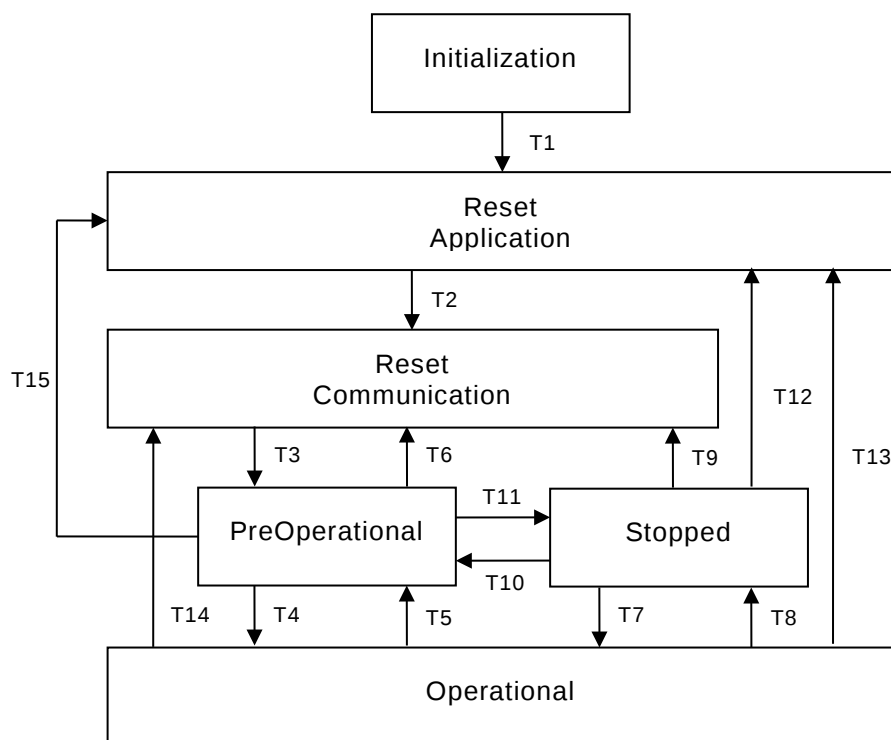
La machine passe à l'état PreOperational si les paramètres du système de communication (MSC, CDC, etc.) ont été définis. La fonction de sûreté intégrée pour la surveillance des appareils de la couche AL est activée. Tous les appareils participants peuvent utiliser le MSC, ainsi que les protocoles SDO appropriés pour échanger des paramètres et des initialisations propres à l'application. Aucune communication de données de processus n'est possible dans cet état.

Les autres passages d'état sont directement liés et déclenchés par l'indication d'une primitive de service de gestion de la couche AL avec une commande de couche AL appropriée comme indiqué en 5.5.2.

Tous les changements d'état possibles sont illustrés dans la Figure 8. Ils sont généralement demandés par un appareil de Type 22 dédié selon la configuration du système de communication et l'application. Compte tenu de la fonctionnalité multimaitre des systèmes de communication de Type 22, aucun rôle de maître classique n'est disponible. Un appareil dédié interroge le service de gestion de la couche AL à l'aide d'une commande appropriée qui génère une indication dans l'appareil contrôlé. Le service de gestion de la couche AL est un service non confirmé. Autrement dit, l'appareil à l'origine de la demande doit vérifier l'effet de la commande de couche AL au moyen d'autres mécanismes de Type 22 (messages de sûreté intégrée, par exemple).

L'état Operational (exploitation) permet la communication des données de processus. Le passage d'un appareil à l'état Stopped (arrêt) stoppe la communication (à l'exception de la fonction de sûreté intégrée si elle est activée).

La machine de protocole ALSM est spécifiée dans la Figure 8. Tous les états indiqués doivent être pris en charge.



Légende

Anglais	Français
Initialization	Initialisation
Reset Application	Réinitialisation de l'application
Reset Communication	Réinitialisation de la communication
PreOperational	Pré-exploitation
Stopped	Arrêt
Operational	Exploitation

Figure 8 – Schémas ALSM

Les services de gestion locaux ont, avec les changements dans le diagramme d'états ALSM, les relations indiquées dans le Tableau 77.

Tableau 77 – Passages d'états et services de gestion

Passage d'état	Service de gestion local
T1	Démarrage de l'application
T2	Démarrage de la communication
T3	Activation de la communication de sûreté intégrée Activation de la communication de l'objet SDO
T4	Activation de la communication de l'objet PDO
T5	Désactivation de la communication de l'objet PDO
T6	Désactivation de la communication de sûreté intégrée Désactivation de la communication de l'objet SDO
T7	Activation de la communication de l'objet SDO Activation de la communication de l'objet PDO
T8	Désactivation de la communication de l'objet SDO Désactivation de la communication de l'objet PDO

Passage d'état	Service de gestion local
T9	Désactivation de la communication de sûreté intégrée
T10	Activation de la communication de l'objet SDO
T11	Désactivation de la communication de l'objet SDO
T12	Désactivation de la communication de sûreté intégrée Redémarrage de l'application
T13	Désactivation de la communication de sûreté intégrée Désactivation de la communication de l'objet PDO Désactivation de la communication de l'objet SDO Redémarrage de l'application
T14	Désactivation de la communication de sûreté intégrée Désactivation de la communication de l'objet SDO Désactivation de la communication de l'objet PDO
T15	Désactivation de la communication de sûreté intégrée Désactivation de la communication de l'objet SDO Redémarrage de l'application

9.2 États

9.2.1 Initialization (INIT)

L'état Initialization définit la racine de la relation de communication entre les appareils participants de la couche AL. L'initialisation de la couche DLL telle que spécifiée dans la CEI 61158-3-22 et la CEI 61158-4-22 a lieu. Les services de gestion d'un RD peuvent être exécutés pendant cet état. Une fois l'initialisation terminée, la machine passe à l'état ResetApplication (réinitialisation de l'application).

9.2.2 État ResetApplication (ResAP)

La machine effectue l'initialisation de l'ensemble des entités ASE relatives à l'application en fonction de la configuration.

9.2.3 État ResetCommunication (ResCO)

Les canaux de communication de la couche AL sont initialisés en fonction de la configuration de l'application. Si l'initialisation de l'application réussit, la fonction de sûreté intégrée est activée et la machine passe automatiquement à l'état PreOperational (pré-exploitation).

9.2.4 État PreOperational (PreOP)

A l'état PreOperational, la communication via les objets SDO est possible. La communication des objets PDO n'est pas autorisée. La configuration des objets PDO et paramètres d'appareil, ainsi que l'allocation des objets d'application (mapping PDO) peuvent être effectuées par un appareil de configuration.

La machine peut mettre le nœud à l'état Operational en envoyant une demande de gestion de la couche AL via la commande Démarrage du nœud distant.

9.2.5 État Operational (OP)

A l'état Operational, tous les objets de communication sont actifs. Le passage à l'état Operational entraîne la création et l'activation de l'ensemble des objets PDO. La configuration des objets PDO est exécutée en fonction des paramètres décrits dans le dictionnaire d'objets. L'accès au dictionnaire d'objets via les objets SDO est possible.

9.2.6 État Stopped (ST)

Le passage d'un appareil à l'état Stopped (arrêt) stoppe la communication (à l'exception de la fonction de signal de sûreté intégrée si elle est activée). Cet état peut être utilisé pour que l'application adopte un comportement particulier. La définition de ce comportement n'est pas décrite dans la présente norme.

9.3 Définitions de primitives

9.3.1 Primitives FAL

Les services de Type 22 et leurs primitives définis dans la CEI 61158-5-22 sont directement fournis à la machine de protocole DMPM ou FSPM par le diagramme d'états ALSM à l'exception du service de gestion de la couche application. Les restrictions sont énoncées en fonction de l'état de la manière spécifiée en 9.5

9.3.2 Primitives échangées entre la couche DLL et le diagramme d'états ALSM

Le Tableau 78 répertorie les primitives de service émises par le diagramme d'états ALSM et reçues par la couche DL, avec les paramètres associés.

Tableau 78 – Primitives émises par le diagramme d'états ALSM vers la couche DL

Nom de primitive	Paramètres associés	Fonctions
Application layer management.req	Address Command	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22

Le Tableau 79 répertorie les primitives de service émises par la couche DLL et reçues par le diagramme d'états ALSM, avec les paramètres associés.

Tableau 79 – Primitives émises par la couche DL vers le diagramme d'états ALSM

Nom de la primitive	Paramètres associés	Fonctions
Application layer management.ind	Command	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22

9.3.3 Primitives échangées entre la machine de protocole FSPM et le diagramme d'états ALSM

Le Tableau 80 répertorie les primitives de service émises par l'application et reçues par le diagramme d'états ALSM, avec les paramètres associés.

Tableau 80 – Primitives émises par la machine de protocole FSPM vers le diagramme d'états ALSM

Nom de la primitive	Paramètres associés	Fonctions
Application layer management.req	Address Command	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22

Le Tableau 81 répertorie les primitives de service émises par le diagramme d'états ALSM et reçues par l'application, avec les paramètres associés.

**Tableau 81 – Primitives émises par le diagramme d'états ALSM
vers la machine de protocole FSPM**

Nom de la primitive	Paramètres associés	Fonctions
Start application (Démarrage de l'application)	—	Start of application (Démarrage de l'application)
Start communication (Démarrage de la communication)	—	Démarrage de la communication
Enable heartbeat communication (Désactivation de la communication de sûreté intégrée)	—	Fonction de sûreté intégrée activée
Enable SDO communication (Activation de la communication de l'objet SDO)	—	Objet SDO activé
Enable PDO communication (Activation de la communication de l'objet PDO)	—	Objet PDO activé
Disable heartbeat communication (Désactivation de la communication de sûreté intégrée)	—	Fonction de sûreté intégrée désactivée
Disable heartbeat communication (Désactivation de la communication de l'objet PDO)	—	Objet PDO désactivé
Disable heartbeat communication (Désactivation de la communication de l'objet SDO)	—	Objet SDO désactivé
Restart application (Redémarrage de l'application)	—	Redémarrage de l'application

9.4 Table d'états

Le Tableau 82 contient la description complète du diagramme d'états ALSM.

Tableau 82 – Table d'états du diagramme d'états ALSM

N	État actuel	Événement /Condition => Action	État suivant
1	INIT	Initialization	ResAP
2	ResAP	Reset application	ResCO
3	ResCO	Reset communication => Heartbeat.req(PreOP)	PreOP
4	PreOP	ALMT.ind(StartRemoteNode) => Enable PDO	OP
5	PreOP	ALMT.ind(StopRemoteNode) => Disable SDO	ST
6	PreOP	ALMT.ind(ResetNode) => Disable heartbeat => Disable SDO => Restart application	ResAP
7	PreOP	ALMT.ind(ResetCommunication) => Disable heartbeat => Disable SDO	ResCO
8	OP	ALMT.ind(EnterPreOperationalState) => Disable PDO	PreOP
9	OP	ALMT.ind(StopRemoteNode) => Disable SDO => Disable PDO	ST
10	OP	ALMT.ind(ResetCommunication)	ResCO

N	État actuel	Événement /Condition => Action	État suivant
		=> Disable heartbeat => Disable PDO => Disable SDO	
11	OP	ALMT.ind(ResetNode) => Disable heartbeat => Disable PDO => Disable SDO => Restart application	ResAP
12	ST	ALMT.ind(EnterPreOperationalState) => Enable SDO	PreOP
13	ST	ALMT.ind(StartRemoteNode) => Enable SDO => Enable PDO	OP
14	ST	ALMT.ind(ResetCommunication) => Disable heartbeat	ResCO
15	ST	ALMT.ind(ResetNode) => Disable heartbeat => Restart application	ResAP

9.5 Transmission de services de couche AL selon l'état de la couche AL

Le Tableau 83 montre la relation entre les états de la couche AL et les services de communication transmis. Les services répertoriés ne doivent être transmis que si les appareils participant à la communication se trouvent dans les états AL indiqués.

Tableau 83 – États de la couche Application et services de communication

Service AL	État de la couche Application					
	INIT	ResAP	ResCO	PreOP	OP	ST
Objet SDO	—	—	—	X	X	—
Process data write (Écriture de données de processus)	—	—	—	—	X	—
EMCY	X	X	X	X	X	X
Heartbeat (signal de présence de consommateur)	—	—	—	X	X	X
Send frame (Envoyer trame)	—	—	—	X	X	X
AL-Network verification (Vérification du réseau AL)	X	—	—	—	—	—
AL-RTFL configuration (Configuration AL-RTFL)	X	—	—	—	—	—
AL-DelayMeasurement	—	X	X	X	X	X
AL-PCS configuration (Configuration AL-PCS)	—	X	X	X	X	X
AL-RTFN scan network read (Lecture de réseau d'analyse AL-RTFN)	X	X	X	X	X	X
AL-sync start (Démarrage de synchronisation AL)	—	X	X	X	X	X
Application layer management (Gestion de la couche application)	—	—	—	X	X	X

10 Machine de protocole DMPM

10.1 Vue d'ensemble

La machine de protocole DMPM mappe les demandes de service ARPM avec les demandes de service DL (elle convertit les unités APDU en unités DLSDU) et les indications de service DL, avec les indications de service ARPM (elle convertit les unités DLSDU en unités APDU).

10.2 Primitives échangées entre le diagramme d'états ALSM et la machine de protocole DMPM

Le Tableau 84 répertorie les primitives de service émises par le diagramme d'états ALSM et reçues par la machine de protocole DMPM, avec les paramètres associés.

Tableau 84 – Primitives émises par le diagramme d'états ALSM vers la machine de protocole DMPM

Nom de primitive	Paramètres associés	Fonctions
Initiate SDO expedited download.req	Address JobID Index (Indice) Sub-Index Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO expedited download.rsp(+)	Address JobID	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO normal download.req	Address JobID Index (Indice) Sub-Index Size	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO normal download.rsp(+)	Address JobID	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
SDO download.req	Address JobID Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
SDO download.rsp(+)	Address JobID	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO expedited upload.req	Adresse JobID Index (Indice) Sub-Index	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO expedited upload.rsp(+)	Address JobID Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO normal upload.req	Address JobID Index (Indice) Sub-Index	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22

Nom de primitive	Paramètres associés	Fonctions
Initiate SDO normal upload.rsp(+)	Address JobID Size	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
SDO upload.req	Address JobID	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
SDO upload.rsp(+)	Address JobID Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
SDO abort.req	Address JobID Abort code	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Process data write.req	PDO number	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Emergency.req	Destination device address Destination device IP address Emergency error code Error register object Manufacturer specific error code Error register Time stamp Length (Longueur) Extended manufacturer information	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Heartbeat.req	Status	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Send frame.req	SEF frame	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-Network verification.req	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-RTFL configuration.req	Predecessor MAC Successor MAC Successor MAC altern. Device address (adresse d'appareil) MSCShortMsgSize Number of frames Cycle time RTF timeout Master clock DA IP configuration	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-DelayMeasurement start.req	Repeat count	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-DelayMeasurement read.req	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-PCS configuration.req	Clock configuration	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22

Nom de primitive	Paramètres associés	Fonctions
AL-MII read.req	Address of register	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-MII write.req	Address of register Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-sync start.req	ID Sync	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-sync stop.req	ID Sync	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22

Le Tableau 85 répertorie les primitives de service émises par la machine de protocole DMPM et reçues par le diagramme d'états ALSM, avec les paramètres associés.

Tableau 85 – Primitives émises par la machine de protocole DMPM vers le diagramme d'états ALSM

Nom de la primitive	Paramètres associés	Fonctions
Initiate SDO expedited download.ind	Address JobID Index (Indice) Sub-Index Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO expedited download.cnf	Address JobID	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO normal download.ind	Address JobID Index (Indice) Sub-Index Size	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO normal download.cnf	Address JobID	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
SDO download.ind	Address JobID Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
SDO download.cnf	Address JobID	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO expedited upload.ind	Address JobID Index (Indice) Sub-Index	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO expedited upload.cnf	Address JobID Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Initiate SDO normal upload.ind	Address JobID Index (Indice) Sub-Index	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22

Nom de la primitive	Paramètres associés	Fonctions
Initiate SDO normal upload.cnf	Address JobID Size	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
SDO upload.ind	Address JobID	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
SDO upload.cnf	Address JobID Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
SDO abort.ind	Address JobID Abort code	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Process data write.ind	PDO number	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Emergency.ind	Destination device address Destination device IP address Emergency error code Error register object Manufacturer specific error code Error register Time stamp Length (Longueur) Extended manufacturer information	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Heartbeat.ind	État	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
Send frame.ind	SEF frame	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-Network verification.cnf(+)	Identification data list	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-Network verification.cnf(-)	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-RTFL configuration.cnf(+)	Configuration summary	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-RTFL configuration.cnf(-)	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL- DelayMeasurement read.cnf	Delay	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-MII read.cnf(+)	Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-MII read.cnf(-)	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-RTFN connection establishment.cnf(+)	IP address	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-RTFN connection establishment.cnf(-)	Error code	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22
AL-syncstart.cnf(+)	ID Sync Start time Cycle time	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22

Nom de la primitive	Paramètres associés	Fonctions
AL-sync start.cnf(-)	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-5-22

10.3 Primitives échangées entre la couche DL et la machine de protocole DMPM

Le Tableau 86 répertorie les primitives de service émises par la machine de protocole DMPM et reçues par la couche DLL, avec les paramètres associés.

Tableau 86 – Primitives émises par la machine de protocole DMPM vers la couche DL

Nom de la primitive	Paramètres associés	Fonctions
CDC send.req	PID Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
MSC send.req	Data Destination DA Destination IP	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
MSC send.rsp	Error code	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
MSC send broadcast.req	Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
MSC read.req	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-Network verification.req	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-RTFL configuration.req	Predecessor MAC Successor MAC Successor MAC altern. Device address (adresse d'appareil) MSCShortMsgSize Number of frames Cycle time RTF timeout Master clock DA IP configuration	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-Read configuration data.req	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-DelayMeasurement start.req	Repeat counter	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-DelayMeasurement read.req	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-PCS configuration.req	Clock configuration	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-MII read.req	Address of register	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-MII write.req	Address of register Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-RTFN scan network read.req	—	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22

Nom de la primitive	Paramètres associés	Fonctions
DL-RTFN connection establishment.req	Command PID UseUDP	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-RTFN connection release.req	Command PID UseUDP	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-Sync master configuration.req	ID Sync Start time Cycle time	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-Sync start.req	ID Sync	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-Sync start.cnf	ID Sync Start time Cycle time	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-Sync stop.req	ID Sync	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22

Le Tableau 87 répertorie les primitives de service émises par la couche DLL et reçues par la machine de protocole DMPM, avec les paramètres associés.

Tableau 87 – Primitives émises par la couche DL vers la machine de protocole DMPM

Nom de la primitive	Paramètres associés	Fonctions
CDC send.ind	PID Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
MSC send.ind	Data Destination DA Destination IP	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
MSC send.cnf	Error code	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
MSC send broadcast.ind	Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
MSC read.cnf	Data Error code	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-Network verification.cnf	Identification data list	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-RTFL configuration service.cnf	Configuration summary	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22

Nom de la primitive	Paramètres associés	Fonctions
DL-Read configuration data.cnf	Predecessor MAC Successor MAC Successor MAC altern. Device address (adresse d'appareil) MSCShortMsgSize Number of Type 22 DLPDUs Cycle time RTF timeout Master clock DA IP configuration	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-DelayMeasurement read.cnf	Delay	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-MII read.cnf	Data	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-RTFN scan network read.cnf	Identification data list	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22
DL-RTFN connection establishment.cnf	Error code IP address	Voir la définition de service dans la CEI 61158-3-22

10.4 Mapping ALSM-DLL

Le mapping des services AL avec ceux de la couche DL est spécifié dans le Tableau 88.

Tableau 88 – Mapping du diagramme d'états ALSM avec la couche DL

Service AL	Service DLL
Initiate SDO expedited download (Déclencher le téléchargement accéléré de l'objet SDO)	Envoi de MSC, lecture de MSC
Initiate SDO normal download (Déclencher le téléchargement normal de l'objet SDO)	Envoi de MSC, lecture de MSC
SDO download (Téléchargement de l'objet SDO)	Envoi de MSC, lecture de MSC
Initiate SDO expedited upload (Déclencher le chargement express de l'objet SDO)	Envoi de MSC, lecture de MSC
Initiate SDO normal upload (Déclencher le chargement normal de l'objet SDO)	Envoi de MSC, lecture de MSC
SDO upload (chargement de l'objet SDO)	Envoi de MSC, lecture de MSC
SDO abort (Abandon SDO)	Envoi de MSC, lecture de MSC
Process data write (Écriture de données de processus)	CDC send, MSC send, MSC read
Emergency (Urgence)	MSC send, MSC send broadcast, MSC read
Heartbeat (signal de présence de consommateur)	Envoi de CDC, envoi de MSC, lecture de MSC
Envoi de trame SEF	Envoi de MSC, lecture de MSC
AL-Network verification	DL-Network verification (Vérification de réseau DL)
AL-RTFL configuration	DL-Device configuration
AL-DelayMeasurement start (Démarrage de mesure du retard AL)	AL-DelayMeasurement start
AL-DelayMeasurement read (Lecture de mesure du retard AL)	DL-DelayMeasurement read (Lecture de mesure de retard DL)

Service AL	Service DLL
AL-PCS configuration (Configuration AL-PCS)	DL-PCS configuration (Configuration de la synchronisation temporelle précise DL)
AL-MII read	DL-MII read
AL-MII write (Écriture AL-MII)	DL-MII write
AL-RTFN scan network read	DL-RTFN scan network read
Application layer management (Gestion de la couche application)	MSC send, MSC read
AL-sync start	DL-Sync start (Démarrage de synchronisation DL)
AL-sync stop	DL-Sync stop (Arrêt de synchronisation DL)

Bibliographie

CEI 61158-1, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 1: Présentation et lignes directrices des séries CEI 61158 et CEI 61784*

CEI 61784-1, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 1: Profils de bus de terrain*

CEI 61784-2, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 2: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel basés sur l'ISO/CEI 8802-3*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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