

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 25.04.40; 35.100.20; 35.110

ISBN 978-2-88912-861-7

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	9
1.1 General.....	9
1.2 Specifications.....	9
1.3 Procedures.....	9
1.4 Applicability.....	9
1.5 Conformance.....	10
2 Normative references.....	10
3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions.....	10
3.1 Reference model terms and definitions.....	10
3.2 Service convention terms and definitions.....	12
3.3 Common terms and definitions.....	13
3.4 Additional Type 22 definitions.....	14
3.5 Common symbols and abbreviations.....	17
3.6 Additional Type 22 symbols and abbreviations.....	18
3.7 Conventions.....	20
4 Overview of the DL-protocol.....	21
4.1 Operating principle.....	21
4.2 Communication model.....	21
4.3 Topology.....	22
4.4 DLPDU processing.....	22
4.5 General communication mechanisms.....	23
4.6 Gateway.....	24
4.7 Interaction models.....	24
5 DLPDU structure.....	24
5.1 Overview.....	24
5.2 Data types and encoding rules.....	25
5.3 DLPDU identification.....	26
5.4 General DLPDU structure.....	27
5.5 Communication management DLPDUs.....	29
5.6 Cyclic data channel (CDC) DLPDUs.....	34
5.7 Cyclic data channel (CDC) DLPDU data.....	35
5.8 Message channel (MSC) DLPDUs.....	36
5.9 Message channel DLPDU data - MSC message transfer protocol (MSC-MTP).....	37
5.10 Time synchronization.....	41
6 Telegram timing and DLPDU handling.....	42
6.1 Communication mechanism.....	42
6.2 Device synchronization.....	44
7 Type 22 protocol machines.....	45
7.1 RTFL device protocol machines.....	45
7.2 RTFN device protocol machines.....	57
7.3 Message channel - message transfer protocol (MSC-MTP).....	59
Bibliography.....	63

Figure 1 – DLPDU sequence.....	43
Figure 2 – Communication relationship RTFN device	44
Figure 3 – Overview RTFL device protocol machines	45
Figure 4 – Protocol machine send DLPDU procedure.....	46
Figure 5 – Protocol machine receive DLPDU procedure	47
Figure 6 – CDCL send cyclic data sequence	48
Figure 7 – CDCL receive cyclic data sequence	49
Figure 8 – MSCL send sequence	50
Figure 9 – MSCL receive sequence	51
Figure 10 – Network management protocol machine	52
Figure 11 – Net management sequence at system boot up	53
Figure 12 – Initialization sequence ordinary device	54
Figure 13 – PCS configuration sequence	55
Figure 14 – Delay measurement principle	56
Figure 15 – Overview RTFN device protocol machines	57
Figure 16 – CDCN connection setup and release	58
Figure 17 – CDCN unpublish data.....	59
Figure 18 – Segmentation sequence	60
Figure 19 – Expedited transfer sequence.....	60
Figure 20 – Toggling from expedited transfer to segmented transfer	61
Figure 21 – Segmentation sequence for broad- or multicast message without Acknowledgement.....	62
Table 1 – DLPDU element definition	20
Table 2 – Conventions for protocol machine description	21
Table 3 – Transfer syntax for bit sequences.....	25
Table 4 – Transfer syntax for data type Unsignedn	26
Table 5 – Transfer syntax for data type Signedn	26
Table 6 – Type 22 DLPDU inside an ISO/IEC 8802-3.....	27
Table 7 – Type 22 DLPDU inside a VLAN tagged ISO/IEC 8802-3 DLPDU.....	27
Table 8 – Type 22 DLPDU inside a UDP DLPDU.....	28
Table 9 – General structure of a Type 22 DLPDU	28
Table 10 – DLPDU header structure	29
Table 11 – Network verification prepare DLPDU	29
Table 12 – Network verification environment DLPDU	29
Table 13 – Network verification information DLPDU	29
Table 14 – Network verification acknowledgement DLPDU.....	30
Table 15 – RTFN scan network read request DLPDU.....	30
Table 16 – RTFN scan network read response DLPDU	30
Table 17 – Identification data.....	30
Table 18 – PhyLinkPortX	31
Table 19 – RTF support	31
Table 20 – UseDHCP	32

Table 21 – DeviceRole.....	32
Table 22 – RTFN connection management DLPDU	33
Table 23 – CDCN connection still alive DLPDU.....	33
Table 24 – ID data	33
Table 25 – RTFL control DLPDU	33
Table 26 – RTFL configuration DLPDU	34
Table 27 – RTFL configuration acknowledgement DLPDU	34
Table 28 – CDCL DLPDU.....	35
Table 29 – CDCN DLPDU	35
Table 30 – CDC DLPDU data arrangement	35
Table 31 – CDC DLPDU data.....	36
Table 32 – MSCL DLPDU	36
Table 33 – MSCL control	37
Table 34 – MSCN DLPDU	37
Table 35 – MSC-MTP frame structure	38
Table 36 – Address type	38
Table 37 – MSC-MTP Init structure	39
Table 38 – MSC-MTP Init_Fast structure	39
Table 39 – MSC-MTP Send structure.....	39
Table 40 – MSC-MTP Acknowledgement structure.....	40
Table 41 – MSC-MTP Abort structure.....	40
Table 42 – Data structure of a message.....	40
Table 43 – DelayMeasurement start encoding.....	41
Table 44 – DelayMeasurement read encoding.....	41
Table 45 – PCS configuration encoding	41
Table 46 – Time synchronization service request.....	41
Table 47 – Time synchronization service response	42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELDBUS SPECIFICATIONS –****Part 4-22: Data-link 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.

International Standard IEC 61158-4-22 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial process measurement, control and automation.

This standard cancels and replaces IEC/PAS 61158-4-22 published in 2009. This first edition constitutes a technical revision.

This bilingual version published in 2012-01 corresponds to the English version published in 2010-08.

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

FDIS	Report on voting
65C/605/FDIS	65C/619/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.

The French version has not been voted upon.

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

A list of all parts of the IEC 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.

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

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-22:2010

INTRODUCTION

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

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

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

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

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

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of patents concerning Type 22 elements and possibly other types:

- WO-2006/069691-A1 [PI] Control system with a plurality of spatially distributed stations and method for transmitting data in said control system
- DE - 10 2004 063 213 [PI] Steuerungssystem mit einer Vielzahl von räumlich verteilten Stationen sowie Verfahren zum Übertragen von Daten in einem solchen Steuerungssystem
- B4

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

The holder of these patent rights has assured the IEC that he/she is willing to negotiate licences either free of charge or under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of these patent rights is registered with IEC. Information may be obtained from:

Information may be obtained from:

[PI] Pilz GmbH & Co. KG
Felix-Wankel-Str. 2
73760 Ostfildern
Germany

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

ISO (www.iso.org/patents) and IEC (http://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) maintain on-line data bases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult the data bases for the most up to date information concerning patents.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-22:2010

Withdrawn

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 4-22: Data-link layer protocol specification – Type 22 elements

1 Scope

1.1 General

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

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

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

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

1.2 Specifications

This standard specifies:

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

1.3 Procedures

The procedures are defined in terms of:

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

1.4 Applicability

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

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

1.5 Conformance

This standard also specifies conformance requirements for systems implementing these procedures.

This part of IEC 61158 does not contain tests to demonstrate compliance with such requirements.

2 Normative references

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

IEC 61158-3-22:2010¹, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-22: Data-link layer service definition – Type 22 elements*

IEC 61588:2009, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control system*

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

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

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

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

IETF RFC 768, *User Datagram Protocol*; available at <<http://www.ietf.org>>

IETF RFC 791, *Internet Protocol*; available at <<http://www.ietf.org>>

IEEE 802.1Q, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Virtual Bridged Local Area Networks*; available at <<http://www.ieee.org>>

3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions

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

3.1 Reference model terms and definitions

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

¹ To be published.

3.1.1 acknowledgement	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.2 DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.3 DL-address-mapping	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.4 called-DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.5 calling-DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.6 DL-connection	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.7 DL-connection-end-point	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.8 DL-connection-end-point-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.9 DL-connection-mode transmission	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.10 DL-connectionless-mode transmission	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.11 decentralized multi-end-point-connection	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.12 DL-duplex-transmission	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.13 (N)-entity DL-entity (N=2) Ph-entity (N=1)	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.14 flow control	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.15 (N)-layer DL-layer (N=2) Ph-layer (N=1)	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.16 layer-management	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.17 DL-local-view	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.18 multi-endpoint-connection	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.19 DL-name	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.20 naming-(addressing)-domain	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.21 peer-entities	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.22 primitive name	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.23 DL-protocol	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.24 DL-protocol-connection-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.25 DL-protocol-control information	[ISO/IEC 7498-1]

3.1.26 DL-protocol-data-unit	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.27 DL-protocol-version-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.28 DL-relay	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.29 reassembling	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.30 reset	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.31 responding-DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.32 routing	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.33 segmenting	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.34 sequencing	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.35 (N)-service	[ISO/IEC 7498-1]
DL-service (N=2)	
Ph-service (N=1)	
3.1.36 (N)-service-access-point	[ISO/IEC 7498-1]
DL-service-access-point (N=2)	
Ph-service-access-point (N=1)	
3.1.37 DL-service-access-point-address	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.38 DL-service-connection-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.39 DL-service-data-unit	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.40 DL-simplex-transmission	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.41 DL-subsystem	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.42 systems-management	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.43 DL-user-data	[ISO/IEC 7498-1]

3.2 Service convention terms and definitions

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

3.2.1 acceptor

3.2.2 asymmetrical service

3.2.3 confirm (primitive); requestor.deliver (primitive)

3.2.4 deliver (primitive)

3.2.5 DL-confirmed-facility

3.2.6 DL-facility**3.2.7 DL-local-view****3.2.8 DL-mandatory-facility****3.2.9 DL-non-confirmed-facility****3.2.10 DL-provider-initiated-facility****3.2.11 DL-provider-optional-facility****3.2.12 DL-service-primitive;
primitive****3.2.13 DL-service-provider****3.2.14 DL-service-user****3.2.15 DL-user-optional-facility****3.2.16 indication (primitive);
acceptor.deliver (primitive)****3.2.17 multi-peer****3.2.18 request (primitive);
requestor.submit (primitive)****3.2.19 requestor****3.2.20 response (primitive);
acceptor.submit (primitive)****3.2.21 submit (primitive)****3.2.22 symmetrical service****3.3 Common terms and definitions**

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

**3.3.1
DL-segment**

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

**3.3.2
extended link**

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

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

3.3.3

frame

denigrated synonym for DLPDU

3.3.4

receiving DLS-user

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

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

3.3.5

sending DLS-user

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

3.4 Additional Type 22 definitions

3.4.1

acyclic data

data which is transferred from time to time for dedicated purposes

3.4.2

bit

unit of information consisting of a 1 or a 0. This is the smallest data unit that can be transmitted

3.4.3

cell

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

3.4.4

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

3.4.5

cycle time

duration of a communication cycle

3.4.6

cyclic

events which repeat in a regular and repetitive manner

3.4.7

cyclic communication

periodic exchange of frames

3.4.8

cyclic data

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

3.4.9

cyclic data channel

CDC

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

3.4.10

data

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

**3.4.11
device**

physical entity connected to the fieldbus

**3.4.12
error**

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

**3.4.13
gateway**

device acting as a linking element between different protocols

**3.4.14
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

**3.4.15
interface**

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

**3.4.16
intra-cell communication**

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

**3.4.17
link**

synonym for DL-segment

**3.4.18
logical double line**

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

**3.4.19
master clock**

global time base for the PCS mechanism

**3.4.20
message**

ordered sequence of octets intended to convey data

**3.4.21
message channel
MSC**

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

**3.4.22
network**

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

**3.4.23
open network**

any ISO/IEC 8802-3 -based network with no further restrictions

3.4.24

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

3.4.25

precise clock synchronization

PCS

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

3.4.26

process data

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

3.4.27

process data object

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

3.4.28

protocol

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

3.4.29

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

3.4.30

real time frame line

RTFL

communication model communicating in a logical double line

3.4.31

real time frame network

RTFN

communication model communicating in a switched network

3.4.32

switch

MAC bridge as defined in IEEE 802.1D

3.4.33

round trip time

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

3.4.34

timing signal

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

**3.4.35
topology**

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

3.5 Common symbols and abbreviations

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

CIDR	Classless Inter-Domain Routing
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DL-	Data-link layer (as a prefix)
DLC	DL-connection
DLCEP	DL-connection-end-point
DLE	DL-entity
DLL	DL-layer
DLPCI	DL-protocol-control-information
DLPDU	DL-protocol-data-unit
DLM	DL-management
DLME	DL-management entity
DLMS	DL-management service
DLPDU	DL-protocol-data-unit
DLS	DL-service
DLSAP	DL-service-access-point
DLSDU	DL-service-data-unit
DNS	Domain name server
FCS	Frame check sequence
FIFO	First-in first-out
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force

OSI	Open systems interconnection
Ph-	Physical layer (as a prefix)
PhE	Ph-entity
PhL	Ph-layer
QoS	Quality of service
RFC	Request for comments
UTF	Unicode transformation format

3.6 Additional Type 22 symbols and abbreviations

ACK	Acknowledgement
ADL	ACK data length
CDC	Cyclic data channel
CDCL	CDC line
CDCLPM	CDCL protocol machine
CDCN	CDC network
CDCNPM	CDCN protocol machine
CDCS	CDC send
CL	Communication layer
CMD	Command
DA	Device address or destination address
DMR	Delay measurement read
DMS	Delay measurement send
FHPM	Frame handling protocol machine
ID	Identification
IP	Internet protocol
IPv4	IP version 4
IPv6	IP version 6
IRQ	Interrupt request

MAC	Medium access control
MC	Master clock
MSC-MTP	Message channel message transfer protocol
MSC	Message channel
MSCL	MSC line
MSCLPM	MSCL protocol machine
MSCN	MSC network
MSCNPM	MSCN protocol machine
MSCR	MSC read
MSCS	MSC send
MSS	Maximum segment size
NMPM	Net management protocol machine
NV	Network verification
OD	Ordinary device
PD	Previous device
PID	Packet ID
PCS	Precise clock synchronization
PCSC	PCS configuration
PM	Protocol machine
RD	Root device
RTF	Real time frame
RTFL	Real time frame line
RTFLCFG	RTFL configuration
RTFLCTL	RTFL control
RTFN	Real time frame network
RTFNCS	RTFN connection setup

RTFNCR	RTFN connection release
RTFNSNR	RTFN Scan network read
RX	Receive direction
SA	Source address
SYNC	Synchronization
SYNC_START	SYNC start
SYNC_STOP	SYNC stop
TCP	Transmission control protocol
TSU	Time stamping unit
TX	Transmit direction
UDP	User datagram protocol

3.7 Conventions

3.7.1 Abstract syntax conventions

The DL syntax elements related to DLPDU 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.

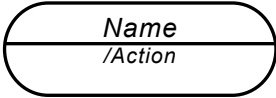
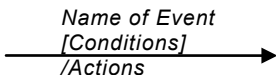
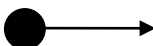
Table 1 – DLPDU element definition

Frame part	Data field	Data type	Value/description

3.7.2 Protocol machine description conventions

The protocol sequences are described by means of protocol machines. For the specification of protocol machines within this part of this standard, the following graphical description language is used. Table 2 specifies the graphical elements of this description language and their meanings.

Table 2 – Conventions for protocol machine description

Graphical element	Description
	Each state of a protocol machine is uniquely identified using a descriptive name An action, if required, is performed by the protocol machine in this particular state
	A transition between different states of a protocol machine is caused by an event or a particular condition Conditions describing the state of a part of or of the whole system can be stated which have to be fulfilled to perform a certain transition Additionally actions which are performed when performing a certain transition can be stated
	The initial state of a protocol machine is labeled using this symbol

4 Overview of the DL-protocol

4.1 Operating principle

Type 22 of this series of international standards describes a real-time communication technology based on ISO/IEC 8802-3 for the requirements of automation technology. For the purpose of fast intra-machine communication Type 22 describes a communication model and protocol (RTFL) for fast real-time communication. Furthermore, networking of several parts of an automation system into an overall system is supported by the specification of a second communication model and protocol (RTFN). Type 22 is designed as a multi-master bus system.

Type 22 networks utilize ISO/IEC 8802-3 communication DLPDUs for both communication models.

4.2 Communication model

4.2.1 Overview

Type 22 technology essentially specifies two communication models with corresponding protocols. RTFL communication is intended for fast machine communication while RTFN provides for the networking of individual machines or cells. The corresponding protocols aim to offer an equal set of services for cyclic process data exchange as well as for acyclic message data communication.

For RTFL communication model, communication follows a line topology. RTFL communication is based on cyclic data transfer in an ISO/IEC 8802-3 DLPDU. This basic cyclic data transfer is provided by a special device, the root device (RD). Root devices act as communication master to cyclically initiate communication. The DLPDUs originated by the root device are passed to the Type 22 ordinary devices (OD). Each ordinary device receives the DLPDU, writes its data and passes the DLPDU on. A RTFL network requires exactly one root device. The last ordinary device of a RTFL network sends the processed DLPDU back. The DLPDU is transferred back along exactly the same way to the root device so that it is returned by the first ordinary device to the root device as response DLPDU. In backward direction, the ordinary devices read their relevant data from the DLPDU.

For RTFN communication model, communication is based on point to point connections between participating devices.

Networking of different RTFL parts or cells of an automation system into an overall automation system is supported by the usage of RTFN communication and corresponding gateways.

4.2.2 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 DL-user. The device reference model for a Type 22 RTFL device is shown in IEC 61158-3-22:2010, Figure 1.

4.2.3 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 DL-user. The device reference model for a Type 22 RTFN device is shown in IEC 61158-3-22:2010, Figure 2.

4.3 Topology

4.3.1 RTFL topology

A Type 22 network utilizing the RTFL communication model shall support all commonly used topologies like tree, star and line.

The ordinary devices for the RTFL communication model should provide two physical communication interfaces as described in ISO/IEC 8802-3 to allow the set-up of a line structure without additional infrastructure components. For performance reasons this is the preferred RTFL topology.

4.3.2 RTFN topology

A Type 22 network utilizing the RTFN communication model shall support all commonly used topologies like tree, star and line.

4.4 DLPDU processing

4.4.1 Communication model RTFL

4.4.1.1 DLPDU generation

For a Type 22 network utilizing the RTFL communication model the frame generation concept is specified. This concept shall be applied by the root device within a RTFL network to cyclically initiate communication. DLPDU generation depicts the generation of an RTFL DLPDU into the RTFL network to be processed by all participating ordinary devices for communication purposes.

If the ordinary devices are arranged in a physical line DLPDUs should be directly forwarded from one interface to the next interface and processed on-the-fly (cut-through).

4.4.1.2 Error detection

For the purpose of error detection, each RTFL device shall verify the FCS (Frame Check Sequence) on receipt of the DLPDU. On forwarding the DLPDU to the next participant, the

FCS is recalculated and re-written. In the case of a detected FCS failure, a device shall indicate this failure using a dedicated error bit within a Type 22 frame and writes the revised FCS. Other ODs can determine by this error bit the validity of the DLPDU content.

A root device can detect the presence of errors within a communication cycle by the usage of the following three options.

- Verification of the Frame Check Sequence (FCS) to detect failures between RD and the first OD.
- Verification of the error bit to detect the presence of a failure between two ODs.
- Verification of the round trip time for each DLPDU to detect the loss of DLPDUs.

4.4.2 Communication model RTFN

This communication model does not apply any particular DLPDU processing procedures. DLPDUs are directly sent between communicating entities.

4.5 General communication mechanisms

4.5.1 Cyclic data channel (CDC)

The cyclic data channel (CDC) is intended for cyclic process data transfer.

For RTFL devices, the cyclic data channel (CDCL) is a DLPDU section reserved within one or more DLPDUs for cyclic data. The devices write data in packets in the CDC and extract relevant data packets. Packets are identified by unique IDs (packet ID, PID). Each OD copies the packets in forward direction to the DLPDU to make data available. All other ODs in the double line can read those packets on the return direction of the DLPDU.

The uniqueness of a packet has to be assured by configuration for the whole communication environment of the packet. Packets used for inter-cell communication between different RTFL networks are labeled by a PID which is unique within all involved DL-segments, while packets within different communication environments (for example different DL-segments) can be labeled with the same PID unique only within their communication environment.

For RTFN devices, the cyclic data channel (CDCN) is based on cyclic point-to-point communication between two devices. Several unidirectional communication links are set up between devices. Each link may be configured with a different cycle time. This communication does not use acknowledgements. Large data volume is handled similar to the RTFL DLPDU sequences. Communication can be based either at MAC or UDP level. A base RTFN cycle time has to be specified for RTFN devices. This time specifies a limit on how often CDCN messages are sent by the RTFN devices.

4.5.2 Message channel (MSC)

The message channel is intended for acyclic communication. Data is transferred in messages. The devices write data in addressed packets to the message channel, while the message channel can contain several messages. The individual message length is variable. A specific protocol, the message channel transfer protocol (MSC-MTP) is used to serve this channel.

For RTFL devices, the message channel consists of one DLPDU (MSCL-frame) per communication cycle for acyclic data and inter-cell communication. There are three different priorities for messages which are used to reserve bandwidth according to the importance of the message. The priority is derived out of the service type of the message content. The size of MSCL-frames is configurable. If the MSC cannot hold all messages in a cycle, an OD can assign transfer space in one of the next cycles (assigning). Reservation includes prioritization depending on the service.

For RTFN devices, the message channel (MSCN) utilizes UDP/IP and the MSC message transfer protocol. There is no prioritization necessary.

4.6 Gateway

The gateway acts as linking element between RTFL and RTFN. In addition, it is a gateway between Type 22 networks and the open network. A device incorporating gateway functionality can be an OD or a RD. The Gateway contains the following functionalities:

- MSC Gateway
- CDC Gateway

Gateway functionality is necessary to enable inter-cell communication. Inter-cell acyclic communication is communication between a RTFL device and a RTFN device or communication between a RTFL device and another RTFL device in a different logical double line (also called cell) interconnected via RTFN using a gateway. Messages must be transported over RTFL MSC (MSCL) as well as over RTFN MSC (MSCN) in order to reach their destination. The different addressing schemas in MSCL and MSCN require a translation as a gateway function. The MSC extended addressing mode facilitates inter-cell acyclic communication.

Inter-cell cyclic communication is the exchange of process data across the RTFN and RTFL network boundaries. The communication parameters for the process data packets contain packet identifiers. The packets are routed across the RTFN/RTFL boundary and the gateway takes care of the packet id resolution.

4.7 Interaction models

4.7.1 Overview

Depending on the specified communication models RTFL and RTFN Type 22 networks utilize different interaction models for cyclic data exchange.

4.7.2 Producer-consumer

Communication model RTFL uses the producer-consumer interaction model. It involves a single producer and a group of zero or more consumer(s). The model is characterized by an unconfirmed service requested by the producer to distribute its cyclic data and a correlated service indication in all available consumers.

4.7.3 Publisher-subscriber

Communication model RTFN utilizes the publisher-subscriber push interaction model for cyclic data exchange. Publisher-subscriber interactions involve a single publisher and a group of one or more subscribers. Two services are used, one confirmed and one unconfirmed. The confirmed service is used by the subscriber to request to join the publishing. The response to this request is returned to the subscriber. The unconfirmed service is used by the publisher to distribute its cyclic data to subscribers.

5 DLPDU structure

5.1 Overview

Networks of this protocol type use standard ISO/IEC 8802-3 DLPDUs for transporting Type 22 DLPDUs.

5.2 Data types and encoding rules

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 big endian style.

The data types and encoding rules shall be valid for the DLL services and protocols. The encoding rules for the DLPDU are specified in ISO/IEC 8802-3. The DLSDU of a ISO/IEC 8802-3 DLPDU 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 DLL a bit sequence is reordered into a sequence of octets. Let $b = b_{n-1}$ to b_0 be a bit sequence. Denote k a non-negative integer such that:

$$8(k - 1) < n \leq 8k$$

Then b is transferred in k octets assembled as shown in Table 3. The bits b_i , $i > n$ of the lowest 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_{15} , ..., b_8 , b_7 , b_6 , ..., b_0

Table 3 – Transfer syntax for bit sequences

Octet number	1.	(k-1).	k.
—	$b_{8k-1} - b_{8k-8}$	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$

5.2.3 Unsigned Integer

Data of basic data type Unsigned n 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

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

is assigned the value

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

EXAMPLE The value $276 = 0x0114$ with data type Unsigned16 is transferred in two octets, first 0x01 and then 0x14.

The Unsigned n data types are transferred as specified in Table 4. Unsigned data types as Unsigned1 to Unsigned7 and Unsigned9 to Unsigned15 will be used too. In this case the next element will start at the first free bit position. The grouping of such data types shall end without resulting gaps.

Table 4 – Transfer syntax for data type Unsignedn

Octet number	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Unsigned8	$b_7 - b_0$	—	—	—	—	—	—	—
Unsigned16	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$	—	—	—	—	—	—
Unsigned24	$b_{23} - b_{16}$	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$	—	—	—	—	—
Unsigned32	$b_{31} - b_{24}$	$b_{23} - b_{16}$	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$	—	—	—	—
Unsigned64	$b_{63} - b_{56}$	$b_{55} - b_{48}$	$b_{47} - b_{40}$	$b_{39} - b_{32}$	$b_{31} - b_{24}$	$b_{23} - b_{16}$	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$

5.2.4 Signed Integer

Data of basic data type Integern 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

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

is assigned the value

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

and, performing two's complement arithmetic,

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

EXAMPLE The value $-276 = 0xFEEC$ with data type Signed16 is transferred in two octets, first $0xFE$ and then $0xEC$.

The Signedn data types are transferred as specified in Table 5. Integer data types as Signed1 to Signed7 and Signed9 to Signed15 will be used too. In this case the next element will start at the first free bit position. The grouping of such data types shall end without resulting gaps.

Table 5 – Transfer syntax for data type Signedn

Octet number	1.	2.	3.	4.
Signed8	$b_7 - b_0$	—	—	—
Signed16	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$	—	—
Signed32	$b_{31} - b_{24}$	$b_{23} - b_{16}$	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$

5.2.5 Octet Array

The data type OctetArray[*length*] is defined below; *length* is the length of the octet array.

ARRAY [length] OF Unsigned8 OctetArray[*length*]

5.3 DLPDU identification

Type 22 DLPDUs inside an ISO/IEC 8802-3 DLPDU shall be identified using the EtherType DLPDU field. The Type field shall contain the value $0x9C40$, which is the unique Type field number that has been allocated by the IEEE EtherType Field Registration Authority for Type 22 telegrams.

NOTE This field number refers to Type 22 communication.

UDP packets are delivered depending on the destination port. For Type 22 DLPDUs inside an UDP DLPDU, the port shall be 0x9C40, which is the unique port number assigned by the Internet Assigned Numbers Authority (IANA) for Type 22.

5.4 General DLPDU structure

5.4.1 Type 22 DLPDU inside an ISO/IEC 8802-3 DLPDU

The DLPDU structure for a Type 22 DLPDU inside an ISO/IEC 8802-3 DLPDU consists of the data entries as specified in Table 6.

Table 6 – Type 22 DLPDU inside an ISO/IEC 8802-3

Frame part	Data field	Data type	Value/description
ISO/IEC 8802-3	Destination Address	Unsigned8[6]	Destination address as specified in ISO/IEC 8802-3
	Source Address	Unsigned8[6]	Source address as specified in ISO/IEC 8802-3
	Length/Type	Unsigned8[2]	0x9C40 (Type 22)
	Type 22 DLPDU	—	As specified in 5.4.4
	PAD	Unsigned8[n]	Shall be inserted if DLPDU is shorter than 64 octets as specified in ISO/IEC 8802-3
ISO/IEC 8802-3 FCS	FCS	Unsigned32	Frame Check Sequence coding as specified in ISO/IEC 8802-3

5.4.2 Type 22 DLPDU inside a VLAN tagged ISO/IEC 8802-3 DLPDU

The DLPDU structure for a Type 22 DLPDU inside a VLAN tagged ISO/IEC 8802-3 DLPDU consists of the data entries as specified in Table 7.

Table 7 – Type 22 DLPDU inside a VLAN tagged ISO/IEC 8802-3 DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
ISO/IEC 8802-3	Destination Address	Unsigned8[6]	Destination address as specified in ISO/IEC 8802-3
	Source Address	Unsigned8[6]	Source address as specified in ISO/IEC 8802-3
	VLAN Tag	Unsigned8[4]	0x8100 (tag protocol identifier) 0xC000 (two Unsigned8s tag control information as specified in IEEE 802.1Q)
	Length/Type	Unsigned8[2]	0x9C40 (Type 22)
	Type 22 DLPDU	—	As specified in 5.4.4
	PAD	Unsigned8[n]	Shall be inserted if DLPDU is shorter than 64 octets as specified in ISO/IEC 8802-3
ISO/IEC 8802-3 FCS	FCS	Unsigned32	Frame Check Sequence as specified in ISO/IEC 8802-3

5.4.3 Type 22 DLPDU inside an UDP DLPDU

The DLPDU structure for a Type 22 DLPDU inside an ISO/IEC 8802-3 DLPDU consists of the data entries as specified in Table 8.

Table 8 – Type 22 DLPDU inside an UDP DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
ISO/IEC 8802-3	Destination address	Unsigned8[6]	Destination address as specified in ISO/IEC 8802-3
	Source address	Unsigned8[6]	Source MAC address as specified in ISO/IEC 8802-3
	VLAN Tag (optional)	Unsigned8[4]	0x8100 (tag protocol identifier) 0xC000 (two Unsigned8s tag control information as specified in IEEE 802.1Q)
	Length/Type	Unsigned8[2]	0x0800 (IP)
IP as specified in RFC 791	Version header length	Unsigned8	0x45 (IP version(4) header length (5*4 octets))
	Service	Unsigned8	0x00 (IP type of service)
	Total length	Unsigned16	IP total length of service
	Identification	Unsigned16	IP identification packet for fragmented service
	Flags and fragments offset	Unsigned16	IP flags and IP fragment number
	Ttl	Unsigned8	Time to live
	Protocol	Unsigned8	0x11 (IP sub-protocol – this value is reserved for UDP)
	Header checksum	Unsigned16	IP header checksum
	Source IP address	Unsigned8[4]	IP source address of the originator
	Destination IP address	Unsigned8[4]	IP destination address of the recipient
UDP as specified in RFC 768	Src port	Unsigned16	UDP source port
	Dest port	Unsigned16	0x9C40 (UDP destination port)
	Length	Unsigned16	UDP length of DLPDU
	Checksum	Unsigned16	UDP checksum of DLPDU
	Type 22 DLPDU	—	As specified in 5.4.4
	Padding	Unsigned8[n]	Shall be inserted if DLPDU is shorter than 64 octets as specified in ISO/IEC 8802-3
FCS	FCS	Unsigned32	Frame Check Sequence as specified in ISO/IEC 8802-3

5.4.4 Type 22 DLPDU structure

5.4.4.1 Introduction

The data structure of a Type 22 DLPDU shall follow the general structure of a Type 22 DLPDU as specified in Table 9.

Table 9 – General structure of a Type 22 DLPDU

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
Type 22 DLPDU	Header	OCTET[1]	Defines the DLPDU type
	Payload	OCTET[0-1499]	The content of this entry depends on the header information

5.4.4.2 Header

The DLPDU header shall distinguish the various Type 22 DLPDUs. The DLPDU header structure is shown in Table 10.

Table 10 – DLPDU header structure

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	Identifies different DLPDU types

5.4.4.3 Payload

All transmitted data are permitted to have arbitrary bit sequences. The structure of data transmitted within payload field depends on the type of Type 22 DLPDUs.

5.5 Communication management DLPDUs

5.5.1 Network verification DLPDUs

The network verification (NV) DLPDUs are Type 22 DLPDUs and shall follow the structure specified in Table 11, Table 12, Table 13 and Table 14.

Table 11 – Network verification prepare DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x10: NV prepare message
NV header	Sequence number	Unsigned16	Continuous sequence number
NV data	MAC RD	Unsigned8[6]	MAC address of RD

Table 12 – Network verification environment DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x11: NV environment message
NV header	Sequence number	Unsigned16	Continuous sequence number
NV data	MAC RD	Unsigned8[6]	MAC address of the root device
	MAC PD	Unsigned8[6]	MAC address of the predecessor

Table 13 – Network verification information DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x12: NV information message
NV header	Sequence number	Unsigned16	Continuous sequence number
NV data	Identification data	—	Contains identification data of a device as specified in 5.5.3

Table 14 – Network verification acknowledgement DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x13: NV acknowledgement message
NV header	ACK sequence number	Unsigned16	Sequence number of acknowledged DLPDU
NV data	ACK type	Unsigned8	Indicates the type of the acknowledged DLPDU

5.5.2 RTFN scan network read DLPDUs

The RTFN scan network read (RTFNSNR) DLPDUs are Type 22 DLPDUs and shall follow the structure specified in Table 15 and Table 16

Table 15 – RTFN scan network read request DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x80: RTFN scan network read request

Table 16 – RTFN scan network read response DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x81: RTFN scan network read response
RTFNSNR data	Identification data	—	Contains identification data of a device as specified in 5.5.3

5.5.3 Identification data

5.5.3.1 Identification data specification

The identification data field is part of NV DLPDUs as specified in 5.5.1 and RTFNSNR DLPUs as specified in 5.5.2. Identification data shall follow the structure specified in Table 17.

Table 17 – Identification data

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Identification data	Version	Unsigned16	Version of the Type 22 protocol implementation
	SerialNumber	Unsigned32	Serial number of the device
	Vendor ID	Unsigned32	Identifies the vendor
	ProductNumber	Unsigned32	Product number of device
	RevisionNumber	Unsigned32	Revision number of device
	SymbolicDeviceNameSize	Unsigned16	Length of the symbolic device name string in octets
	SymbolicDeviceName	Unsigned16[64]	Symbolic device name
	DeviceType	Unsigned32	0x00: unknown type
	PhyLinkPort1	Unsigned8	Link state of port 1
	PhyLinkPort2	Unsigned8	Link state of port 2
	RTF support	Unsigned8	0x00: no support 0x01: RTFL supported 0x10: RTFN supported

Frame part	Data field	Data type	Value/description
			0x11: RTFL and RTFN supported
	IPv4 address	Unsigned8[4]	IPv4 address of the device
	IPv4 subnet mask	Unsigned8[4]	IPv4 subnet mask
	IPv4 gateway	Unsigned8[4]	IPv4 address of default gateway
	IPv4 1. DNS server	Unsigned8[4]	IPv4 address of 1. DNS server
	IPv4 2. DNS server	Unsigned8[4]	IPv4 address of 2. DNS server
	IPv6 address	Unsigned8[16]	IPv6 address of the device
	IPv6 CIDR	Unsigned8	IPv6 category address
	IPv6 1. DNS server	Unsigned8[16]	IPv6 address of 1. DNS server
	IPv6 2. DNS server	Unsigned8[16]	IPv6 address of 2. DNS server
	UseDHCP server	Unsigned8	Indicates the usage of a DHCP server
	MAC PD	Unsigned8[6]	MAC address of the predecessor
	Device MAC	Unsigned8[6]	MAC address of this device
	DeviceRole	Unsigned8	Indicates the role of this device within the network

5.5.3.2 PhyLinkPortX

The PhyLinkPortX field is part of the identification data and its coding is depicted in Table 18.

Table 18 – PhyLinkPortX

Bit	Value	Description
0 to 1	00	10 MBit/s data transfer rate
	01	100 MBit/s data transfer rate
	10	1 GBit/s data transfer rate
	11	10 GBit/s data transfer rate
2 to 3	00	Reserved
4	0	Half duplex
	1	Full duplex
5	0	Auto negotiation off
	1	Auto negotiation on
6	0	No link
	1	Link
7	0	Port not present
	1	Port present

5.5.3.3 RTF support

The RTF support field is part of the identification data and its coding is depicted in Table 19.

Table 19 – RTF support

Bit	Value	Description
0 to 3	0000	RTFL not supported
	0001	RTFL supported
4 to 7	0000	RTFN not supported

Bit	Value	Description
	0001	RTFN supported

5.5.3.4 UseDHCP

The UseDHCP field is part of the identification data and its coding is depicted in Table 20.

Table 20 – UseDHCP

Bit	Value	Description
0 to 3	0000	IPv4 static IP
	0001	IPv4 DHCP
	0010	IPv4 automatic IP
4 to 7	0000	IPv6 static IP
	0001	IPv6 DHCP
	0010	IPv6 automatic IP

5.5.3.5 DeviceRole

The DeviceRole field is part of the identification data and its coding is depicted in Table 21.

Table 21 – DeviceRole

Bit	Value	Description
0	0	RD not supported
	1	RD supported
1	0	Gateway not supported
	1	Gateway supported
2	0	OD not supported
	1	OD supported
3	0	Switch not supported
	1	Switch supported
4	0	PCS not supported
	1	PCS supported
5 to 7	000	Reserved

5.5.4 RTFN connection management DLPDU

The RTFN connection management (RTFNCM) DLPDU is a Type 22 DLPDU and shall follow the structure specified in Table 22.

Table 22 – RTFN connection management DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x40: CDCN subscribe request 0x41: CDCN subscribe acknowledge 0x42: CDCN unsubscribe 0x44: CDCN unpublished
RTFNCM Header	Version	Unsigned8	CDCN protocol version
	ID data count	Unsigned16	Indicates the number of ID data packets listed within ID data data field
RTFNCM data	ID data 1	—	Indicates the 1st process data object of the connection which has to be established as specified in 5.5.5
	...	—	—
	ID data N	—	Indicates the Nth process data object of the connection which has to be established as specified in 5.5.5

The CDCN connection still alive DLPDU is a Type 22 DLPDU and shall follow the structure specified in Table 23.

Table 23 – CDCN connection still alive DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x43: CDCN still alive

5.5.5 ID data

The ID data data field is part of the RTFN connection management DLPDU. Its structure is specified in Table 24.

Table 24 – ID data

Frame part	Data field	Data type	Value/description
ID data	Packet ID	Unsigned24	Unique identifier for a process data object
	UseUDP	Unsigned8	Indicates the usage of pure ISO/IEC 8802-3 DLPDUs or UDP protocol
	IP address	Unsigned8[4]	IP address of the subscriber

5.5.6 RTFL control DLPDU

The RTFL control (RTFLCTL) DLPDU is a Type 22 DLPDU and shall follow the structure specified in Table 25.

Table 25 – RTFL control DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x30: RTFL control (CL reset)

5.5.7 RTFL configuration DLPDUs

The RTFL configuration (RTFLCFG) DLPDUs are Type 22 DLPDUs and shall follow the structure specified in Table 26 and Table 27.

Table 26 – RTFL configuration DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x20: RTFLCFG frame
RTFLCFG header	Sequence number	Unsigned16	Continuous sequence number
RTFLCFG data	Previous MAC address	Unsigned8[6]	MAC address of the predecessor device
	Next MAC address	Unsigned8[6]	MAC address of the successor device
	Next MAC alternative	Unsigned8[6]	MAC address of an alternative successor
	Device address	Unsigned16	Device address of the device
	MSCShortMsgSize	Unsigned16	Indicates maximal message size for un-segmented transfer
	Number of frames	Unsigned8	Indicates the number of frames for CDC and MSC communication channel
	Cycle time	Unsigned32	Indicate the cycle time of the communication cycle
	RTF timeout	Unsigned32	Timeout monitoring
	Master clock DA	Unsigned16	Indicates the device address of the device which integrates the master clock
	IPv4 address	Unsigned8[4]	IPv4 address of the device
	IPv4 subnet mask	Unsigned8[4]	IPv4 subnet mask
	IPv4 gateway	Unsigned8[4]	IPv4 address of default gateway
	IPv4 1. DNS server	Unsigned8[4]	IPv4 address of 1. DNS server
	IPv4 2. DNS server	Unsigned8[4]	IPv4 address of 2. DNS server
	IPv6 address	Unsigned8[16]	IPv6 address of the device
	IPv6 CIDR	Unsigned8	IPv6 category address
	IPv6 1. DNS server	Unsigned8[16]	IPv6 address of 1. DNS server
	IPv6 2. DNS server	Unsigned8[16]	IPv6 address of 2. DNS server
	UseDHCP server	Unsigned8	Indicates the usage of a DHCP server

Table 27 – RTFL configuration acknowledgement DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x21: RTFLCFG acknowledgement frame
RTFLCFG header	Sequence number	Unsigned16	Continuous sequence number

5.6 Cyclic data channel (CDC) DLPDUs

5.6.1 Cyclic data channel line (CDCL) DLPDU

The CDCL DLPDU is a Type 22 frame and shall follow the structure specified in Table 28.

Table 28 – CDCL DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x02: RTFL CDC write frame 0x03: RTFL CDC read frame
CDCL header	Cycle counter	Unsigned16	Indicates the number of the actual cycle
	Frame counter	Unsigned8	Indicates the number of a frame within a cycle
	Length	Unsigned16	Length in octets of CDC write pointer and cyclic data fields
	CDC write pointer	Unsigned16	Indicates the write section for cyclic communication
CDC payload	CDC data section	OctetArray[x]	Cyclic DLPDU data as specified in 5.7
CDCL status	Status	Unsigned8[1]	0x00: No failure 0x01: Check of FCS failed

5.6.2 Cyclic data channel network (CDCN) DLPDU

The CDCN DLPDU is a Type 22 frame and shall follow the structure specified in Table 29.

Table 29 – CDCN DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x60: RTFN CDC data frame
CDCN header	Version	Unsigned8	CDCN protocol version
	Size	Unsigned16	Indicates the size of cyclic data field
CDC payload	CDC data section	—	Cyclic DLPDU data as specified in 5.7

5.7 Cyclic data channel (CDC) DLPDU data

5.7.1 Cyclic data channel (CDC) DLPDU data arrangement

The arrangement of real-time data within the CDC data section shall follow the structure as specified in Table 30.

Table 30 – CDC DLPDU data arrangement

Frame part	Data field	Data type	Value/description
CDC data section	CDC packet 1	—	First configurable data object depicting in-/output data of participating devices
	...	—	—
	CDC packet N	—	Nth configurable data object depicting in-/output data of participating devices

5.7.2 Cyclic data channel (CDC) DLPDU data

The CDC DLPDU data is part of CDCL DLPDU as specified in 5.6.1 and CDCN DLPDU as specified in 5.6.2. The structure of CDCL DLPDU data shall be as specified in Table 31.

Table 31 – CDC DLPDU data

Frame part	Data field	Data type	Value/description
CDC packet	PID	Unsigned24	The packet ID uniquely identifies the process data object within a Type 22 network
	Len	Unsigned8	Length of the CDC DLPDU data packet including PID and Len field in octets
	Data	OctetArray [Len-4]	Process data

5.8 Message channel (MSC) DLPDUs

5.8.1 Message channel line (MSCL) DLPDU

5.8.1.1 Message channel line (MSCL) DLPDU specification

The MSCL DLPDU is a Type 22 frame and shall follow the structure specified in Table 32.

Table 32 – MSCL DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x00: MSC write frame 0x01: MSC read frame
MSCL Header	Cycle counter	Unsigned16	Indicates the number of the actual cycle
	MSCL control	Unsigned8	Contains control bits to set parameters for the communication
	System time	Unsigned64	Indicates the time at which the packet passed the master clock
	Reserved	Unsigned16	Reserved for further usage
	Length	Unsigned16	Length in octets of MSC write pointer and message data fields
	MSC write pointer	Unsigned16	Indicates the next write position in the message data section
	Assigned priority 1 count	Unsigned16	Indicates assigned priority 1 messages (highest priority)
	Assigned priority 2 count	Unsigned16	Indicates assigned priority 2 messages
	Assigned priority 3 count	Unsigned16	Indicates assigned priority 3 messages (lowest priority)
MSC data	MSC-MTP frame 1	—	Message data as specified in 5.9
	...	—	—
	MSC-MTP frame N	—	Message data as specified in 5.9
MSCL status	Status	Unsigned8	0x00: No failure 0x01: Check of FCS failed

5.8.1.2 MSCL control field

The MSCL control field is part of the MSCL DLPDU and its coding is depicted in Table 33.

Table 33 – MSCL control

Bit	Value	Description
0	1	Reset of assigned priority count fields, the previous applied priority reservations are invalid
1	1	Indicates that the line is running in diagnostic mode
2	1 0	Indicates that the PCS clocks are synchronized If a delay measurement is executed this bit is set to 0 until the delay measurement is finished
3	1	Timestamp is used for controlling local clock
4 to 7	0	Reserved for further usage

5.8.2 Message channel network (MSCN) DLPDU

The MSCN DLPDU is a Type 22 DLPDU and shall follow the structure specified in Table 34.

Table 34 – MSCN DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x70: MSCN message
MSC data	MSC-MTP frame	—	Message data as specified in 5.9

5.9 Message channel DLPDU data - MSC message transfer protocol (MSC-MTP)

5.9.1 Overview

This sub-clause specifies the DLPDUs of the MSC message transfer protocol (MSC-MTP) which is used in MSC communication for both communication models RTFL and RTFN.

It provides a segmented and confirmed data transmission. If the data volume to be transferred is small enough, it is transferred using the MSC-MTP without segmentation. The maximum data volume which is transferred without segmentation is configuration dependent.

The MSC message transfer protocol shall be used for confirmed acyclic message exchange within MSCL DLPDUs as specified in 5.8.1 and MSCN DLPDUs as specified in 5.8.2.

5.9.2 MSC-MTP frame

5.9.2.1 MSC-MTP frame specification

The MSC-MTP frame is a Type 22 frame and shall follow the structure specified in Table 35.

Table 35 – MSC-MTP frame structure

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP frame	Addr. type	Unsigned8	Indicates the addressing mode and the priority of the message
	Device DA	Unsigned16	Indicates the device address of the destination 0xFFFF: Broadcast address 0xFFFE: SEF multicast address
	Device SA	Unsigned16	Indicates the device address of the source
	Message length	Unsigned16	Indicates the total size of the MSC-MTP frame in octets
	IP address (optional)	Unsigned8[4] or Unsigned8[16]	Indicates the source or destination IP address in the case of extended addressing mode
	MSC-MTP frame data	—	As specified in 5.9.3

5.9.2.2 Address type

The MSC-MTP frame header shall distinguish between normal addressing mode and extended addressing mode. Extended addressing inserts an additional field (IP address) in the message header and facilitates inter-cell acyclic communication.

The address type field is part of the MSC-MTP frame and its coding is depicted in Table 36.

Table 36 – Address type

Bit	Value	Description
0 to 2	0000	Reserved
3 to 4	00	Priority 0 (not used)
	01	Priority 1
	10	Priority 2
	11	Priority 3
5	0	IP version 4
	1	IP version 6
6 to 7	00	Normal addressing mode
	01	Extended addressing mode, IP address is destination address
	10	Extended addressing mode, IP address is source address
	11	Reserved

5.9.3 MSC-MTP frame data

5.9.3.1 Init

The MSC-MTP Init is a Type 22 DLPDU and shall follow the structure specified in Table 37.

Table 37 – MSC-MTP Init structure

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP frame data	CMD	Unsigned3	0x1: Init frame
	Handle	Unsigned5	Identifies the session
	Version	Unsigned8	Indicates the version of the message transfer protocol
	Reserved	Unsigned7	Reserved for upcoming control flags
	WithAck	Unsigned1	0x1: Confirmed communication expected 0x0: Unconfirmed communication expected (no Acknowledgment e.g broadcast)
	Octet counter	Unsigned32	Indicates the message size

5.9.3.2 Init_Fast

The MSC-MTP Init_Fast is a Type 22 frame and shall follow the structure specified in Table 38.

Table 38 – MSC-MTP Init_Fast structure

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP frame data	CMD	Unsigned3	0x2: Init_Fast frame
	Handle	Unsigned5	Identifies the session
	Version	Unsigned8	Indicates the version of the message transfer protocol
	Octet counter	Unsigned32	Indicates the number of transmitted data octets within this DLPDU
	Reserved	Unsigned7	Reserved for upcoming control flags
	WithAck	Unsigned1	0x1: Confirmed communication expected 0x0: Unconfirmed communication expected (no Acknowledgment e.g broadcast)
	MSC-MTP message data		Data to be sent as specified in 5.9.4

5.9.3.3 Send

The MSC-MTP Send is a Type 22 DLPDU and shall follow the structure specified in Table 39.

Table 39 – MSC-MTP Send structure

Frame part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP DLPDU data	CMD	Unsigned3	0x3: Send DLPDU 0x4: Send_Last DLPDU
	Handle	Unsigned5	Identifies the session
	Octet counter	Unsigned32	Indicates the number of transmitted data octets for this session including the content of this DLPDU
	MSC-MTP message data	—	Segment of data to be sent as specified in 5.9.4

5.9.3.4 Acknowledgement

The MSC-MTP Acknowledgement is a Type 22 DLPDU and shall follow the structure specified in Table 40.

Table 40 – MSC-MTP Acknowledgement structure

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP DLPDU data	CMD	Unsigned3	0x5: Acknowledgement DLPDU
	Handle	Unsigned5	Identifies the session
	Version	Unsigned8	Indicates the version of the message transfer protocol
	Octet counter	Unsigned32	Confirmation of received octets
	MSS	Unsigned16	Maximum segment size

5.9.3.5 Abort

The MSC-MTP Abort is a Type 22 DLPDU and shall follow the structure specified in Table 41.

Table 41 – MSC-MTP Abort structure

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP DLPDU data	CMD	Unsigned3	0x0: Abort DLPDU
	Handle	Unsigned5	Identifies the session to be aborted
	Reason	Unsigned32	0x1: General error 0x2: Timeout 0x3: Out of memory 0x7: Unexpected segment 0xC: Unknown Version
	CMD	Unsigned3	CMD of the last DLPDU the abort sender received
	Handle	Unsigned5	Identifies the session of the last DLPDU the abort sender received

5.9.4 MSC-MTP message data encoding

5.9.4.1 Overview

The MSC-MTP message data depicts the payload of the MSC-MTP protocol. The MSC service used by a DLS-user and different DL-services available for the usage by DL-users are based on it.

5.9.4.2 MSC-MTP message data specification

The general structure of message data shall follow the structure specified in Table 42.

Table 42 – Data structure of a message

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	Defines the type of service
	MSC service data	OctetArray[x]	Contains service data

5.10 Time synchronization

5.10.1 DelayMeasurement start

The DelayMeasurement start service shall be encoded as specified in Table 43.

Table 43 – DelayMeasurement start encoding

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0xF0: Indicates RTFL communication layer service
MSC service data	CL CMD	Unsigned8	0x01: DelayMeasurement start
	CMD handle	Unsigned8	Session identification number
	Repeat count	Unsigned8	Indicates the number of communication cycles used for propagation delay measurement

5.10.2 DelayMeasurement read

The DelayMeasurement read service shall be encoded as specified in Table 44.

Table 44 – DelayMeasurement read encoding

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0xF0: Indicates RTFL communication layer service
MSC service data	CL CMD	Unsigned8	0x02: DelayMeasurement read
	CMD handle	Unsigned8	Session identification number
	RTFL-delay	Unsigned32	Indicates the average delay between DLPDUs

5.10.3 PCS configuration

The PCS configuration service shall be encoded as specified in Table 45.

Table 45 – PCS configuration encoding

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0xF0: Indicates RTFL communication layer service
MSC service data	CL CMD	Unsigned8	0x03: PCS configuration
	CMD handle	Unsigned8	Session identification number
	Clock configuration	Unsigned32	Contains the configuration data for clock adjustment

5.10.4 Time synchronization service

The time synchronization service shall be encoded as specified in Table 46 and Table 47.

Table 46 – Time synchronization service request

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0xF4: Indicates common communication layer service

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
MSC service data	CL CMD	Unsigned8	0x12: Sync_Start request
	CMD handle	Unsigned8	Session identification number
	Sync ID	Unsigned16	Indicates the network wide unique ID for the requested sync interrupt

Table 47 – Time synchronization service response

DLPDU part	Data field	Data type	Value/description
MSC-MTP message data	MSC service type	Unsigned8	0xF4: Indicates common communication layer service
MSC service data	CL CMD	Unsigned8	0x13: Sync_Start response
	CMD handle	Unsigned8	Session identification number
	Sync ID	Unsigned16	Indicates the network wide unique ID for the requested sync interrupt
	Start time	Unsigned64	Indicates the start time of the sync interrupt

6 Telegram timing and DLPDU handling

6.1 Communication mechanism

6.1.1 Communication model RTFL

6.1.1.1 Overview

The Type 22 RTFL DLL transfers data in a cyclic manner. Data transfer is handled by telegram transfer from one device to the next along a logical double line. The line corresponds to the logical addressed device sequence and not necessarily to the physical topology. Therefore it is called a logical double line.

Data transmission is initiated by the root device (RD) cyclically generating the RTF Ethernet DLPDUs and sending it to the first ordinary device (OD) in the logical double line. Each OD in the line receives these Ethernet DLPDUs from its predecessor, writes its data into the DLPDUs and sends them on to the next OD in the logical double line. Addressing and line setup is handled using MAC addresses. Each OD knows the MAC address of its logically next and previous device according to the configuration.

The last OD in the line writes its data to the DLPDU but also reads required data and returns the DLPDU to the logically previous OD. The RTFs are transferred along exactly the same way back to the RD and thus making a double line. In backward direction, the ODs read their relevant data from the RTF. This enables the exchange of data between ODs in one bus cycle.

The frame processing units enable concurrent on-the-fly (cut-through) processing of Type 22 DLPDUs in forward and backward direction. Data to be sent is written in forward direction while receive data is extracted in backward direction. Time stamping unit (TSU) is required to determine the exact point in time of the receipt of DLPDUs. It is used for PCS to enable the adjustment of the real-time clock.

6.1.1.2 DLPDU sequence

The sequence of transmitted Type 22 DLPDUs shall be repeated every communication cycle. The number and size of DLPDUs shall be dependent on the amount of process data and

message data and is configuration dependent. Communication is always initiated by the root device.

The DLPDU length of the MSCL and CDCL DLPDUs shall remain constant and thus have the same length at each communication cycle. A communication cycle shall be characterized by the sequence of one MSCL DLPDU followed by at least one CDCL DLPDU. For the necessity of two or more CDCL DLPDUs, the DLPDUs shall be transmitted consecutive.

A communication cycle shall start with the MSCL DLPDU. A communication cycle shall be identified using the data field cycle counter as specified in 5.8.1 for MSCL and 5.6.1 for CDCL.

Figure 1 shows an arrangement of CDCL and MSCL DLPDUs. This figure shows an example of possible DLPDU arrangements and does not restrict other combinations which follow the specification stated above.

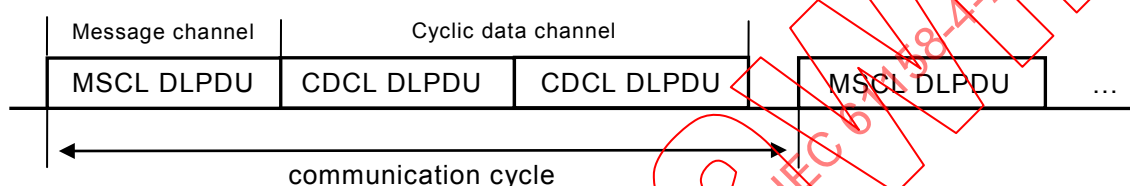


Figure 1 – DLPDU sequence

6.1.2 Communication model RTFN

The Type 22 RTFN DLL utilizes point-to-point connections. In order to set up a connection the communication participants use a protocol based on UDP as specified in IETF RFC 768. It is possible to set up several connections between communicating devices.

RTFN communication employs CDC and MSC mechanisms. Depending on the mechanism, communication utilizes either ISO/IEC 8802-3 DLPDUs or it is based on UDP protocol. The direct ISO/IEC 8802-3 DLPDU utilization reduces DLPDU processing delays and is suitable for sending process data. Alternatively, UDP is used for cyclic data with the advantage of routability. For MSC based message exchange, UDP and the MSC-MTP are used. Cyclic and acyclic communication is not based on a common communication cycle.

CDCN is based on cyclic sending of an individual or a sequence of Type 22 CDCN DLPDUs, depending on the process data volume. The destination device does not acknowledge the receipt of data, error handling in case of packet failure must be provided by the DL-user. A base RTFN cycle time shall be specified for RTFN devices during configuration. This time specifies a lower limit on how often CDCN messages are sent by the RTFN devices.

MSCN is based on acyclic sending of Type 22 MSCL DLPDUs. Utilizing the MSC-MTP the destination device acknowledges the receipt of data.

Figure 2 illustrates a possible communication relationship between two devices (Device 1 and Device 2). There is exactly one acyclic connection (MSCN) in each direction (connections B and C). Device 1 sends cyclic data using one connection to device 2 (connection A). Device 2 uses two connections to send cyclic data to Device 1. This is useful in the case of the necessity for different cycle times for connection D and E. This figure shows an example of possible communication relationships and does not restrict other combinations.

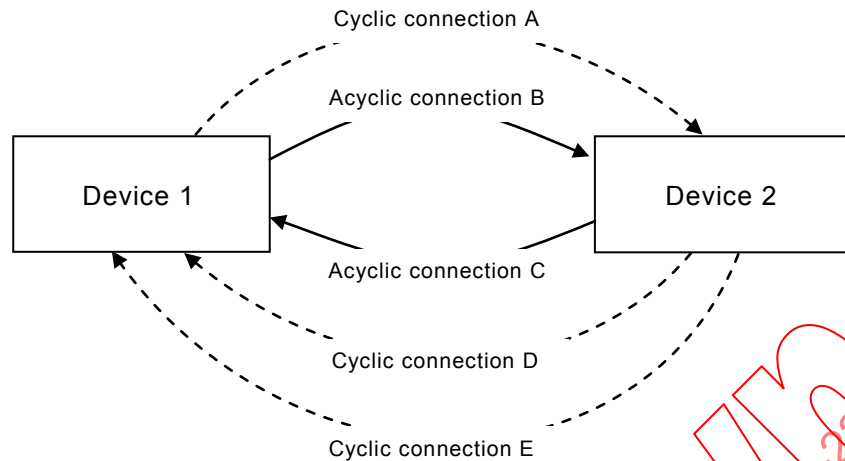


Figure 2 – Communication relationship RTFN device

6.2 Device synchronization

6.2.1 Communication model RTFL – precise clock synchronization

Precise clock synchronization (PCS) is used to synchronize devices. PCS describes a mechanism to maintain synchronized clocks within a Type 22 RTFL network. Since each device introduces a delay in the forward and backward direction (within the device and on the physical link), the propagation delay time between the global time base and the respective device clock shall be considered during the synchronization of the clocks.

The master clock (MC) within a Type 22 segment is the global time base. Its clock is used to synchronize the clocks of the other devices. The MC can be externally synchronized according to IEC 61588. It can be integrated into the root device, an ordinary device or incorporated as a stand-alone ordinary device. If the MC is a stand-alone device or an ordinary device, it shall be the first device after the root device.

The master clock shall transmit the system time in each MSCL DLPDU to all slaves. Each OD stores the time when each MSCL DLPDU passes the TSU in forward direction and in backward direction. The difference between these times can be requested by the RD. Furthermore each OD shall read the system time in forward direction out of the MSCL DLPDU.

The root device shall calculate the network delays during network initialization and operation and take these into account to configure the clock adjustment within ordinary devices. After completion of the delay measurement and the successful configuration of the clock adjustment each OD corrects its time based on the received system time. Furthermore, the RD configures an average time for each OD. If the current difference significantly differs from the average value during normal operation, the OD shall react in sending an error message or in ignoring the current value.

6.2.2 Communication model RTFN

For the necessity of device synchronization, synchronization services according to IEC 61588 shall be used to synchronize RTFN devices. In the case of the necessity for device synchronization, RTFN devices shall act as ordinary clock. It is recommended that in addition RTFN devices should act as boundary clocks.

Additionally, the management node PTP device type may be supported. It can be combined with any of the two PTP device types ordinary clock or boundary clock or it can be integrated within a non-synchronized RTFN device.

Each RTFN device shall at least support the IEC 61588 default PTP profile for use with the delay request-response mechanism with the PTP profile 00-1B-19-00-01-00 in version 1.0.

7 Type 22 protocol machines

7.1 RTFL device protocol machines

7.1.1 Overview

Figure 3 depicts the general protocol machine structure within a Type 22 RTFL device by showing its protocol machines and their interaction.

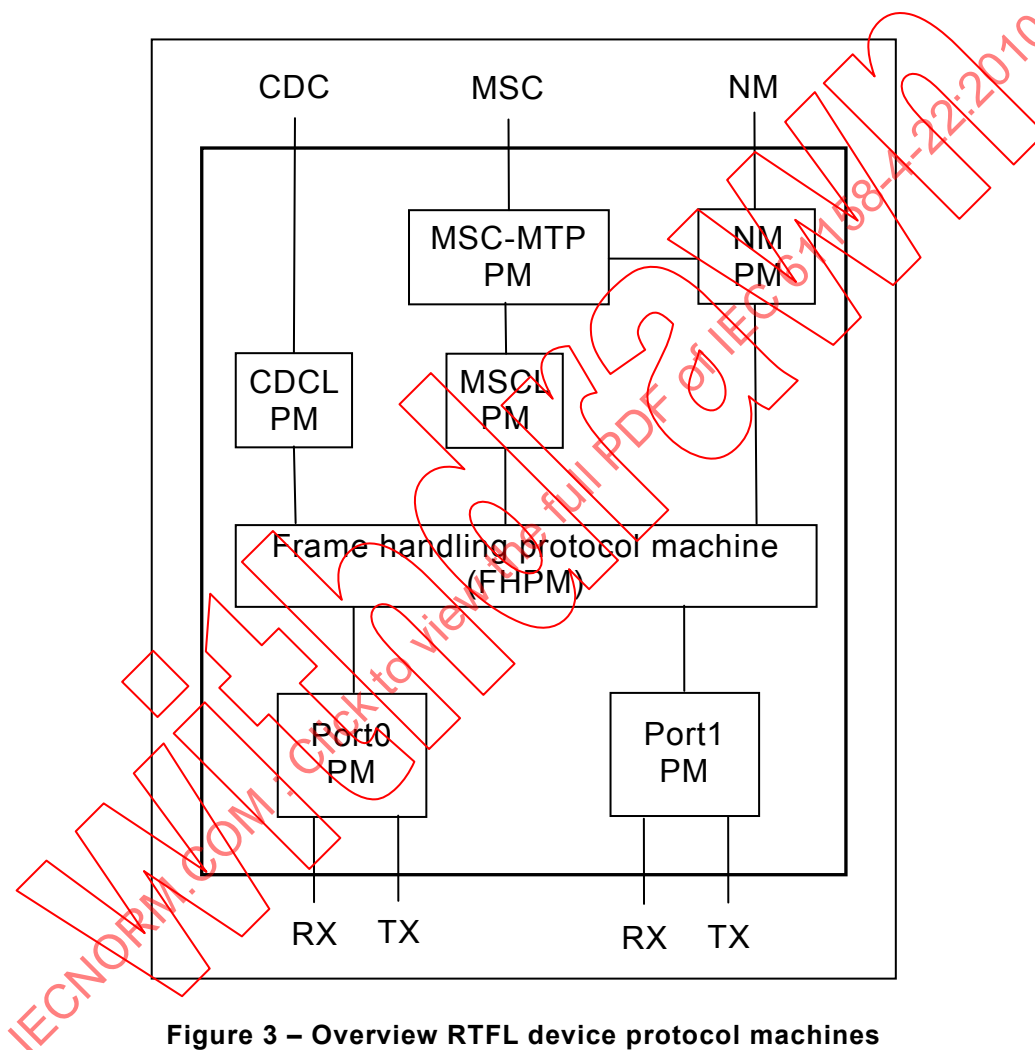


Figure 3 – Overview RTFL device protocol machines

7.1.2 PortX protocol machine (PortX PM)

The PortX PM provides the interconnection between frame handling protocol machine (FHPM) and the reconciliation sublayer and media independent interface of the physical layer according to ISO/IEC 8802-3 for one designated port of a RTFL device. There exists no explicit protocol machine for ports as it follows the rules defined for ports in ISO/IEC 8802-3.

7.1.3 Frame handling protocol machine (FHPM)

The frame handling protocol machine processes the ISO/IEC 8802-3 DLPDUs. FHPM splits incoming DLPDUs up and extracts all Type 22 DLPDUs. It maps the different incoming Type 22 DLPDUs to the different protocol machines CDCLPM, MSC-LPM and NMPM. Furthermore, the arrangement of Type 22 DLPDUs within outgoing ISO/IEC 8802.3 DLPDUs issued by the protocol machines CDCLPM, MSC-LPM, NMPM and PCSPM is handled.

FHPM consists of two independent sub-PMs, each responsible for the DLPDU processing for one logical processing direction (i.e. forward direction for data writing, backward direction for data extraction) and therefore interacting with its corresponding PortX PM. Figure 4 illustrates the protocol machine for sending of Type 22 DLPDUs.

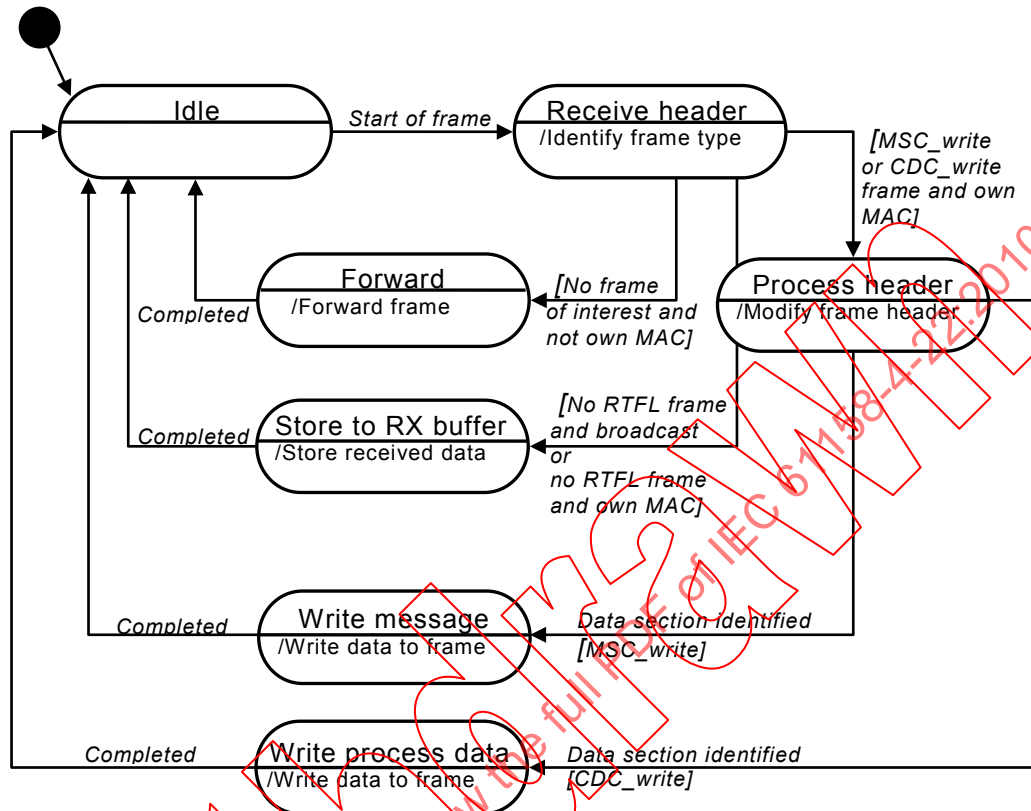


Figure 4 – Protocol machine send DLPDU procedure

Figure 5 illustrates the protocol machine for the receipt of Type 22 DLPDUs.

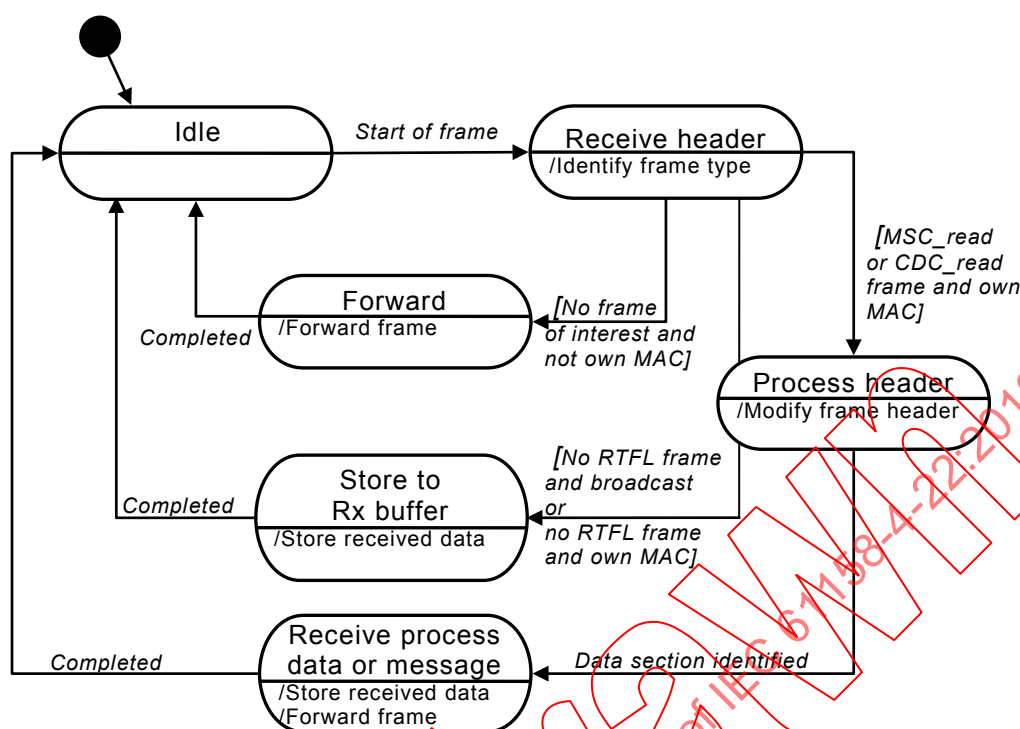


Figure 5 – Protocol machine receive DLPDU procedure

7.1.4 Cyclic data channel line protocol machine (CDCLPM)

7.1.4.1 Overview

CDCL protocol machine handles the exchange of process data objects between DLS-user and FHPM. The CDCLPM combines or extracts process data objects according to the CDCL protocol specified within this standard and forwards the service requests to the FHPM or to the DLS-user.

7.1.4.2 CDCL send sequence

Figure 6 depicts the sequence of necessary actions and operations to send Type 22 CDC DLPDUs.

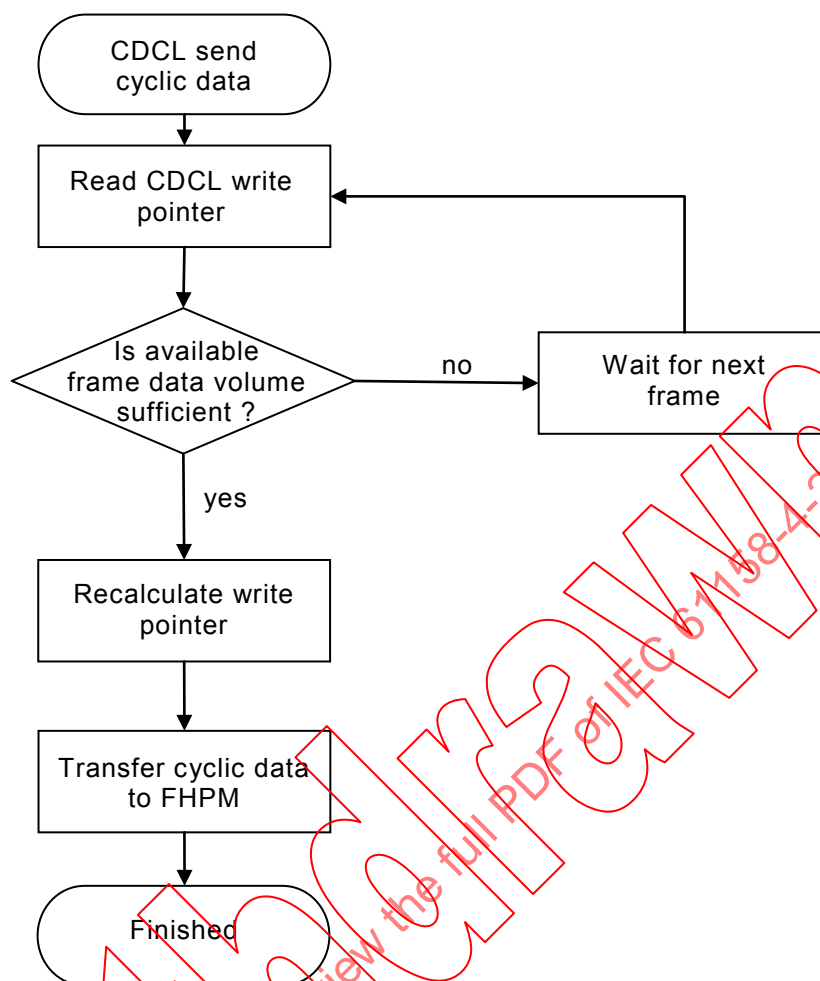
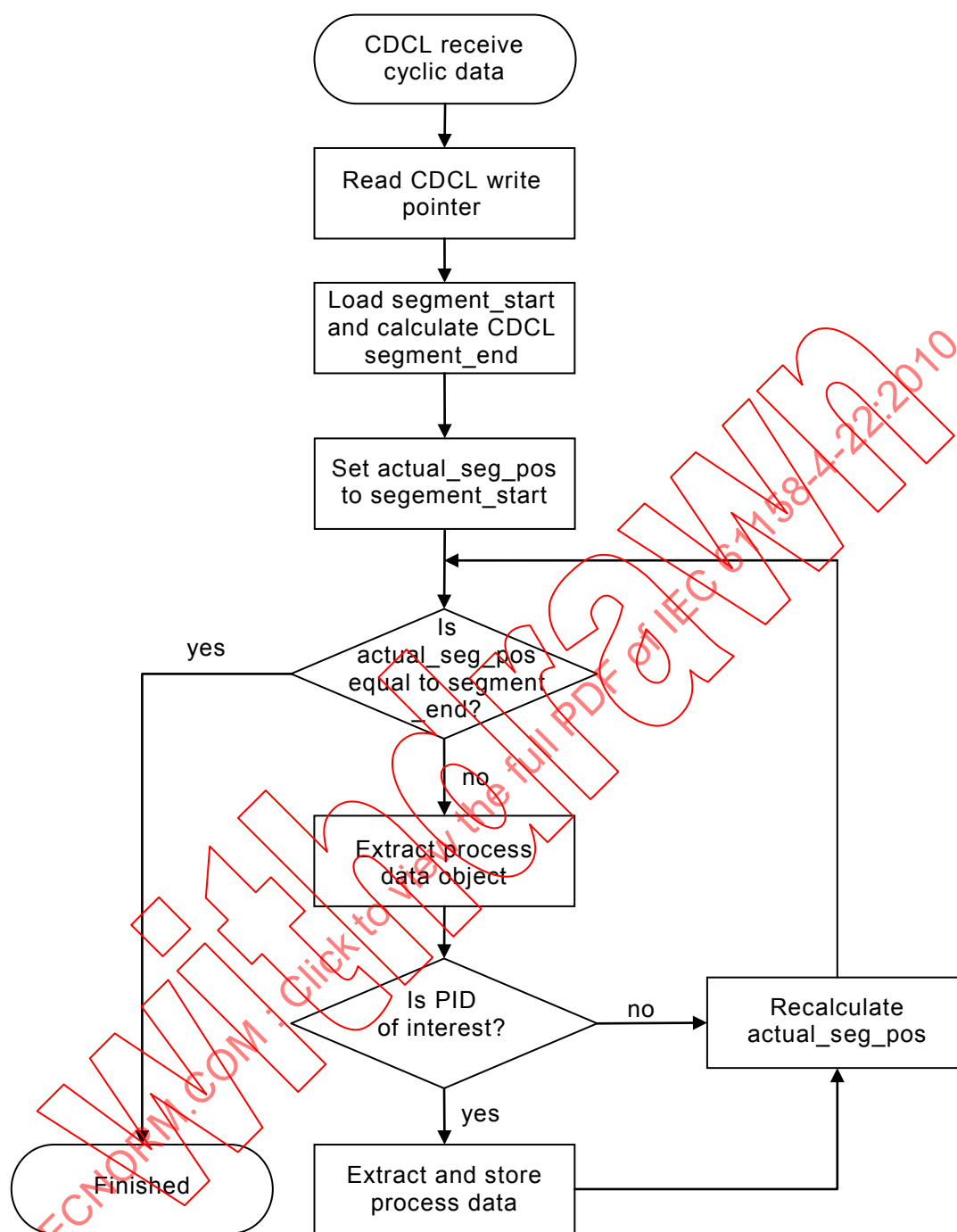


Figure 6 – CDCL send cyclic data sequence

7.1.4.3 CDCL receive sequence

Figure 7 depicts the sequence of necessary actions and operations to receive Type 22 CDC DLPDUs.



NOTE segment_end, segment_start and actual_seg_pos are symbolic expressions and are used to describe the CDC data section within a CDCL DLPDU as specified in 5.6.1 and the position within this data section

Figure 7 – CDCL receive cyclic data sequence

7.1.5 Message channel line protocol machine (MSCLPM)

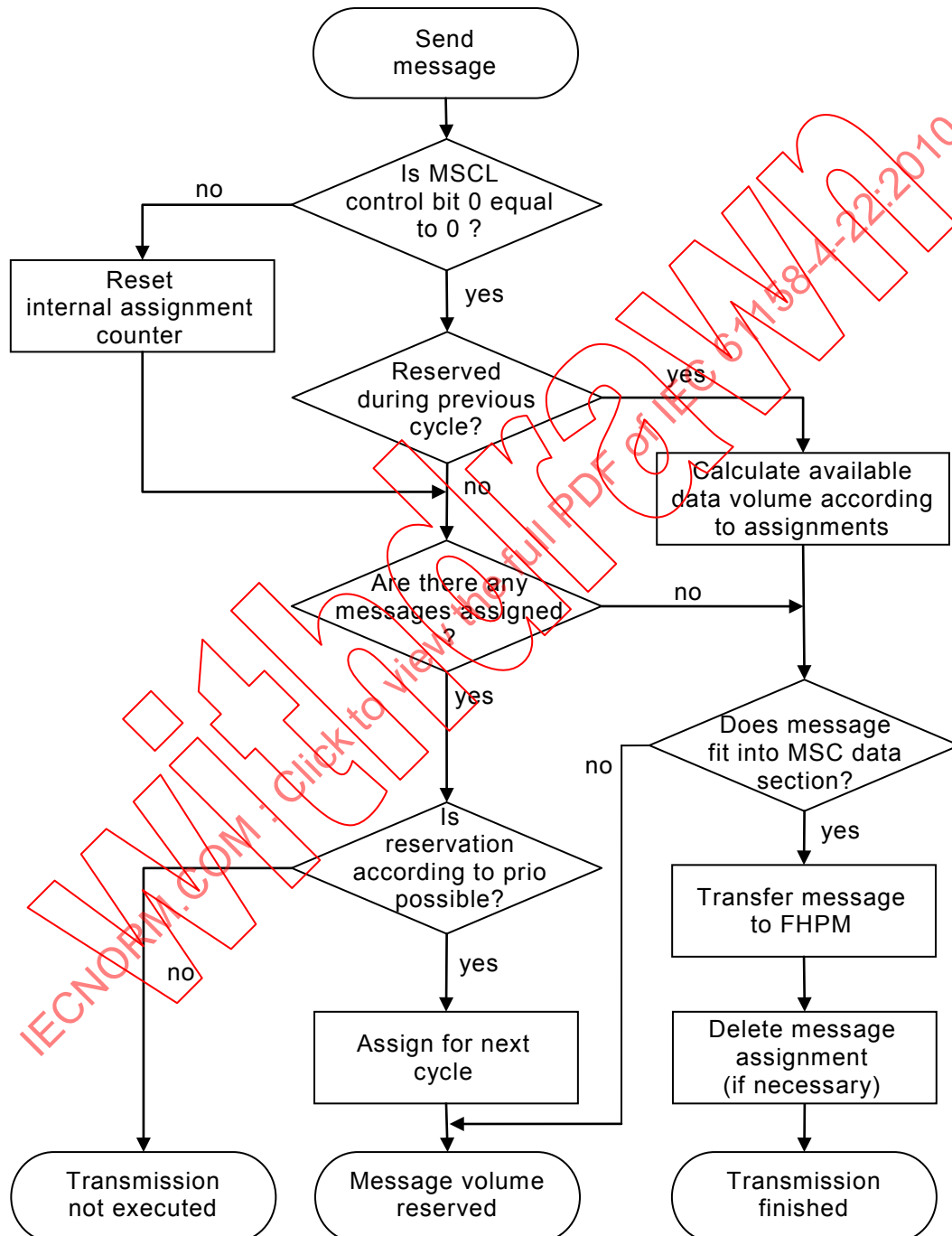
7.1.5.1 Overview

MSCL protocol machine handles the exchange of acyclic message data between MSC-MTP PM and FHPM. The MSCLPM combines or extracts MSC DLPDU data objects according to the MSCL protocol specified within this standard and forwards the service requests and responses to the MSC-MTP PM.

The sending and receiving of MSC DLPDU data objects follows the send and receive sequences depicted in 7.1.5.2 and 7.1.5.3.

7.1.5.2 MSCL send sequence

Figure 8 illustrates the MSCL send sequence used for the transmission of MSC DLPDU data objects within a Type 22 RTFL device.

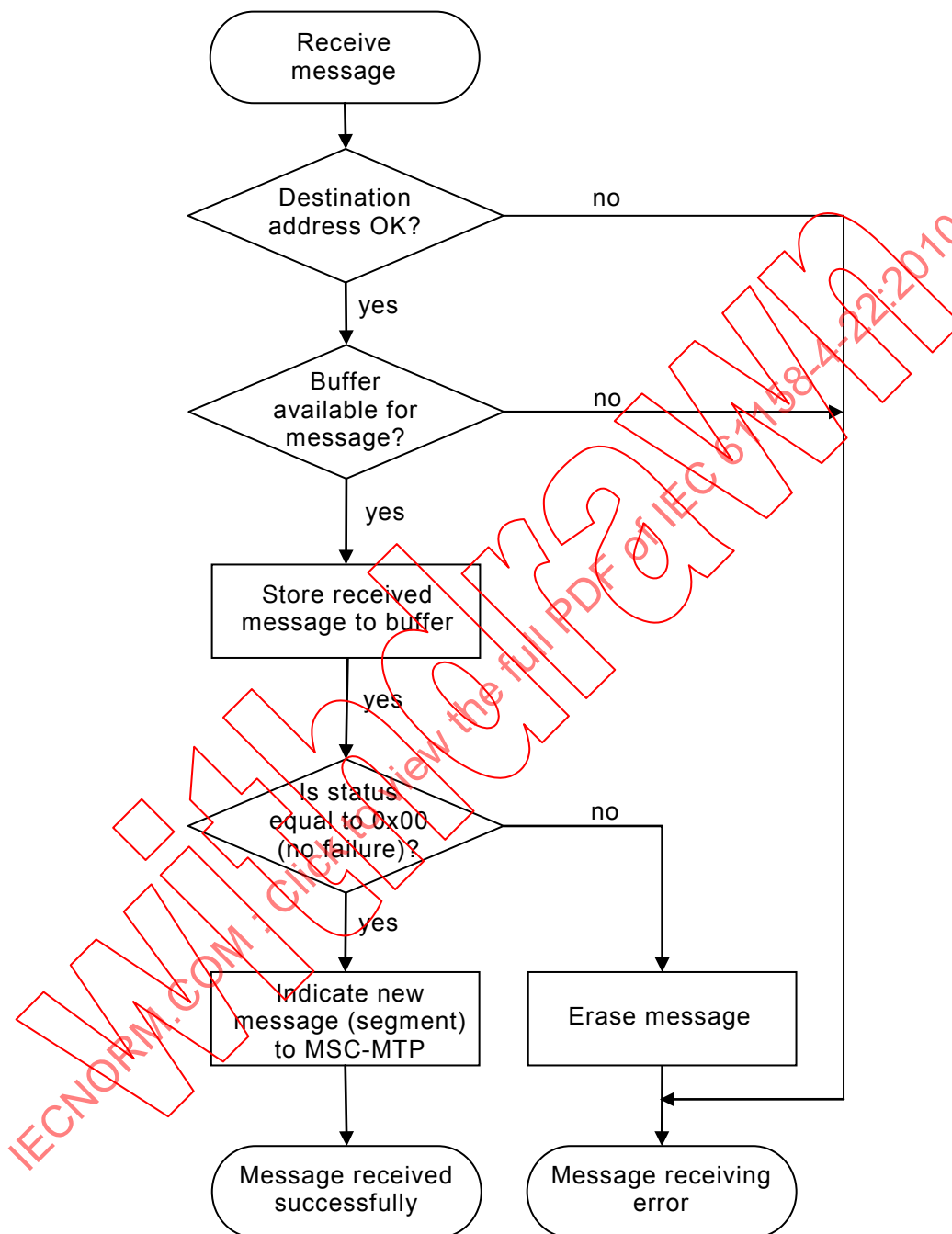


NOTE MSCL control is a particular field of the MSCL DLPDU.

Figure 8 – MSCL send sequence

7.1.5.3 MSCL receive sequence

Figure 9 illustrates the MSCL receive sequence used for the receipt of MSC DLPDU data objects within a Type 22 RTFL device.



NOTE Status is a particular field of the MSCL DLPDU.

Figure 9 – MSCL receive sequence

7.1.6 Message channel message transfer protocol protocol machine (MSC-MTP PM)

As specified in 7.3.

7.1.7 Net management protocol machine (NMPM)

7.1.7.1 Overview

Net management procedures are functionally processed in response to net management service requests submitted by the DLS-user and events caused by the network. Net management protocol machine handles the exchange of layer management data and commands between DLS-user, MSC-MTP PM and FHPM. The NMPM combines or extracts net management DLPDUs according to the protocol specified within this standard and forwards the service requests and responses to the DLS-user.

NMPM handles the protocol behavior for the initialization of a Type 22 network and implements the start-up behavior for root devices and ordinary devices. The procedural sequences to commence communication within the Type 22 RTFL communication system are specified in 7.1.7.2.

Additionally, the protocol behavior of the delay measurement service and PCS configuration service are handled by NMPM. These are specified in 7.1.8.

Figure 10 depicts the network management protocol machine.

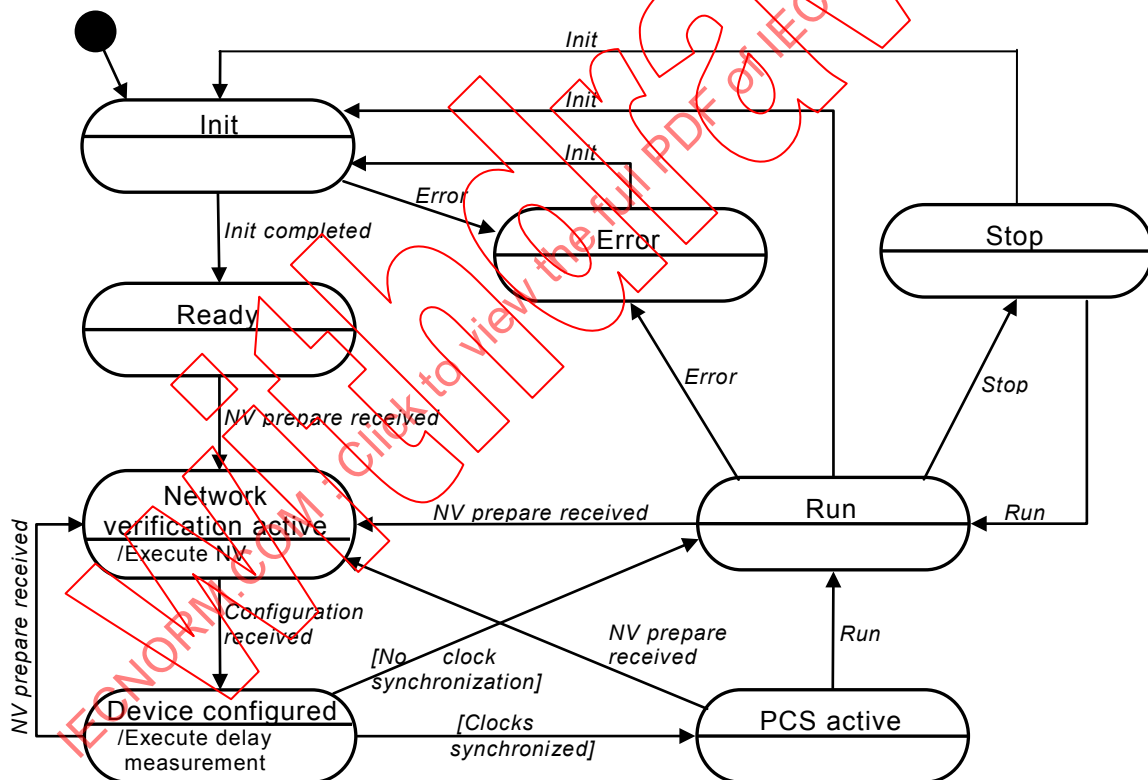


Figure 10 – Network management protocol machine

7.1.7.2 RTFL network verification

7.1.7.2.1 Overview

The RD is the device responsible for net management. It maintains the network configuration data for all ODs as configured and distributes the data to the ODs on RTFL initialization. It manages a list of all ODs participating in RTFL at runtime. This list includes for each OD its MAC address, device address and further information required for net management.

7.1.7.2.2 Initialization sequence root device

Figure 11 illustrates the individual configuration steps from the point of view of the RD.

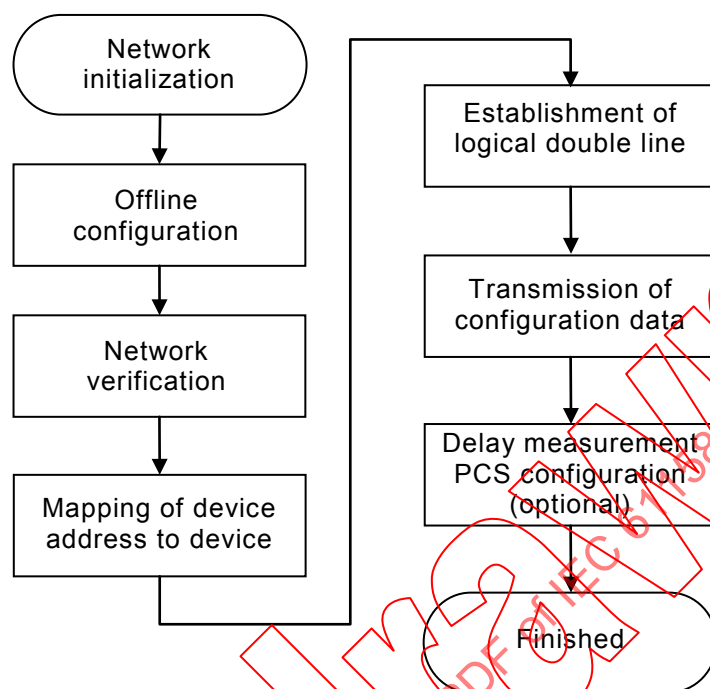


Figure 11 – Net management sequence at system boot up

7.1.7.2.3 Initialization sequence ordinary device

The initialization sequence is initiated by the RD. The ordinary devices are in power on state, i.e. all ODs indicate Ready in their network management protocol machines (see Figure 10). Initiated by the RD each OD processes the initialization sequence illustrated in Figure 12.

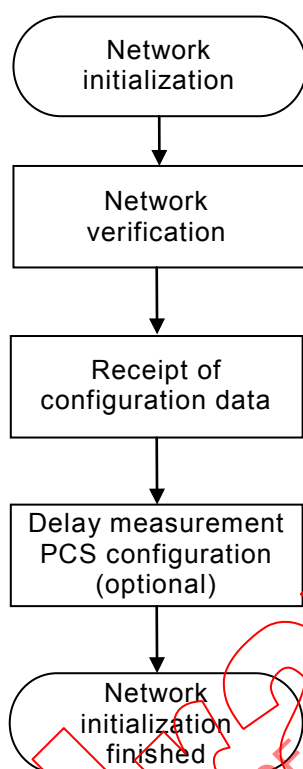


Figure 12 – Initialization sequence ordinary device

7.1.8 Precise clock synchronization (PCS)

7.1.8.1 Overview

NMPM handles the exchange of clock management data and commands between DLS-user and MSC-MTP PM. The clock synchronization services are based on MSC-MTP. NMPM combines or extracts DLPDUs according to the protocol specified within this standard and forwards the service requests to MSC-MTP and service responses to the DLS-user.

NMPM handles the protocol behavior for the delay measurement service for root devices and ordinary devices. The procedural sequences of this service within the Type 22 RTFL communication system are specified in Figure 13.

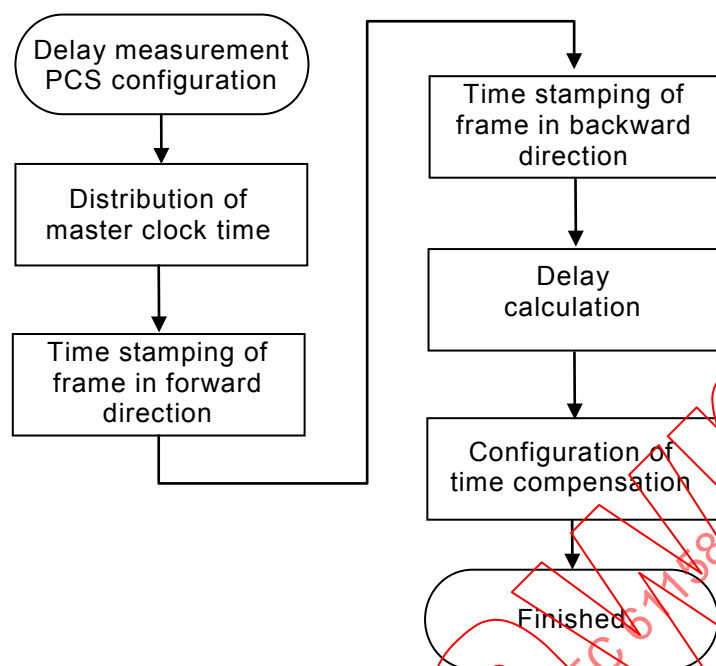


Figure 13 – PCS configuration sequence

7.1.8.2 Delay measurement sequence

Figure 14 shows the principles of delay measurement.

T_{SMC} (of the master clock) and T_{Fx} (of the various ordinary device clocks) refer to the receive time of a DLPDU in forward direction. T_{RMC} (of the master clock) and T_{Bx} (of the various ordinary device clocks) refer to the receive time of the same DLPDU in backward direction.

Each point in time is exactly determined by TSU. The compensation in time for each device is calculated according to the Formulas (1), (2) and (3). This model assumes a symmetric connection between all devices.

NOTE T_{SMC} is called send time master clock because a master clock sends the time value of the receipt of the MSCL DLPDU in which the reference time is inserted.

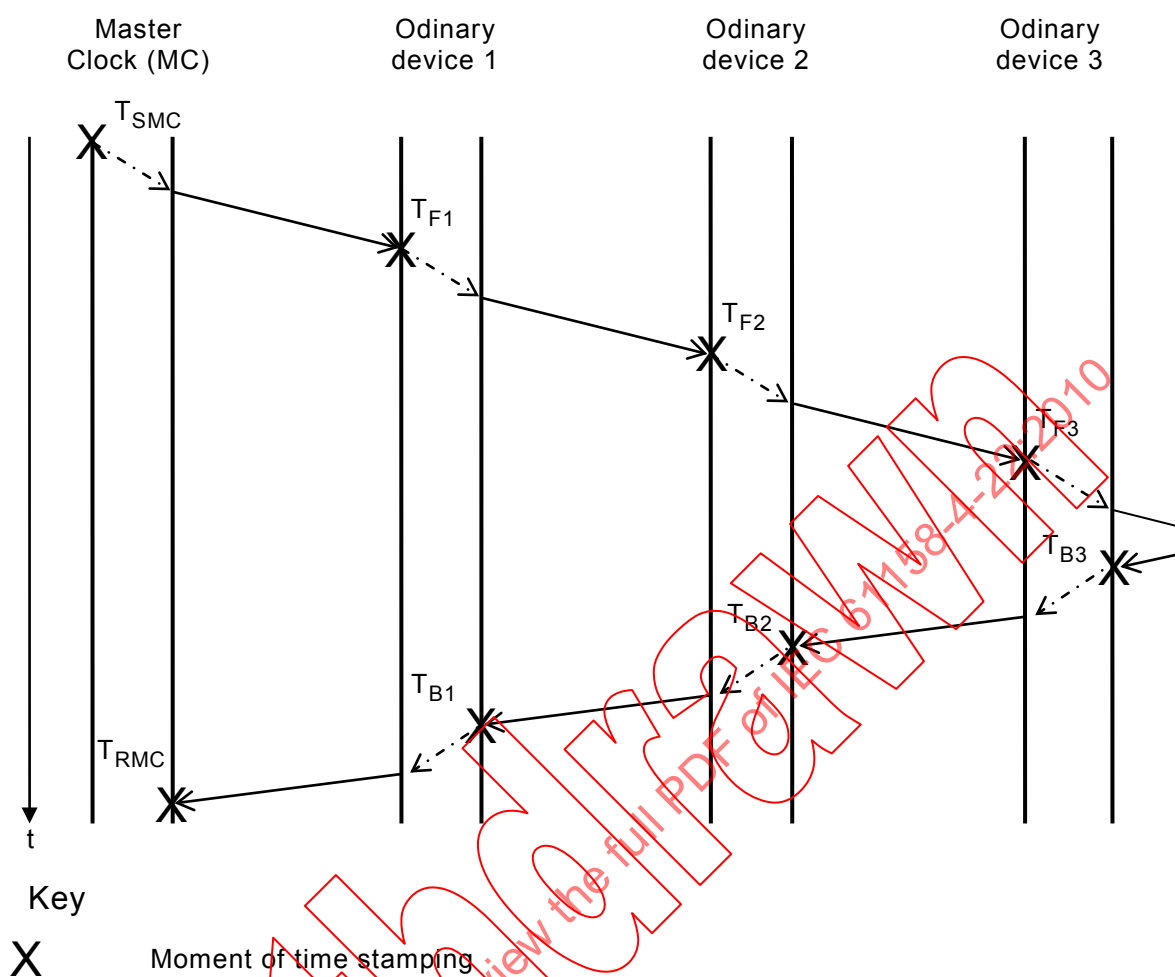


Figure 14 – Delay measurement principle

The compensation in time is calculated according to Formula (1), (2) and (3).

$$\Delta T_{MC} = T_{RMC} - T_{SMC} \quad (1)$$

$$\Delta T_{ODx} = T_{Bx} - T_{Fx} \quad (2)$$

$$T_{CompODx} = \frac{1}{2}(\Delta T_{MC} - \Delta T_{ODx}) \quad (3)$$

where

- T_{Fx} is the receive time in forward direction for ordinary device x;
- T_{Bx} is the receive time in backward direction for ordinary device x;
- T_{SMC} is the send time master clock;
- T_{RMC} is the receive time master clock;
- $T_{CompODx}$ is the compensation time of ordinary device x;

ΔT_{MC} is the difference between T_{RMC} and T_{SMC} ;
 ΔT_{ODx} is the difference between T_{Bx} and T_{Fx} .

7.2 RTFN device protocol machines

7.2.1 Overview

Figure 15 depicts the general protocol machine structure within a Type 22 RTFN device by showing its protocol machines and their interaction.

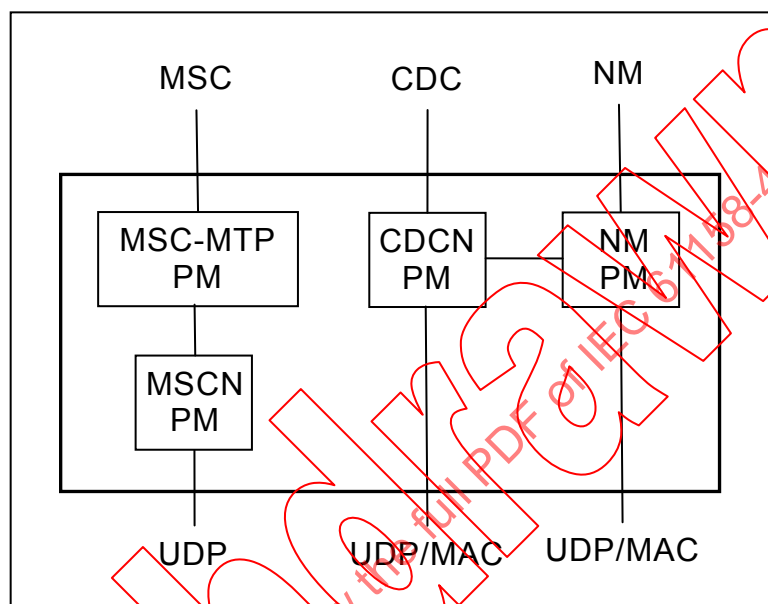


Figure 15 – Overview RTFN device protocol machines

7.2.2 Cyclic data channel network protocol machine (CDCNPM)

CDCN protocol machine is responsible for the exchange of process data objects between DLS-user and UDP/MAC. The CDCNPM combines or extracts process data objects according to the CDCN protocol specified within this standard. It forwards the service requests and responses according to the configuration of the RTFN device to the corresponding MAC services as specified in ISO/IEC 8802-3 or UDP services as specified in IETF RFC 768 and to the DLS-user. The network management protocol machine forwards the connection configuration data to the CDCNPM.

7.2.3 Message channel network protocol machine (MSCNPM)

MSCN protocol machine handles the exchange of acyclic message data between MSC-MTP PM and UDP. The MSCNPM combines or extracts MSC DLPDU data objects according to the MSCN protocol specified within this standard and forwards the service requests and responses to the MSC-MTP PM. The MSC services are directly forwarded to the appropriate UDP services as specified in IETF RFC 768.

7.2.4 Message channel message transfer protocol machine (MSC-MTP PM)

As specified in 7.3.

7.2.5 Net management protocol machine (NMPM)

7.2.5.1 Overview

Network management procedures are functionally processed in response to network management service requests submitted by the DLS-user and events caused by the network. NM protocol machine handles the exchange of layer management data and commands between DLS-user and UDP/MAC. The NMPM combines or extracts communication management DLPDUs according to the protocol specified within this standard and forwards the service requests and responses to the DLS-user.

NMPM handles the protocol behavior for the RTFN scan network read service of a Type 22 RTFN network and implements the behavior as specified in 7.2.5.2. Furthermore, the procedural sequences of the RTFN connection management service used to commence CDCN communication within Type 22 RTFN communication system as specified in 7.2.5.3 and the protocol behavior for subscriber monitoring as specified in 7.2.5.4 are handled by NMPM.

7.2.5.2 RTFN scan network read

The RTFN scan network read allows to explore a Type 22 RTFN network. This is necessary for network diagnosis. An IP and a MAC broadcast is send out. Each RTFN device which receives this request responds with a reply.

7.2.5.3 CDCN Connection setup and release

CDCN connections utilize a publisher/subscriber mechanism. Publishers are configured which data packets they need to provide. Subscribers send an RTFNCS.request to indicate publishers the interest in particular process data objects. Publishers derive out the request the need for one or multiple DLPDUs sent to a subscriber for a dedicated connection. In case of a request, they send a response to acknowledge the connection establishment and start with cyclic sending. A subscriber sends an RTFNCR.request to indicate a publisher a subscriber-originated connection release. Figure 16 illustrates the connection establishment, data transfer and connection release phase for a CDCN connection.

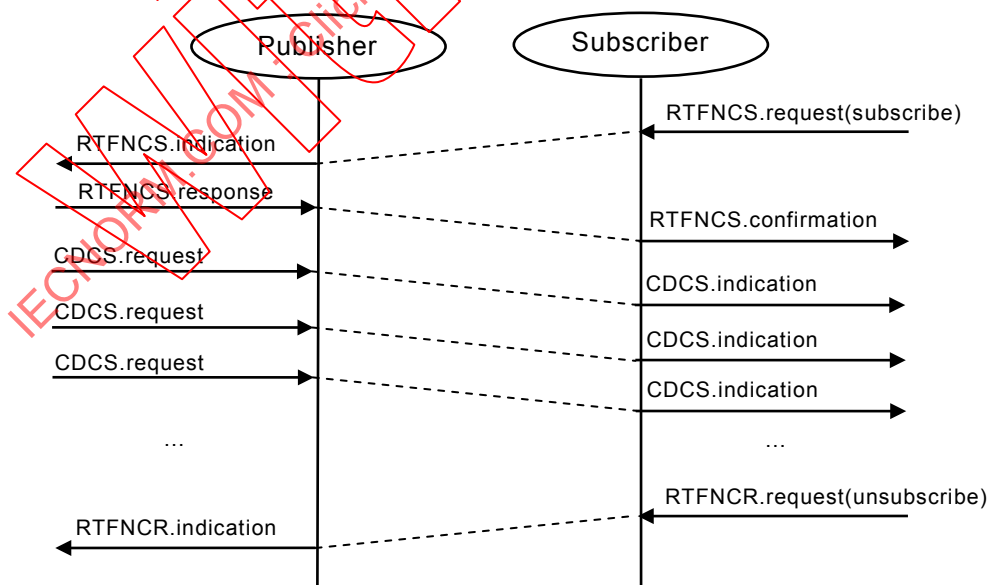


Figure 16 – CDCN connection setup and release

A publisher sends a RTFNCR.request to participating subscribers to indicate unpublished process data object. This procedure describes a publisher-originated connection release procedure. Figure 17 illustrates the appropriate sequence.

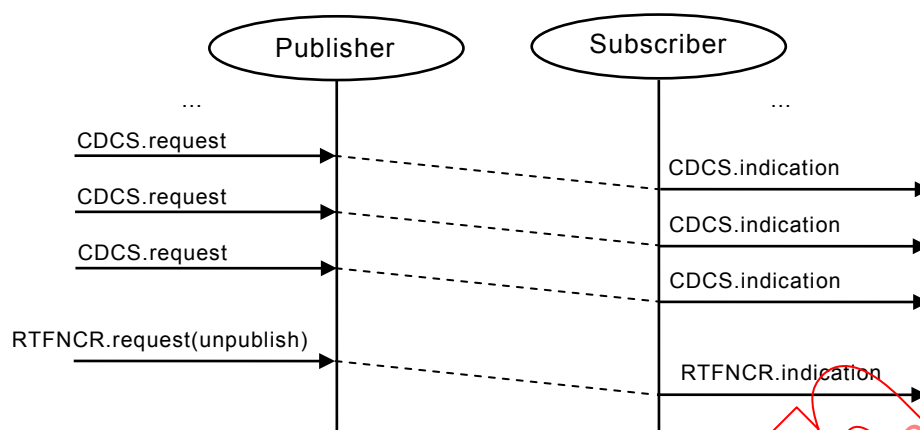


Figure 17 – CDCN unpublish data

7.2.5.4 CDCN Subscriber still alive

The net management has the task to monitor the presence of active process data subscribers. Each process data publisher maintains its currently active subscribers. A Type 22 RTFN device acting as a subscriber of process data objects sends CDCN connection still alive DLPDUs as specified in 5.5.4 in a cyclic manner. The cycle time is configuration dependent.

7.3 Message channel - message transfer protocol (MSC-MTP)

7.3.1 Overview

The message channel message transfer protocol (MSC-MTP) is a protocol which utilizes the Type 22 message channel (MSC) for acyclic data exchange. It offers its user a reliable data exchange in applying segmentation, flow control and acknowledgement mechanisms for received data. To optimize the usage of available bandwidth, the acknowledgement mechanism follows a data volume driven approach.

7.3.2 MSC-MTP PM

7.3.2.1 Overview

MSC-MTP protocol machine is responsible for sequencing and confirmation of acyclic message exchange utilizing MSCL or MSCN.

Typically, MSC-MTP sends an initialization message to the destination device proposing a handle for the communication session. The destination device responds by confirming the handle and advises the maximum segment size (MSS) it can currently process. If several communication sessions exist between correlated participants, the handles associated with the appropriate communication relationship will be different.

The sender transfers data segments not to exceed MSS, together with the handle and an acknowledgement number. The acknowledgement number indicates the number of data octets sent including the actual segment.

The destination device acknowledges the receipt of segments by returning acknowledgement numbers. This is not done directly but when a pre-configured number of octets has been received since the last acknowledgement or a gap was detected in the data stream. The MSS can be reset/changed with each acknowledgement. The initialization message and the last segment are always acknowledged.

The source device expects acknowledgement of the sent segments inside a particular timeout and after a preconfigured amount of sent data. If this acknowledgement fails to arrive, the unconfirmed packets are resent.

The maximum number of send attempts can be configured. The transmission ends after sending the defined last segment and its acknowledgement by the destination or by an abort which can be sent at any time by one of the devices. If the transfer has failed (abort, timeout), DL-user is notified of this by the appropriate error message.

If the data volume is small enough to allow direct data transfer, the data is transferred in a special initialization message. This must also be the case if the destination address is a broadcast address. The source device defines whether acknowledgment by the destination device is expected or not. This is for example necessary in case of broadcast messages. Otherwise the destination will send an acknowledgement DLPDU if it is able to receive the message.

7.3.2.2 Segmented data transfer sequence

Figure 18 depicts the general sequence of segmented data transfer using MSC-MTP.

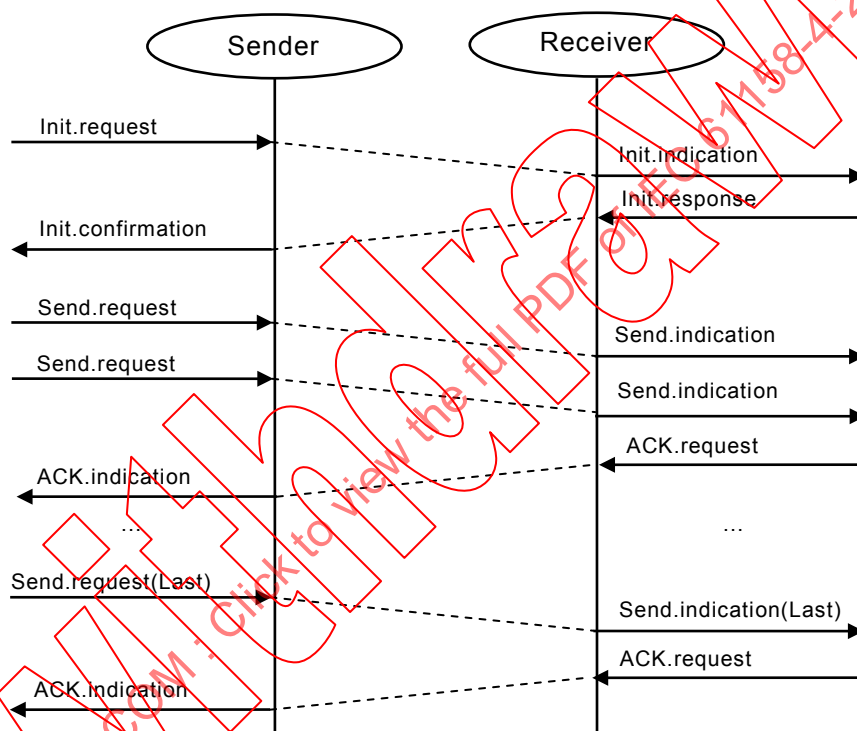


Figure 18 – Segmentation sequence

7.3.2.3 Expedited data transfer sequence

Figure 19 depicts the sequence of an expedited data transfer using MSC-MTP. The connection set-up and release phase are combined.

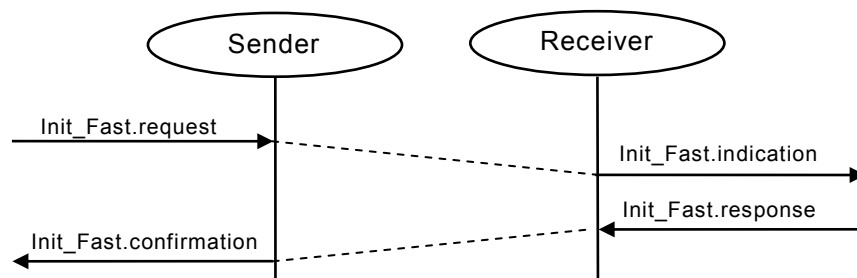


Figure 19 – Expedited transfer sequence

7.3.2.4 Toggling from expedited transfer to segmented transfer sequence

Figure 20 depicts the sequence of a data transfer requested as expedited transfer by the sender but accepted as segmented data transfer by the receiver using MSC-MTP.

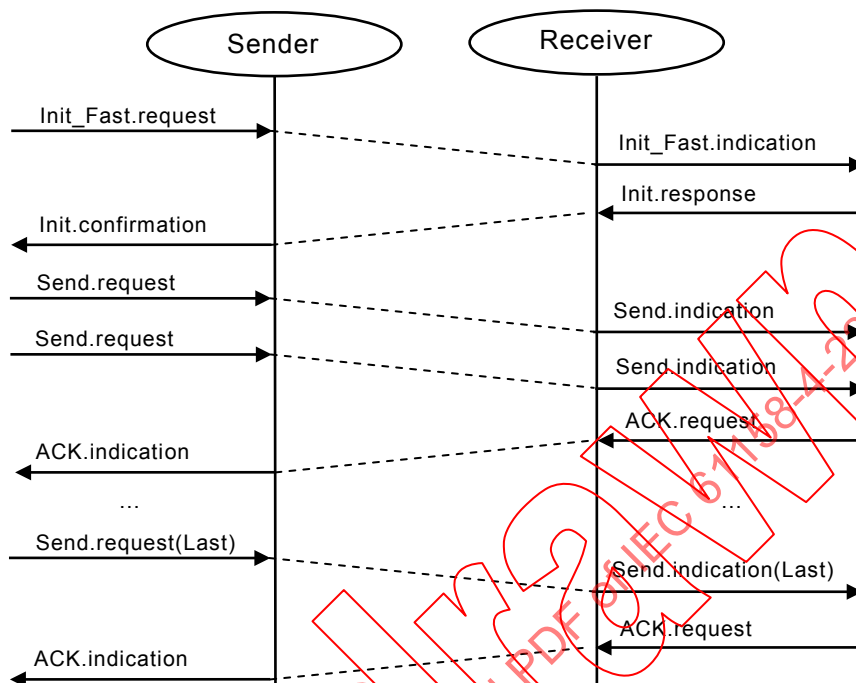


Figure 20 – Toggling from expedited transfer to segmented transfer

7.3.2.5 Transfer without Acknowledgement

Figure 21 depicts the sequence of a segmented data transfer (broad- or multicast) without Acknowledgement using MSC-MTP.

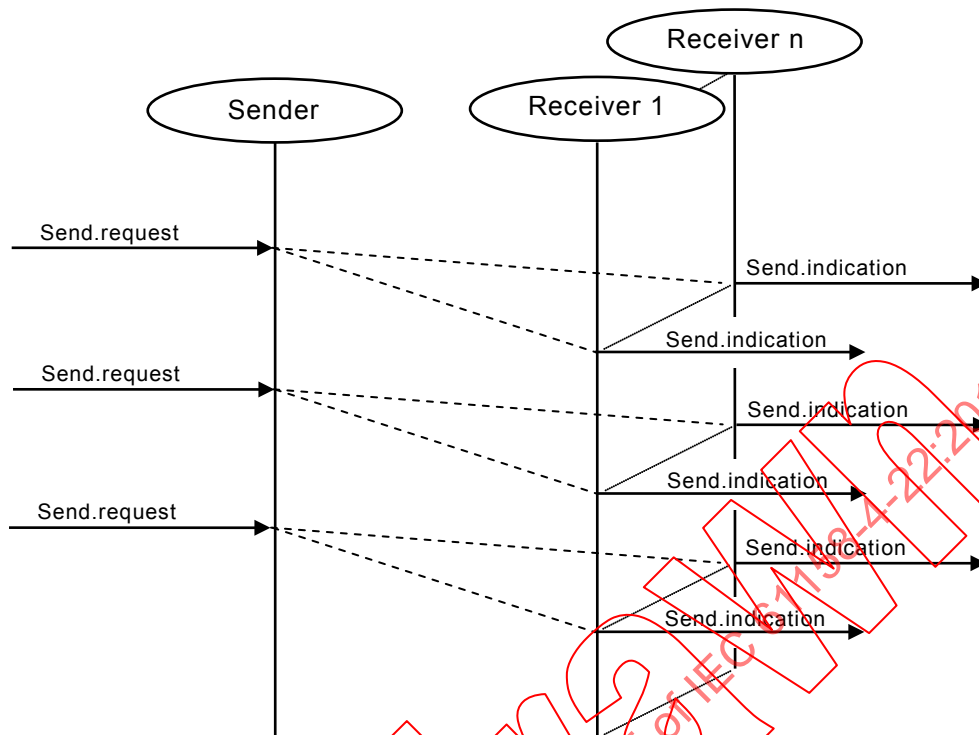


Figure 21 – Segmentation sequence for broad- or multicast message without Acknowledgement

Bibliography

IEC/TR 61158-1:2010², *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*

IEEE 802.1D-2004, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) Bridges*, available at <<http://www.ieee.org>>

² To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	67
INTRODUCTION.....	69
1 Domaine d'application	71
1.1 Généralités.....	71
1.2 Spécifications.....	71
1.3 Procédures.....	71
1.4 Applicabilité.....	71
1.5 Conformité	72
2 Références normatives.....	72
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	72
3.1 Termes et définitions du modèle de référence	73
3.2 Termes, définitions et conventions des services	74
3.3 Termes et définitions communs	75
3.4 Définitions supplémentaires de Type 22	76
3.5 Symboles et abréviations communs.....	79
3.6 Symboles et abréviations supplémentaires de Type 22.....	80
3.7 Conventions	82
4 Vue d'ensemble du protocole DL	83
4.1 Principe de fonctionnement	83
4.2 Modèle de communication	83
4.3 Topologie	84
4.4 Traitement des DLPDU.....	84
4.5 Mécanismes généraux de communication.....	85
4.6 Passerelle	86
4.7 Modèles d'interaction	86
5 Structure DLPDU.....	87
5.1 Vue d'ensemble.....	87
5.2 Types de données et règles de codage	87
5.3 Identification des DLPDU	89
5.4 Structure DLPDU générale.....	89
5.5 DLPDU de gestion de communication.....	91
5.6 DLPDU de canal de données cycliques (CDC).....	97
5.7 Données DLPDU de canal de données cycliques (CDC).....	98
5.8 DLPDU de canal de messagerie (MSC)	99
5.9 Données DLPDU de canal de messagerie – Protocole de transfert de message MSC (MSC-MTP).....	101
5.10 Synchronisation temporelle	104
6 Temporisation de transmission de message et traitement des DLPDU.....	106
6.1 Mécanisme de communication.....	106
6.2 Synchronisation de dispositifs	108
7 Machines de protocole de Type 22	109
7.1 Machines de protocole du dispositif RTFL	109
7.2 Machines de protocole du dispositif RTFN.....	121
7.3 Canal de messagerie – Protocole de transfert de message (MSC-MTP)	123
Bibliographie.....	127

Figure 1 – Séquence DLPDU	107
Figure 2 – Dispositif RTFN de relation de communication	108
Figure 3 – Présentation générale des machines de protocole de dispositif RTFL	109
Figure 4 – Procédure de transmission de DLPDU par machine de protocole	110
Figure 5 – Procédure de réception de DLPDU par machine de protocole	111
Figure 6 – Séquence de transmission des données cycliques CDCL	112
Figure 7 – Séquence de réception des données cycliques CDCL	113
Figure 8 – Séquence de transmission MSCL	114
Figure 9 – Séquence de réception MSCL	115
Figure 10 – Machine de protocole de gestion de réseau	116
Figure 11 – Séquence de gestion de réseau au démarrage du système	117
Figure 12 – Dispositif ordinaire de séquence d'initialisation	118
Figure 13 – Séquence de configuration PCS	119
Figure 14 – Principe de mesure du délai	120
Figure 15 – Présentation générale des machines de protocole de dispositif RTFN	121
Figure 16 – Configuration et libération de connexion CDCN	122
Figure 17 – Données de non édition CDCN	123
Figure 18 – Séquence de segmentation	124
Figure 19 – Séquence de transfert accéléré	125
Figure 20 – Basculement d'une séquence de transfert accéléré à une séquence de transfert segmenté	125
Figure 21 – Séquence de segmentation pour un message à diffusion générale ou multidiffusion sans acquittement	126
Tableau 1 – Définition des éléments DLPDU	82
Tableau 2 – Conventions pour la description des machines de protocole	83
Tableau 3 – Syntaxe de transfert pour les séquences de bits	87
Tableau 4 – Syntaxe de transfert pour le type de données Unsignedn	88
Tableau 5 – Syntaxe de transfert pour le type de données Signedn	89
Tableau 6 – DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3	89
Tableau 7 – DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 marquée VLAN	90
Tableau 8 – DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU UDP	90
Tableau 9 – Structure générale d'une DLPDU de Type 22	91
Tableau 10 – Structure d'en-tête de la DLPDU	91
Tableau 11 – DLPDU de préparation de vérification de réseau	92
Tableau 12 – DLPDU d'environnement de vérification de réseau	92
Tableau 13 – DLPDU d'informations de vérification de réseau	92
Tableau 14 – DLPDU d'acquiescement de vérification de réseau	92
Tableau 16 – DLPDU de demande de lecture de réseau d'analyse RTFN	92
Tableau 16 – DLPDU de réponse de lecture de réseau d'analyse RTFN	92
Tableau 17 – Données d'identification	93
Tableau 18 – PhyLinkPortX	94
Tableau 19 – Prise en charge RTF	94

Tableau 20 – UseDHCP	94
Tableau 21 – DeviceRole	95
Tableau 22 – DLPDU de gestion de connexion RTFN	95
Tableau 23 – DLPDU toujours active de connexion CDCN	95
Tableau 24 – Données ID	96
Tableau 25 – DLPDU de contrôle RTFL	96
Tableau 26 – DLPDU de configuration RTFL.....	97
Tableau 27 – DLPDU d'acquittement de configuration RTFL	97
Tableau 28 – DLPDU CDCL.....	98
Tableau 29 – DLPDU CDCN	98
Tableau 30 – Disposition des données DLPDU CDC	98
Tableau 31 – Données DLPDU CDC	99
Tableau 32 – DLPDU MSCL.....	100
Tableau 33 – Contrôle MSCL	100
Tableau 34 – DLPDU MSCN	101
Tableau 35 – Structure de trame MSC-MTP	101
Tableau 36 – Type d'adresse	102
Tableau 37 – Structure Init MSC-MTP	102
Tableau 38 – Structure Init_Fast MSC-MTP	103
Tableau 39 – Structure Send MSC-MTP	103
Tableau 40 – Structure Acquittement MSC-MTP	103
Tableau 41 – Structure Abandon MSC-MTP	104
Tableau 42 – Structure des données d'un message	104
Tableau 43 – Codage de démarrage DelayMeasurement	105
Tableau 44 – Codage de lecture DelayMeasurement	105
Tableau 45 – Codage de configuration PCS.....	105
Tableau 46 – Demande de service de synchronisation temporelle	105
Tableau 47 – Réponse de service de synchronisation temporelle.....	106

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –
SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –****Partie 4-22: Spécification du protocole
de la couche de liaison de données –
Éléments de Type 22**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61158-4-22 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux de communication industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

La présente norme annule et remplace la CEI/PAS 61158-4-22 publiée en 2009. Cette première édition constitue une révision technique.

La présente version bilingue publiée en 2012-01 correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2010-08.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 65C/605/FDIS et 65C/619/RVD.

Le rapport de vote 65C/619/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61158, présentées sous le titre général *Réseaux de communications industriels – Spécifications des bus de terrain*, est disponible sur le site web de la CEI.

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

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

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61158 fait partie d'une série élaborée pour faciliter l'interconnexion des composants de systèmes d'automatisation. Elle est apparentée à d'autres normes dans l'ensemble, comme défini par le modèle de référence de bus de terrain "à trois couches" décrit dans la CEI/TR 61158-1.

Le protocole de liaison de données assure un service de liaison de données en s'appuyant sur les services offerts par la couche physique. La présente norme a pour principal objet de préciser un ensemble de règles de communication, exprimées sous la forme de procédures que doivent réaliser des entités de liaison de données (DLE) homologues au moment de la communication. Ces règles de communication ont pour vocation de fournir une base de développement stable visant à atteindre différents objectifs.

- a) servir de guide pour les ingénieurs d'application et les concepteurs;
- b) être utilisés pour les essais et l'acquisition d'équipements;
- c) servir de base, dans le cadre d'un accord d'intégration des systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- d) approfondir les connaissances en matière de communications critiques du point de vue temporel (à priorité stricte) dans le cadre de l'OSI.

La présente norme porte en particulier sur la communication et l'interaction des capteurs, des organes terminaux et autres dispositifs d'automatisation. L'utilisation de la présente norme, associée à d'autres normes qui font partie des modèles de référence OSI ou bus de terrain, permet de combiner et de faire fonctionner ensemble des systèmes qui seraient autrement incompatibles.

NOTE L'utilisation de certains des types de protocoles est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle correspondants. Quoi qu'il en soit, l'engagement pris par les détenteurs, quant à une diffusion limitée des droits de propriété intellectuelle, permet d'utiliser un type particulier de protocole de Couche Liaison de données avec des protocoles de Couche Physique et de Couche Application dans les combinaisons de types explicitement spécifiées dans les parties concernant les profils. L'utilisation des divers types de protocoles dans d'autres combinaisons peut nécessiter l'autorisation des détenteurs de leurs droits de propriété intellectuelle respectifs.

La commission électrotechnique internationale (CEI) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec le présent document peut impliquer l'utilisation de brevets concernant les éléments de Type 22 et éventuellement d'autres types:

WO-2006/069691-A1	[PI]	Control system with a plurality of spatially distributed stations and method for transmitting data in said control system
DE - 10 2004 063 213 - B4	[PI]	Steuerungssystem mit einer Vielzahl von räumlich verteilten Stationen sowie Verfahren zum Übertragen von Daten in einem solchen Steuerungssystem

La CEI ne prend aucunement position en ce qui concerne la démonstration, la validité et l'étendue de ces droits de propriété.

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à la CEI qu'il consent à négocier des licences gratuitement avec des demandeurs du monde entier, en des termes et à des conditions raisonnables et non discriminatoires. A ce propos, la déclaration du détenteur de ces droits de propriété est enregistrée à la CEI. Des informations peuvent être obtenues auprès de:

Des informations peuvent être obtenues auprès de:

[PI] Pilz GmbH & Co. KG
 Felix-Wankel-Str. 2
 73760 Ostfildern

Allemagne

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

L'ISO (www.iso.org/patents) et la CEI (http://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) maintiennent des bases des données, consultables en ligne, des droits de propriété pertinents à leurs normes. Les utilisateurs sont encouragés à consulter ces bases de données pour obtenir les informations les plus récentes concernant les droits de propriété.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-22:2010

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-22: Spécification du protocole de la couche de liaison de données – Eléments de Type 22

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La couche de liaison de données assure les communications de messagerie de base, critiques du point de vue temporel, entre les dispositifs d'un environnement d'automatisation.

Ce protocole offre à toutes les entités de liaison de données participantes

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

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

1.2 Spécifications

La présente norme spécifie:

- a) les procédures de transfert en temps opportun des données et des informations de commande entre une entité utilisateur de liaison de données et une entité utilisateur homologue, et parmi les entités de liaison de données formant le fournisseur de services distribués de liaison de données;
- b) la structure des DLPDU de bus de terrain utilisées par le protocole de la présente norme pour le transfert des données et des informations de commande, et leur représentation sous forme d'unités de données d'interface physique.

1.3 Procédures

Les procédures sont définies en termes:

- a) d'interactions entre les entités DL (DLE) homologues par l'échange de DLPDU de bus de terrain;
- b) d'interactions entre un fournisseur de service DL (DLS) et un utilisateur DLS au sein du même système par l'échange de primitives DLS;
- c) d'interactions entre un fournisseur DLS et un fournisseur de service Ph au sein du même système par l'échange de primitives de service Ph.

1.4 Applicabilité

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

Les profils sont un moyen simple à plusieurs attributs de récapituler les capacités d'une mise en œuvre, et donc son applicabilité à différents besoins de communications critiques du point de vue temporel.

1.5 Conformité

La présente norme spécifie également les exigences relatives aux systèmes mettant en œuvre ces procédures.

La présente partie de la CEI 61158 ne comporte aucun essai visant à démontrer la conformité à ces exigences.

2 Références normatives

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

IEC 61158-3-22:2010¹, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-22: Data-link layer service definition – Type 22 elements* (disponible uniquement en anglais)²

IEC 61588:2009, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control system* (disponible uniquement en anglais)

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

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

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

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

IETF RFC 768, *User Datagram Protocol*; disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>>

IETF RFC 791, *Internet Protocol*; disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org>>

IEEE 802.1Q, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Virtual Bridged Local Area Networks*; disponible à l'adresse <<http://www.ieee.org>>

3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions

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

¹ A publier.

² Les publications monolingues des séries IEC 61158 et IEC 61784 sont actuellement en cours de traduction.

3.1 Termes et définitions du modèle de référence

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

3.1.1	acquiescement	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.2	adresse DL	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.3	mise en correspondance d'adresses DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.4	adresse DL appelée	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.5	adresse DL appelante	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.6	connexion DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.7	extrémité de connexion DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.8	identifiant d'extrémité de connexion DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.9	transmission en mode connexion DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.10	transmission en mode sans connexion DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.11	connexion multipoint décentralisée	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.12	transmission duplex DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.13	entité (N) entité DL (N=2) entité Ph (N=1)	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.14	contrôle de flux	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.15	couche (N) couche DL (N=2) couche Ph (N=1)	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.16	gestion de couche	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.17	vue locale DL	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.18	connexion multipoint	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.19	nom DL	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.20	domaine (d'adressage) de dénomination	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.21	entités homologues	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.22	nom de primitive	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.23	protocole DL	[ISO/CEI 7498-1]

3.1.24	identifiant de connexion de protocole DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.25	information de commande de protocole DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.26	unité de données de protocole DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.27	identifiant de version de protocole DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.28	relais DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.29	réassemblage	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.30	réinitialisation	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.31	adresse DL en réponse	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.32	acheminement	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.33	segmentation	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.34	séquencement	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.35	service (N)	[ISO/CEI 7498-1]
	service DL (N=2)	
	service Ph (N=1)	
3.1.36	point d'accès au service (N)	[ISO/CEI 7498-1]
	point d'accès au service DL (N=2)	
	point d'accès au service Ph (N=1)	
3.1.37	adresse DL de point d'accès au service	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.38	identifiant DL de connexion de service	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.39	unité de données de service DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.40	transmission simplex DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.41	sous-système DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.42	gestion-système	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.43	données utilisateur DL	[ISO/CEI 7498-1]

3.2 Termes, définitions et conventions des services

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

3.2.1 accepteur

3.2.2 service asymétrique

3.2.3 (primitive de) confirmation; requestor.deliver (remise au demandeur) (primitive)

3.2.4 (primitive de) remise**3.2.5 installation confirmée DL****3.2.6 fonctionnalité DL****3.2.7 vue locale DL****3.2.8 fonctionnalité DL obligatoire****3.2.9 fonctionnalité DL non confirmée****3.2.10 fonctionnalité DL initiée par le fournisseur****3.2.11 fonctionnalité DL facultative du fournisseur DL****3.2.12 primitive de service DL;
primitive****3.2.13 fournisseur de service DL****3.2.14 utilisateur de service DL****3.2.15 fonctionnalité DL facultative de l'utilisateur****3.2.16 (primitive d') indication;
acceptor.deliver (remise à l'accepteur) (primitive)****3.2.17 multi-homologue****3.2.18 (primitive de) demande;
requester.submit (soumission au demandeur) (primitive)****3.2.19 demandeur****3.2.20 (primitive de) réponse;
acceptor.submit (soumission à l'accepteur) (primitive)****3.2.21 (primitive de) soumission****3.2.22 service symétrique****3.3 Termes et définitions communs**

NOTE La plupart des définitions sont communes à plusieurs types de protocole et ne sont pas nécessairement utilisées par chacun d'eux.

**3.3.1
segment DL**

sous-réseau DL unique dans lequel l'une des DLE connectées peut communiquer directement sans l'intervention d'un relais DL, à chaque fois que toutes les DLE participant à une instance de communication sont simultanément attentives au sous-réseau DL pendant la/les période(s) de tentative de communication

**3.3.2
liaison étendue**

sous-réseau DL composé d'un nombre maximal de liaisons interconnectées par des relais DL et partageant un espace de noms DL unique (adresse DL) dans lequel toutes les entités DL

connectées peuvent communiquer, soit directement, soit à l'aide d'une ou de plusieurs des entités relais DL intervenantes

NOTE Une liaison étendue peut être composée d'une seule liaison.

3.3.3

trame

synonyme discrédité de DLPDU

3.3.4

utilisateur DLS destinataire

utilisateur du service DL auquel sont destinées les données utilisateur DL

NOTE Un utilisateur de service DL peut être à la fois un utilisateur DLS expéditeur et destinataire.

3.3.5

utilisateur DLS expéditeur

utilisateur du service DL à la source des données utilisateur DL

3.4 Définitions supplémentaires de Type 22

3.4.1

données acycliques

données transférées le cas échéant à des fins dédiées

3.4.2

bit

unité d'informations composée de 1 ou de 0. Il s'agit de la plus petite unité de données pouvant être transmise

3.4.3

cellule

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

3.4.4

cycle de communication

période fixe au cours de laquelle le dispositif racine délivre des trames vides afin de lancer la communication cyclique qui comporte la transmission des données par CDC et MSC

3.4.5

durée de cycle

durée d'un cycle de communication

3.4.6

cyclique

terme utilisé pour décrire les événements qui se répètent de manière régulière et répétitive

3.4.7

transmission cyclique

échange périodique de trames

3.4.8

données cycliques

données transférées de manière régulière et répétitive à des fins dédiées

3.4.9

canal de données cycliques (CDC)

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

3.4.10**données**

terme générique utilisé pour se référer aux informations acheminées sur un bus de terrain

3.4.11**dispositif**

entité physique connectée au bus de terrain

3.4.12**erreur**

écart ou discordance entre une valeur ou une condition calculée, observée ou mesurée et la valeur ou la condition spécifiée ou théoriquement correcte

3.4.13**passerelle**

dispositif qui intervient comme élément de liaison entre des protocoles différents

3.4.14**communication intercellulaire**

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

3.4.15**interface**

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

3.4.16**communication intracellulaire**

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

3.4.17**liaison**

synonyme de segment DL

3.4.18**double ligne logique**

séquence du dispositif racine et de tous les dispositifs ordinaires prenant en charge le traitement de la trame de communication dans les directions avant et arrière

3.4.19**horloge maîtresse**

base de temps générale du mécanisme PCS

3.4.20**message**

série ordonnée d'octets destinée à communiquer des données

3.4.21**canal de messagerie (MSC - message channel)**

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

3.4.22**réseau**

série de dispositifs connectés par un type particulier de support de communication, y compris les répéteurs, ponts, routeurs et passerelles de couche inférieure d'intervention

3.4.23

réseau ouvert

tout réseau de type conforme à l'ISO/CEI 8802-3 sans aucune autre restriction

3.4.24

dispositif ordinaire (OD - ordinary device)

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

3.4.25

synchronisation d'horloge précise (PCS - precise clock synchronization)

mécanisme de synchronisation des horloges des dispositifs RTFL et de maintien d'une base de temps générale

3.4.26

données de processus

données destinées à faire l'objet d'un transfert cyclique ou acyclique à des fins de traitement

3.4.27

objet de données de processus

objet(s) de données dédiées destiné(s) à être soumis à un transfert cyclique ou acyclique à des fins de traitement

3.4.28

protocole

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

3.4.29

dispositif racine (RD - root device)

dispositif maître dans le système de communication qui organise, déclenche et contrôle l'échange de données cycliques et acycliques RTFL pour une double ligne logique

3.4.30

ligne de trame en temps réel (RTFL - Real Time Frame Line)

modèle de communication comportant des dispositifs communiquant dans le cadre d'une double ligne logique

3.4.31

réseau de trame en temps réel (RTFN – Real Time Frame Network)

modèle de communication comportant des dispositifs communiquant dans un réseau commuté

3.4.32

commutateur

pont MAC tel que défini dans l'IEEE 802.1D

3.4.33

durée totale de cycle

temps de transmission nécessaire d'une DLPDU entre le RD et le dernier OD dans les directions avant et arrière

3.4.34

signal de synchronisation

indication temporelle de l'occurrence d'un événement, le plus souvent sous forme d'un signal d'interruption, utilisée pour la synchronisation DL par l'utilisateur

3.4.35**topologie**

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

3.5 Symboles et abréviations communs

NOTE La plupart des symboles et abréviations sont communs à plusieurs types de protocole et ne sont pas nécessairement utilisés par chacun d'eux.

CIDR	Acheminement entre domaines sans classe
DHCP	Protocole de configuration d'hôte dynamique
DL-	Couche de liaison de données (préfixe)
DLC	Connexion DL
DLCEP	Extrémité de connexion DL
DLE	Entité DL
DLL	Couche DL
DLPCI	Information de commande de protocole DL
DLPDU	Unité de données de protocole DL
DLM	Gestion DL
DLME	Entité de gestion DL
DLMS	Service de gestion DL
DLPDU	Unité de données de protocole DL
DLS	Service DL
DLSAP	Point d'accès au service DL
DLSDU	Unité de données de service DL
DNS	Serveur de nom de domaine
FCS	Séquence de contrôle de trame
FIFO	Premier entré, premier sorti
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force

OSI	Interconnexion de systèmes ouverts
Ph-	Couche physique (préfixe)
PhE	Entité Ph
PhL	Couche Ph
QoS	Qualité de service
RFC	Appel à commentaires
UTF	Format de transformation unicode

3.6 Symboles et abréviations supplémentaires de Type 22

Ack	Acquittement
ADL	Longueur de données ACK
CDC	Canal de données cycliques
CDCL	Ligne CDC
CDCLPM	Machine de protocole CDCL
CDCN	Réseau CDC
CDCNPM	Machine de protocole CDCN
CDCS	Envoi CDC
CL	Couche de communication
CMD	Commande
DA	Adresse de dispositif ou adresse de destination
DMR	Lecture de la mesure du délai
DMS	Transmission de la mesure du délai
FHPM	Machine de protocole de traitement des trames
ID	Identification
IP	Protocole Internet
IPv4	IP version 4
IPv6	IP version 6

IRQ	demande d'interruption
MAC	Contrôle d'accès au support
MC	Horloge maîtresse
MSC-MTP	Canal de messagerie – Protocole de transfert de message
MSC	Canal de messagerie
MSCL	Ligne MSC
MSCLPM	Machine de protocole MSCL
MSCN	Réseau MSC
MSCNPM	Machine de protocole MSCN
MSCR	Lecture MSC
MSCS	Envoi MSC
MSS	Taille de segment maximale
NMPM	Machine de protocole de gestion de réseau
NV	Vérification du réseau
OD	Dispositif ordinaire
PD	Dispositif précédent
PID	Indicatif de paquet
PCS	Synchronisation d'horloge précise
PCSC	Configuration PCS
PM	Machine de protocole
RD	Dispositif racine
RTF	Trame en temps réel
RTFL	Ligne de trame en temps réel
RTFLCFG	Configuration RTFL
RTFLCTL	Contrôle RTFL
RTFN	Réseau de trames en temps réel

RTFNCS	Configuration de connexion RTFN
RTFNCR	Libération de connexion RTFN
RTFNSNR	Lecture de réseau d'analyse RTFN
RX	Direction de réception
SA	adresse source
SYNC	Synchronisation
SYNC_START	Démarrage SYNC
SYNC_STOP	Arrêt SYNC
TCP	Protocole de contrôle de transmission (Protocole TCP)
TSU	Unité de datation (horodatage)
TX	Direction de transmission
UDP	Protocole de datagramme utilisateur

3.7 Conventions

3.7.1 Conventions de la syntaxe abstraite

Les éléments de la syntaxe DL associés à la structure DLPDU sont décrits tel qu'indiqué dans le Tableau 1.

- La colonne « élément de trame » désigne l'élément qui sera remplacé par cette reproduction.
- La colonne « Champ de données » est le nom de l'élément.
- La colonne « Type de données » désigne le type de symbole terminal.
- La colonne « Valeur/Description » contient la valeur constante ou la signification du paramètre.

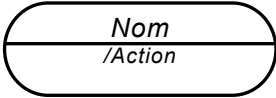
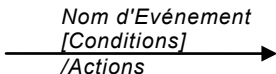
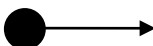
Tableau 1 – Définition des éléments DLPDU

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description

3.7.2 Conventions de description de la machine de protocole

Les séquences de protocoles sont décrites au moyen des machines de protocole. Le langage de description graphique suivant est utilisé pour la spécification des machines de protocole dans la présente norme. Le Tableau 2 spécifie les éléments graphiques de ce langage de description, ainsi que leurs significations.

Tableau 2 – Conventions pour la description des machines de protocole

Elément graphique	Description
	Chaque état d'une machine de protocole est identifié de manière unique grâce à un nom descriptif. Une action, le cas échéant; est exécutée par la machine de protocole dans cet état particulier
	Une transition entre différents états d'une machine de protocole a pour origine un événement ou une condition particulière Il est possible de spécifier des conditions qui décrivent l'état de tout ou partie du système, lesdites conditions devant être satisfaites pour effectuer une transition donnée Il est également possible de spécifier les actions effectuées lors de l'application d'une transition donnée
	Ce symbole permet d'étiqueter l'état initial d'une machine de protocole

4 Vue d'ensemble du protocole DL

4.1 Principe de fonctionnement

Le Type 22 défini dans la présente série de normes internationales décrit une technologie de communication en temps réel basée sur l'ISO/CEI 8802-3 pour les exigences concernant la technologie de l'automatisation. Pour une communication rapide entre machines, le Type 22 décrit un modèle de communication et un protocole (RTFL) pour une communication en temps réel rapide. De plus, la mise en réseau de plusieurs parties d'un système d'automatisation en un système général est prise en charge par la spécification d'un second modèle et protocole de communication (RTFN). Le Type 22 est conçu comme un système de bus multi-maître.

Les réseaux de Type 22 utilisent les DLPDU de communication définies dans l'ISO/CEI 8802-3 pour les deux modèles de communication.

4.2 Modèle de communication

4.2.1 Vue d'ensemble

La technologie de Type 22 spécifie principalement deux modèles de communication avec les protocoles correspondants. La communication RTFL est destinée à une communication machine rapide, tandis que la communication RTFN permet la mise en réseau de machines ou cellules individuelles. Les protocoles correspondants ont pour objectif d'offrir un ensemble égal de services d'échange de données de processus cycliques, ainsi de communication de données de messagerie acycliques.

Pour le modèle de communication RTFL, la communication suit une topologie linéaire. La communication RTFL est basée sur un transfert de données cycliques dans une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3. Ce transfert de données cycliques de base est assuré par un dispositif spécial, à savoir le dispositif racine (RD). Les dispositifs racines agissent comme maître de communication afin de lancer la communication de manière cyclique. Les DLPDU émises par le dispositif racine sont transmises aux dispositifs ordinaires (OD) de Type 22. Chaque dispositif ordinaire reçoit la DLPDU, saisit ses données et transmet la DLPDU. Un réseau RTFL exige précisément un dispositif racine. Le dernier dispositif ordinaire d'un réseau RTFL renvoie la DLPDU traitée. Le transfert en retour de la DLPDU vers le dispositif racine s'effectue exactement de la même manière, de sorte que le premier dispositif ordinaire le renvoie au dispositif racine en tant que DLPDU de réponse. Dans la direction inverse, les dispositifs ordinaires lisent leurs données correspondantes à partir de la DLPDU.

Pour le modèle de communication RTFN, la communication est basée sur des connexions de bout en bout entre les dispositifs participants.

La mise en réseau des différentes parties ou cellules RTFL d'un système d'automatisation en un système d'automatisation général est prise en charge par l'utilisation des passerelles de communication RTFN et des passerelles correspondantes.

4.2.2 Modèle de référence du dispositif RTFL

Les services de Type 22 sont décrits en utilisant les principes, méthodologie et modèle de l'ISO/CEI 7498-1 (OSI). Le modèle OSI propose une approche en couches des normes de communication, selon laquelle il est possible de développer et modifier les couches de manière indépendante. La spécification de Type 22 définit la fonctionnalité de manière descendante sur la base d'un modèle OSI complet. Les fonctions des couches OSI intermédiaires (couches 3 à 6) sont consolidées dans la couche de liaison de données de Type 22 ou l'utilisateur DL. Le modèle de référence de dispositif pour un dispositif RTFL de Type 22 est illustré à la Figure 1 de la CEI 61158-3-22:2010.

4.2.3 Modèle de référence du dispositif RTFN

Les services de Type 22 sont décrits en utilisant les principes, méthodologie et modèle de l'ISO/CEI 7498-1 (OSI). Le modèle OSI propose une approche en couches des normes de communication, selon laquelle il est possible de développer et modifier les couches de manière indépendante. La spécification de Type 22 définit la fonctionnalité de manière descendante sur la base d'un modèle OSI complet. Les fonctions des couches OSI intermédiaires (couches 3 à 6) sont consolidées dans la couche de liaison de données de Type 22 ou l'utilisateur DL. Le modèle de référence de dispositif pour un dispositif RTFN de Type 22 est illustré à la Figure 2 de la CEI 61158-3-22:2010.

4.3 Topologie

4.3.1 Topologie RTFL

Un réseau de Type 22 utilisant le modèle de communication RTFL doit prendre en charge toutes les topologies couramment utilisées telles que les topologies arborescentes, en étoile et linéaires.

Il convient que les dispositifs ordinaires dédiés au modèle de communication RTFL proposent deux interfaces de communication physique tel que décrit dans l'ISO/CEI 8802-3, pour permettre la configuration d'une structure linéaire sans composants d'infrastructure supplémentaires. Il s'agit de la topologie RTFL préférentielle pour des raisons de performance.

4.3.2 Topologie RTFN

Un réseau de Type 22 utilisant le modèle de communication RTFN doit prendre en charge toutes les topologies couramment utilisées telles que les topologies arborescentes, en étoile et linéaires.

4.4 Traitement des DLPDU

4.4.1 Modèle de communication RTFL

4.4.1.1 Génération de DLPDU

Le concept de génération de trames est spécifié pour un réseau de Type 22 qui utilise le modèle de communication RTFL. Ce concept doit être appliqué par le dispositif racine au sein d'un réseau RTFL afin de lancer la communication de manière cyclique. La génération de DLPDU illustre la génération d'une DLPDU RTFL dans le réseau RTFL en vue de son traitement par tous les dispositifs ordinaires participants, et ce, à des fins de communication.

Si les dispositifs ordinaires sont disposés sur une ligne physique, il convient que les DLPDU soient transmises directement d'une interface à l'interface suivante et traitées à la volée (en traversant).

4.4.1.2 Détection des erreurs

Chaque dispositif RTFL doit, à des fins de détection des erreurs, vérifier la FCS (Séquence de contrôle de trame) à réception de la DLPDU. La transmission de la DLPDU au participant suivant entraîne un nouveau calcul et la réécriture de la FCS. En cas de défaillance d'une FCS détectée, un dispositif doit indiquer cette défaillance à l'aide d'un bit d'erreur dédié au sein d'une trame de Type 22, et écrit la FCS révisée. Ce bit d'erreur permet à d'autres OD de déterminer la validité du contenu de la DLPDU.

Un dispositif racine peut détecter la présence d'erreurs dans un cycle de communication par l'application des trois options suivantes.

- Vérification de la séquence de contrôle de trame (FCS) afin de détecter les défaillances entre le RD et le premier OD.
- Vérification du bit d'erreur afin de détecter la présence d'une défaillance entre deux OD.
- Vérification de la durée totale de cycle pour chaque DLPDU afin de détecter la perte de DLPDU.

4.4.2 Modèle de communication RTFN

Ce modèle de communication n'applique aucune procédure particulière de traitement des DLPDU. Les DLPDU sont transmises directement entre les entités de communication.

4.5 Mécanismes généraux de communication

4.5.1 Canal de données cycliques (CDC)

Il est destiné au transfert de données de processus cycliques.

Dans le cas des dispositifs RTFL, le canal de données cycliques (CDCL) est une section DLPDU réservée au sein d'une ou de plusieurs DLPDU pour les données cycliques. Les dispositifs saisissent les données en paquets dans le CDC et extraient les paquets de données correspondants. Des ID uniques permettent d'identifier les paquets (ID de paquet, PID). Chaque OD copie les paquets en sens inverse de la DLPDU pour une mise à disposition des données. Tous les autres dispositifs ordinaires présents sur la double ligne peuvent lire les paquets présents dans le sens inverse de la DLPDU.

Le caractère unique d'un paquet doit être assuré par la configuration de l'environnement de communication complet du paquet. Les paquets utilisés pour une communication intercellulaire entre différents réseaux RTFL sont étiquetés par un PID unique pour tous les segments DL concernés, tandis que l'étiquetage des paquets dans des environnements de communication différents (par exemple, différents segments DL) peut être effectué avec le même PID unique dans leur seul environnement de communication.

Pour les dispositifs RTFN, le canal de données cycliques (CDCN) est basé sur une communication de bout en bout cyclique entre deux dispositifs. Plusieurs liaisons de communication unidirectionnelle sont établies entre les dispositifs. Chaque liaison peut être configurée avec une durée de cycle différente. Cette communication n'utilise pas les acquittements. Un volume de données important est traité de manière similaire aux séquences DLPDU RTFL. La communication peut être basée soit au niveau MAC, soit au niveau UDP. Une durée de cycle RTFN de base doit être spécifiée pour les dispositifs RTFN. Ce temps spécifie une limite concernant la fréquence de transmission des messages CDCN par les dispositifs RTFN.

4.5.2 Canal de messagerie (MSC)

Il est destiné à la communication acyclique. Les données sont transférées dans des messages. Les dispositifs saisissent les données dans des paquets adressés à destination du canal de messagerie, tandis que ce dernier peut contenir plusieurs messages. La longueur de

chaque message est variable. Un protocole spécifique, le protocole de transfert de canal de messagerie (MSC-MTP), est utilisé pour desservir ce canal.

Dans le cas des dispositifs RTFL, le canal de messagerie comprend une DLPDU (trame MSCL) par cycle de communication pour les données acycliques et une communication intercellulaire. Il existe trois priorités différentes pour les messages utilisés pour réserver une largeur de bande selon l'importance du message. La priorité est issue du type de service du contenu du message. La taille des trames MSCL est configurable. Si le MSC ne peut pas contenir tous les messages dans un cycle, un OD peut affecter un espace de transfert dans l'un des cycles suivants (affectation). La réservation comprend une hiérarchisation par ordre de priorité selon le service.

Dans le cas des dispositifs RTFN, le canal de messagerie (MSCN) utilise le protocole UDP/IP et le protocole de transfert de messages MSC. Aucune hiérarchisation par ordre de priorité n'est nécessaire.

4.6 Passerelle

Elle agit comme un élément de liaison entre les RTFL et RTFN. De plus, elle constitue une passerelle entre les réseaux de Type 22 et le réseau ouvert. Un dispositif qui intègre une fonctionnalité de passerelle peut être un OD ou un RD. La passerelle contient les fonctionnalités suivantes:

- Passerelle MSC
- Passerelle CDC

La fonctionnalité de passerelle est nécessaire pour activer la communication intercellulaire. La communication acyclique intercellulaire est une communication entre un dispositif RTFL et un dispositif RTFN, ou entre un dispositif RTFL et un autre dispositif de même nature dans une double ligne logique différente (également appelée cellule) dont l'interconnexion s'effectue via le RTFN au moyen d'une passerelle. Les messages doivent être acheminés via un MSC RTFL (MSCL) ainsi que via un MSC RTFN (MSCN) de manière à atteindre leur destination. Les différents schémas d'adressage des MSCL et MSCN exigent une translation comme fonction passerelle. Le mode d'adressage étendu MSC facilite la communication acyclique intercellulaire.

La communication cyclique intercellulaire est l'échange de données de processus au-delà des limites de réseau RTFN et RTFL. Les paramètres de communication dédiés aux paquets de données de processus contiennent les identifiants de paquets. Les paquets sont acheminés au-delà de la limite RTFN/RTFL et la passerelle veille à la résolution de l'identification des paquets.

4.7 Modèles d'interaction

4.7.1 Vue d'ensemble

Selon les modèles de communication spécifiés RTFL et RTFN, les réseaux de Type 22 utilisent différents modèles d'interaction pour l'échange de données cycliques.

4.7.2 Producteur-consommateur

Le modèle de communication RTFL utilise le modèle d'interaction producteur-consommateur. Il implique un producteur unique et un groupe de zéro ou plusieurs consommateurs. Le modèle se caractérise par la demande d'un service non confirmé par le producteur qui sollicite la diffusion de ses données cycliques, ainsi que par l'indication d'un service corrélé dans tous les consommateurs disponibles.

4.7.3 Editeur-abonné

Le modèle de communication RTFN utilise le modèle d'interaction assistée éditeur-abonné pour l'échange de données cycliques. Les interactions éditeur-abonné impliquent un éditeur unique et un groupe d'un ou de plusieurs abonnés. Deux services sont utilisés, à savoir un service confirmé et un service non confirmé. L'abonné utilise le service confirmé pour demander de rejoindre l'édition. La réponse à cette demande est renvoyée à l'abonné. L'éditeur utilise le service non confirmé pour diffuser ses données cycliques aux abonnés.

5 Structure DLPDU

5.1 Vue d'ensemble

Les réseaux de ce type de protocole utilisent les DLPDU de référence de l'ISO/CEI 8802-3 pour l'acheminement des DLPDU de Type 22.

5.2 Types de données et règles de codage

5.2.1 Présentation générale

Les entités de communication doivent connaître le format des données, ainsi que leur signification, pour pouvoir échanger des données significatives sur un réseau de Type 22. Cette spécification modélise cette disposition par le concept des types de données.

Les règles de codage définissent la représentation des valeurs des types de données et la syntaxe de transfert pour la représentation. Les valeurs sont représentées sous forme de séquences de bits. Ces séquences sont transférées en séquences d'octets. Pour les types de données numériques, le codage est de type gros-boutiste.

Les types de données et les règles de codage doivent être valides pour les services et les protocoles DLL. Les règles de codage applicables aux DLPDU sont spécifiées dans l'ISO/CEI 8802-3. La DLSDU d'une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 est une chaîne d'octets. L'ordre de transmission dans les octets dépend des règles de codage MAC et PhL.

5.2.2 Syntaxe de transfert pour les séquences de bits

Une séquence de bits est réordonnée en séquence d'octets pour la transmission sur la DLL de Type 22. Soit une séquence de bits $b = b_{n-1} \text{ à } b_0$. Définir k un entier non négatif de sorte que:

$$8(k-1) < n < 8k$$

b est ensuite transféré en k octets assemblés tel qu'indiqué dans le Tableau 3. Les bits b_i , $i > n$ du plus faible octet numéroté sont des bits insignifiants.

L'octet 1 est transmis en premier, l'octet k est transmis en dernier. La séquence de bits est de ce fait transférée comme suit sur le réseau:

..., b_{15} , ..., b_8 , b_7 , b_6 , ..., b_0

Tableau 3 – Syntaxe de transfert pour les séquences de bits

nombre d'octets	1	(k-1).	k.
—	$b_{8k-1} - b_{8k-8}$	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$

5.2.3 Entier non signé

Les données du type de données de base Unsignedn ont des valeurs dans les entiers non négatifs. La plage de valeurs est comprise entre 0 et 2^n-1 . Les données sont représentées sous forme de séquences de bits de longueur n. La séquence de bits

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

a la valeur suivante

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

EXEMPLE La valeur 276 = 0x0114 avec le type de données Unsigned16 est transférée en deux octets, 0x01 étant le premier octet, 0x14 étant le second octet.

Les types de données Unsignedn sont transférés tel que spécifié dans le Tableau 4. Les types de données non signés compris entre Unsigned1 et Unsigned7 et entre Unsigned9 et Unsigned15 sont également utilisés. Dans ce cas, l'élément suivant commence à la première position de bit libre. Le regroupement de ces types de données doit s'achever sans aucun intervalle conséquent.

Tableau 4 – Syntaxe de transfert pour le type de données Unsignedn

nombre d'octets	1	2	3	4	5	6	7	8
Unsigned8	$b_7 - b_0$	—	—	—	—	—	—	—
Unsigned16	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$	—	—	—	—	—	—
Unsigned24	$b_{23} - b_{16}$	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$	—	—	—	—	—
Unsigned32	$b_{31} - b_{24}$	$b_{23} - b_{16}$	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$	—	—	—	—
Unsigned64	$b_{63} - b_{56}$	$b_{55} - b_{48}$	$b_{47} - b_{40}$	$b_{39} - b_{32}$	$b_{31} - b_{24}$	$b_{23} - b_{16}$	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$

5.2.4 Entier signé

Les données du type de données de base Integern ont des valeurs dans les entiers. La plage de valeurs est comprise entre -2^{n-1} et $2^{n-1}-1$. Les données sont représentées sous forme de séquences de bits de longueur n. La séquence de bits

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

a la valeur suivante

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

et, en effectuant deux calculs arithmétiques complémentaires,

$$\text{Signedn}(b) = - \text{Integern}(\wedge b) - 1 \text{ si } b_{n-1} = 1$$

EXEMPLE La valeur -276 = 0xFEEC avec le type de données Signed16 est transférée en deux octets, 0xFE étant le premier octet, 0xEC étant le second octet.

Les types de données Signedn sont transférés tel que spécifié dans le Tableau 5. Les types de données d'entiers compris entre Signed1 et Signed7 et entre Signed9 et Signed15 sont également utilisés. Dans ce cas, l'élément suivant commence à la première position de bit libre. Le regroupement de ces types de données doit s'achever sans aucun intervalle conséquent.

Tableau 5 – Syntaxe de transfert pour le type de données Signedn

nombre d'octets	1	2	3	4
Signed8	$b_7 - b_0$	—	—	—
Signed16	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$	—	—
Signed32	$b_{31} - b_{24}$	$B_{23} - b_{16}$	$b_{15} - b_8$	$b_7 - b_0$

5.2.5 Matrice d'octets

Le type de données OctetArray[*length*] est défini ci-dessous; *length* est la longueur de la matrice d'octets.

ARRAY [length] OF Unsigned8 OctetArray[*length*]

5.3 Identification des DLPDU

Les DLPDU de Type 22 internes à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 doivent être identifiées à l'aide du champ EtherType DLPDU. Le champ Type doit contenir la valeur 0x9C40, qui est le numéro de champ Type unique affecté par la IEEE EtherType Field Registration Authority pour les télégrammes de Type 22.

NOTE Ce numéro de champ fait référence à la communication de Type 22.

Les paquets UDP sont fournis selon le port de destination. Pour les DLPDU de type 22 internes à une DLPDU UDP, le port doit être 0x9C40, qui est le numéro de port unique affecté par la Internet Assigned Numbers Authority (IANA) pour le Type 22.

5.4 Structure DLPDU générale

5.4.1 DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3

La structure DLPDU pour une DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 comprend les entrées de données spécifiées dans le Tableau 6.

Tableau 6 – DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
ISO/CEI 8802-3	Adresse de destination	Unsigned8[6]	Adresse de destination spécifiée dans l'ISO/CEI 8802-3
	Adresse source	Unsigned8[6]	Adresse source spécifiée dans l'ISO/CEI 8802-3
	Longueur/Type	Unsigned8[2]	0x9C40 (Type 22)
	DLPDU de Type 22	—	Tel que spécifié en 5.4.4
	PAD	Unsigned8[n]	Doit être inséré si la DLPDU est inférieure à 64 octets, tel que spécifié dans l'ISO/CEI 8802-3
ISO/CEI 8802-3.FCS	FCS	Unsigned32	Codage de la séquence de contrôle de trame spécifié dans l'ISO/CEI 8802-3

5.4.2 DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 marquée VLAN

La structure DLPDU pour une DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 marquée VLAN comprend les entrées de données spécifiées dans le Tableau 7.

Tableau 7 – DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 marquée VLAN

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
ISO/CEI 8802-3	Adresse de destination	Unsigned8[6]	Adresse de destination spécifiée dans l'ISO/CEI 8802-3
	Adresse source	Unsigned8[6]	Adresse source spécifiée dans l'ISO/CEI 8802-3
	indicateur VLAN	Unsigned8[4]	0x8100 (identifiant de protocole d'indicateur) 0xC000 (informations de commande des indicateurs à deux entiers Unsigned8s tel que spécifié dans l'IEEE 802.1Q)
	Longueur/Type	Unsigned8[2]	0x9C40 (Type 22)
	DLPDU de Type 22	—	Tel que spécifié en 5.4.4
	PAD	Unsigned8[n]	Doit être inséré si la DLPDU est inférieure à 64 octets, tel que spécifié dans l'ISO/CEI 8802-3
ISO/CEI 8802-3. FCS	FCS	Unsigned32	Séquence de contrôle de trame spécifié dans l'ISO/CEI 8802-3

5.4.3 DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU UDP

La structure DLPDU pour une DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 comprend les entrées de données spécifiées dans le Tableau 8.

Tableau 8 – DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU UDP

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
ISO/CEI 8802-3	Adresse de destination	Unsigned8[6]	Adresse de destination spécifiée dans l'ISO/CEI 8802-3
	Adresse source	Unsigned8[6]	Adresse MAC source spécifiée dans l'ISO/CEI 8802-3
	indicateur VLAN (facultatif)	Unsigned8[4]	0x8100 (identifiant de protocole d'indicateur) 0xC000 (informations de commande des indicateurs à deux entiers Unsigned8s tel que spécifié dans l'IEEE 802.1Q)
	Longueur/Type	Unsigned8[2]	0x0800 (IP)
IP tel que spécifié dans RFC 791	Longueur d'en-tête de version	Unsigned8	0x45 (longueur d'en-tête de version (4) IP (5*4 octets))
	Service	Unsigned8	0x00 (type de service IP)
	Longueur totale	Unsigned16	Longueur totale de service IP
	Identification	Unsigned16	Paquet d'identification IP pour le service fragmenté
	Décalage des drapeaux et fragments	Unsigned16	nombre de drapeaux et de fragments IP
	Ttl	Unsigned8	Durée de vie
	Protocole	Unsigned8	0x11 (sous-protocole IP – cette valeur est réservée pour UDP)
	Somme de contrôle d'en-tête	Unsigned16	Somme de contrôle d'en-tête IP
	Adresse source IP	Unsigned8[4]	Adresse source IP de l'origine
	Adresse de destination IP	Unsigned8[4]	Adresse de destination IP du destinataire

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
UDIP tel que spécifié dans RFC 768	port Src	Unsigned16	port source UDP
	port de destination	Unsigned16	0x9C40 (port de destination UDP)
	Longueur	Unsigned16	longueur UDP de la DLPDU
	Somme de contrôle	Unsigned16	somme de contrôle UDP de la DLPDU
	DLPDU de Type 22	—	Tel que spécifié en 5.4.4
	Remplissage	Unsigned8[n]	Doit être inséré si la DLPDU est inférieure à 64 octets, tel que spécifié dans l'ISO/CEI 8802-3
FCS	FCS	Unsigned32	Séquence de contrôle de trame spécifié dans ISO/CEI 8802-3

5.4.4 Structure DLPDU de Type 22

5.4.4.1 Introduction

La structure de données d'une DLPDU de Type 22 doit suivre la structure générale d'une DLPDU de Type 22 tel que spécifié dans le Tableau 9.

Tableau 9 – Structure générale d'une DLPDU de Type 22

Élément DLPDU	Champ de données	Type de données	Valeur/description
DLPDU de Type 22	En-tête	OCTET[1]	Définit le type de DLPDU
	Charge utile	OCTET[0..1499]	Le contenu de cette entrée dépend des informations d'en-tête.

5.4.4.2 En-tête

L'en-tête de la DLPDU doit différencier les différentes DLPDU de Type 22. La structure d'en-tête de la DLPDU est présentée dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Structure d'en-tête de la DLPDU

Élément DLPDU	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	Identifie les différents types de DLPDU

5.4.4.3 Charge utile

Toutes les données transmises peuvent comporter des séquences de bits arbitraires. La structure des données transmises dans le champ Charge utile dépend de la nature des DLPDU de Type 22.

5.5 DLPDU de gestion de communication

5.5.1 DLPDU de vérification de réseau

Les DLPDU de vérification de réseau (NV) sont de Type 22 et doivent suivre la structure spécifiée dans les Tableaux 11, 12, 13 et 14.

Tableau 11 – DLPDU de préparation de vérification de réseau

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x10: Message de préparation de vérification de réseau
En-tête de NV	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue
Données NV	RD de MAC	Unsigned8[6]	Adresse MAC de RD

Tableau 12 – DLPDU d'environnement de vérification de réseau

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x11: Message d'environnement NV
En-tête de NV	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue
Données NV	RD de MAC	Unsigned8[6]	Adresse MAC du dispositif racine
	PD de MAC	Unsigned8[6]	Adresse MAC du prédécesseur

Tableau 13 – DLPDU d'informations de vérification de réseau

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x12: Message d'informations NV
En-tête de NV	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue
Données NV	Données d'identification	—	Contient les données d'identification d'un dispositif tel que spécifié en 5.5.3

Tableau 14 – DLPDU d'acquittement de vérification de réseau

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x13: Message d'acquittement NV
En-tête de NV	Numéro de séquence ACK	Unsigned16	numéro de séquence de la DLPDU acquittée
Données NV	Type d'ACK	Unsigned8	Indique le type de la DLPDU acquittée

5.5.2 DLPDU de lecture de réseau d'analyse RTFN

Les DLPDU de lecture de réseau RTFN (RTFNSNR) sont de Type 22 et doivent suivre la structure spécifiée dans les Tableaux 15 et 16.

Tableau 15 – DLPDU de demande de lecture de réseau d'analyse RTFN

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x80: Demande de lecture de réseau d'analyse RTFN

Tableau 16 – DLPDU de réponse de lecture de réseau d'analyse RTFN

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x81: Réponse de lecture de réseau d'analyse RTFN
Données RTFNSNR	Données d'identification	—	Contient les données d'identification d'un dispositif tel que spécifié en 5.5.3

5.5.3 Données d'identification

5.5.3.1 Spécification des données d'identification

Le champ de données d'identification fait partie intégrante des DLPDU de NV tel que spécifié en 5.5.1 et des DLPDU RTFNSNR tel que spécifié en 5.5.2. Les données d'identification doivent suivre la structure spécifiée dans le Tableau 17.

Tableau 17 – Données d'identification

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
Données d'identification	Version	Unsigned16	Version de la mise en œuvre du protocole de Type 22
	SerialNumber	Unsigned32	Numéro de série du dispositif
	ID fournisseur	Unsigned32	Identifie le fournisseur
	ProductNumber	Unsigned32	Numéro de produit du dispositif
	RevisionNumber	Unsigned32	Numéro de révision du dispositif
	SymbolicDeviceNameSize	Unsigned16	Longueur de la chaîne de noms de dispositif symbolique en octets
	SymbolicDeviceName	Unsigned16[64]	Nom de dispositif symbolique
	DeviceType	Unsigned32	0x00: type inconnu
	PhyLinkPort1	Unsigned8	Etat de liaison du port 1
	PhyLinkPort2	Unsigned8	Etat de liaison du port 2
	Prise en charge RTF	Unsigned8	0x00: aucune prise en charge 0x01: RTFL pris en charge 0x10: RTFN pris en charge 0x11: RTFL et RTFN pris en charge
	adresse IPv4	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 du dispositif
	Masque de sous-réseau IPv4	Unsigned8[4]	Masque de sous-réseau IPv4
	Passerelle IPv4	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de la passerelle par défaut
	IPv4 1 Serveur DNS	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de 1 Serveur DNS
	IPv4 2 Serveur DNS	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de 2 Serveur DNS
	adresse IPv6	Unsigned8[16]	Adresse IPv6 du dispositif
	CIDR IPv6	Unsigned8	Adresse de catégorie IPv6
	IPv6 1 Serveur DNS	Unsigned8[16]	Adresse IPv6 de 1 Serveur DNS
	IPv6 2 Serveur DNS	Unsigned8[16]	Adresse IPv6 de 2 Serveur DNS
	Serveur UseDHCP	Unsigned8	Indique l'utilisation d'un serveur DHCP
	PD de MAC	Unsigned8[6]	Adresse MAC du prédécesseur
	MAC de dispositif	Unsigned8[6]	Adresse MAC de ce dispositif
	DeviceRole	Unsigned8	Indique le rôle de ce dispositif dans le réseau

5.5.3.2 PhyLinkPortX

Le champ PhyLinkPortX fait partie intégrante des données d'identification et son codage est détaillé dans le Tableau 18.

Tableau 18 – PhyLinkPortX

Bit	Valeur	Description
0 à 1	00	Vitesse de transfert des données de 10 MBit/s
	01	Vitesse de transfert des données de 100 MBit/s
	10	Vitesse de transfert des données de 1 GBit/s
	11	Vitesse de transfert des données de 10 GBit/s
2 à 3	00	Réservé
4	0	Semi-duplex
	1	Duplex intégral
5	0	Auto-négociation désactivée
	1	Auto-négociation activée
6	0	Absence de liaison
	1	Liaison
7	0	Port non présent
	1	Port présent

5.5.3.3 Prise en charge RTF

Le champ Prise en charge RTF fait partie intégrante des données d'identification et son codage est détaillé dans le Tableau 19.

Tableau 19 – Prise en charge RTF

Bit	Valeur	Description
0 à 3	0000	RTFL non prise en charge
	0001	RTFL prise en charge
4 à 7	0000	RTFN non pris en charge
	0001	RTFN pris en charge

5.5.3.4 UseDHCP

Le champ UseDHCP fait partie intégrante des données d'identification et son codage est détaillé dans le Tableau 20.

Tableau 20 – UseDHCP

Bit	Valeur	Description
0 à 3	0000	IP statique IPv4
	0001	DHCP IPv4
	0010	IP automatique IPv4
4 à 7	0000	IP statique IPv6
	0001	DHCP IPv6
	0010	IP automatique IPv6

5.5.3.5 DeviceRole

Le champ DeviceRole fait partie intégrante des données d'identification et son codage est détaillé dans le Tableau 21.

Tableau 21 – DeviceRole

Bit	Valeur	Description
0	0	RD non pris en charge
	1	RD pris en charge
1	0	Passerelle non prise en charge
	1	Passerelle prise en charge
2	0	OD non pris en charge
	1	OD pris en charge
3	0	Commutateur non pris en charge
	1	Commutateur pris en charge
4	0	PCS non prise en charge
	1	PCS prise en charge
5 à 7	000	Réservé

5.5.4 DLPDU de gestion de connexion RTFN

La DLPDU de gestion de connexion RTFN (RTFNCM) est de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 22.

Tableau 22 – DLPDU de gestion de connexion RTFN

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x40: demande d'abonnement CDCN
			0x41: acquittement d'abonnement CDCN
			0x42: Annulation de l'abonnement CDCN
			0x44: Annulation de la publication CDCN
En-tête de RTFNCM	Version	Unsigned8	Version de protocole CDCN
	Compte des données d'identification	Unsigned16	Indique le nombre de paquets de données ID énumérés dans le champ de données d'identification
Données RTFNCM	Données d'identification 1	—	Indique le premier objet de données de processus de la connexion devant être établie tel que spécifié en 5.5.5
	...	—	—
	Données d'identification N	—	Indique le Nième objet de données de processus de la connexion devant être établie tel que spécifié en 5.5.5

La DLPDU toujours active de connexion CDCN est de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 23.

Tableau 23 – DLPDU toujours active de connexion CDCN

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x43: CDCN toujours actif

5.5.5 Données ID

Le champ de données "Données ID" fait partie intégrante de la DLPDU de gestion de connexion RTFN. Sa structure est spécifiée dans le Tableau 24.

Tableau 24 – Données ID

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
Données ID	Indicatif de paquet	Unsigned24	Indicatif unique d'un objet de données de processus
	UseUDP	Unsigned8	Indique l'utilisation de véritables DLPDU conformes à l'ISO/CEI 8802-3 ou d'un véritable protocole UDP
	Adresse IP	Unsigned8[4]	Adresse IP de l'abonné

5.5.6 DLPDU de contrôle RTFL

La DLPDU de contrôle RTFL (RTFLCTL) est de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 25.

Tableau 25 – DLPDU de contrôle RTFL

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x30: Contrôle RTFL (réinitialisation CL)

5.5.7 DLPDU de configuration RTFL

Les DLPDU de configuration RTFL (RTFLCFG) sont de Type 22 et doivent suivre la structure spécifiée dans les Tableaux 26 et 27.

Tableau 26 – DLPDU de configuration RTFL

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x20: Trame RTFLCFG
En-tête RTFLCFG	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue
Données RTFLCFG	Adresse MAC précédente	Unsigned8[6]	Adresse MAC du dispositif précédent (prédécesseur)
	Adresse MAC suivante	Unsigned8[6]	Adresse MAC du dispositif suivant (successeur)
	Alternative MAC suivante	Unsigned8[6]	Adresse MAC d'un successeur alternatif
	Adresse de dispositif	Unsigned16	Adresse de dispositif du dispositif
	MSCShortMsgSize	Unsigned16	Indique la taille de message maximale pour un transfert non segmenté
	Nombre de trames	Unsigned8	Indique le nombre de trames pour le canal de communication CDC et MSC
	Durée de cycle	Unsigned32	Indique la durée du cycle de communication
	Temporisation RTF	Unsigned32	Contrôle de temporisation
	DA Horloge maîtresse	Unsigned16	Indique l'adresse de dispositif du dispositif qui intègre l'horloge maîtresse
	adresse IPv4	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 du dispositif
	Masque de sous-réseau IPv4	Unsigned8[4]	Masque de sous-réseau IPv4
	Passerelle IPv4	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de la passerelle par défaut
	IPv4 1 Serveur DNS	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de 1 Serveur DNS
	IPv4 2 Serveur DNS	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de 2 Serveur DNS
	adresse IPv6	Unsigned8[16]	Adresse IPv6 du dispositif
	CIDR IPv6	Unsigned8	Adresse de catégorie IPv6
	IPv6 1 Serveur DNS	Unsigned8[16]	Adresse IPv6 de 1 Serveur DNS
	IPv6 2 Serveur DNS	Unsigned8[16]	Adresse IPv6 de 2 Serveur DNS
	Serveur UseDHCP	Unsigned8	Indique l'utilisation d'un serveur DHCP

Tableau 27 – DLPDU d'acquittement de configuration RTFL

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x21: Trame d'acquittement RTFLCFG
En-tête RTFLCFG	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue

5.6 DLPDU de canal de données cycliques (CDC)

5.6.1 DLPDU de ligne de canal de données cycliques (CDCL)

La DLPDU CDCL est une trame de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 28.

Tableau 28 – DLPDU CDCL

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x02: Trame d'écriture CDC RTFL 0x03: Trame de lecture CDC RTFL
En-tête CDCL	Compteur de cycles	Unsigned16	Indique le numéro du cycle réel
	Compteur de trames	Unsigned8	Indique le numéro d'une trame dans un cycle
	Longueur	Unsigned16	Longueur en octets du pointeur d'écriture CDC et des champs de données cycliques
	Pointeur d'écriture CDC	Unsigned16	Indique la section d'écriture pour une communication cyclique
Charge utile CDC	Section de données CDC	OctetArray[x]	Données DLPDU cycliques tel que spécifié en 5.7
Etat CDCL	Etat	Unsigned8[1]	0x00: Pas de défaillance 0x01: Echec de la vérification de la FCS

5.6.2 DLPDU de réseau de canal de données cycliques (CDCN)

La DLPDU CDCN est une trame de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 29.

Tableau 29 – DLPDU CDCN

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x60: Trame de données CDC RTFN
En-tête CDCN	Version	Unsigned8	Version de protocole CDCN
	Taille	Unsigned16	Indique la taille du champ de données cycliques
Charge utile CDC	Section de données CDC	—	Données DLPDU cycliques tel que spécifié en 5.7

5.7 Données DLPDU de canal de données cycliques (CDC)

5.7.1 Disposition des données DLPDU de canal de données cycliques (CDC)

La disposition des données en temps réel dans la section de données CDC doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 30.

Tableau 30 – Disposition des données DLPDU CDC

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
Section de données CDC	paquet CDC 1	—	Premier objet de données configurable illustrant les données d'entrée/sortie des dispositifs participants
	...	—	—
	paquet CDC N	—	Nième objet de données configurable illustrant les données d'entrée/sortie des dispositifs participants

5.7.2 Données DLPDU de canal de données cycliques (CDC)

Les données DLPDU CDC font partie intégrante de la DLPDU CDCL tel que spécifié en 5.6.1 et des DLPDU CDCN tel que spécifié en 5.6.2. La structure des données DLPDU CDCL doit être tel que spécifié dans le Tableau 31.

Tableau 31 – Données DLPDU CDC

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
Paquet CDC	PID	Unsigned24	L'ID de paquets identifie de manière unique l'objet de données de processus dans un réseau de Type 22
	Len	Unsigned8	Longueur du paquet de données DLPDU CDC, y compris le PID et le champ Len en octets
	Données	OctetArray [Len-4]	Données de processus

5.8 DLPDU de canal de messagerie (MSC)

5.8.1 DLPDU de ligne de canal de messagerie (MSCL)

5.8.1.1 Spécification de DLPDU de ligne de canal de messagerie (MSCL)

La DLPDU MSCL est une trame de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 32.

Tableau 32 – DLPDU MSCL

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x00: trame d'écriture MSC 0x01: trame de lecture MSC
En-tête de MSCL	Compteur de cycles	Unsigned16	Indique le numéro du cycle réel
	contrôle MSCL	Unsigned8	Contient les bits de contrôle permettant de définir les paramètres de communication
	Temps système	Unsigned64	Indique le temps de transmission du paquet à l'horloge maîtresse
	Réservé	Unsigned16	Réservé pour une utilisation future
	Longueur	Unsigned16	Longueur en octets du pointeur d'écriture MSC et des champs de données de messagerie
	Pointeur d'écriture MSC	Unsigned16	Indique la position d'écriture suivante dans la section de données de messagerie
	Compte des messages de priorité 1 assignée	Unsigned16	Indique les messages de priorité 1 assignée (priorité maximum)
	Compte des messages de priorité 2 assignée	Unsigned16	Indique les messages de priorité 2 assignée
	Compte des messages de priorité 3 assignée	Unsigned16	Indique les messages de priorité 3 assignée (priorité minimum)
Données MSC	Trame MSC-MTP 1	—	Données de messagerie tel que spécifié en 5.9
	...	—	—
	Trame MSC-MTP N	—	Données de messagerie tel que spécifié en 5.9
Etat MSCL	Etat	Unsigned8	0x00: Pas de défaillance 0x01: Echec de la vérification de la FCS

5.8.1.2 Champ de contrôle MSCL

Le champ de contrôle MSCL fait partie intégrante de la DLPDU MSCL et son codage est détaillé dans le Tableau 33.

Tableau 33 – Contrôle MSCL

Bit	Valeur	Description
0	1	Réinitialisation des champs de compte de priorité assignée, les réservations de priorité appliquées précédemment ne sont pas valides
1	1	Indique que la ligne fonctionne en mode diagnostic
2	1	Indique que les horloges PCS sont synchronisées
	0	Si une mesure de délai est exécutée, ce bit est réglé sur 0 jusqu'à l'achèvement de la mesure
3	1	La datation (horodatage) permet de contrôler l'horloge locale
4 à 7	0	Réservé pour une utilisation future

5.8.2 DLPDU de réseau de canal de messagerie (MSCN)

La DLPDU MSCN est une DLPDU de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 34.

Tableau 34 – DLPDU MSCN

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x70: Message MSCN
Données MSC	Trame MSC-MTP	—	Données de messagerie tel que spécifié en 5.9

5.9 Données DLPDU de canal de messagerie – Protocole de transfert de message MSC (MSC-MTP)

5.9.1 Présentation générale

Le présent paragraphe spécifie les DLPDU du protocole de transfert de message MSC (MSC-MTP) utilisé dans la communication MSC pour les deux modèles de communication RTFL et RTFN.

Il propose une transmission de données segmentée et confirmée. Si le volume de données à transférer est suffisamment faible, son transfert s'effectue à l'aide du protocole MSC-MTP sans segmentation. Le volume de données maximal transféré sans segmentation dépend de la configuration.

Le protocole de transfert de message MSC doit être utilisé pour l'échange de messages acycliques confirmés au sein des DLPDU MSCL, tel que spécifié en 5.8.1 et des DLPDU MSCN tel que spécifié en 5.8.2.

5.9.2 Trame MSC-MTP

5.9.2.1 Spécification de trame MSC-MTP

La trame MSC-MTP est une trame de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 35.

Tableau 35 – Structure de trame MSC-MTP

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
Trame MSC-MTP	Type d'adresse	Unsigned8	Indique le mode d'adressage et la priorité du message
	DA de dispositif	Unsigned16	Indique l'adresse de dispositif de la destination 0xFFFF: Adresse de diffusion 0xFFFE: Adresse multidiffusion SEF
	SA de dispositif	Unsigned16	Indique l'adresse de dispositif de la source
	Longueur de message	Unsigned16	Indique la taille totale de la trame MSC-MTP en octets
	Adresse IP (facultatif)	Unsigned8[4] ou Unsigned8[16]	Indique l'adresse IP de la source ou de la destination dans le cas du mode d'adressage étendu
	Données de trame MSC-MTP	—	Tel que spécifié en 5.9.3

5.9.2.2 Type d'adresse

L'en-tête de la trame MSC-MTP doit différencier le mode d'adressage normal du mode d'adressage étendu. L'adressage étendu insère un champ supplémentaire (adresse IP) dans l'en-tête du message et facilite la communication acyclique intercellulaire.

Le champ de type d'adresse fait partie intégrante de la trame MSC-MTP et son codage est détaillé dans le Tableau 36.

Tableau 36 – Type d'adresse

Bit	Valeur	Description
0 à 2	0000	Réservé
3 à 4	00	Priorité 0 (non utilisée)
	01	Priorité 1
	10	Priorité 2
	11	Priorité 3
5	0	IP version 4
	1	IP version 6
6 à 7	00	Mode d'adressage normal
	01	Mode d'adressage étendu, l'adresse IP est l'adresse de destination
	10	Mode d'adressage étendu, l'adresse IP est l'adresse source
	11	Réservé

5.9.3 Données de trame MSC-MTP

5.9.3.1 Init (Initialisation)

L'Init MSC-MTP est une DLPDU de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 37.

Tableau 37 – Structure Init MSC-MTP

Elément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
Données de trame MSC-MTP	CMD	Unsigned3	0x1: Trame Init
	Descripteur	Unsigned5	Identifie la session
	Version	Unsigned8	Indique la version du protocole de transfert de message
	Réservé	Unsigned7	Réservé pour les drapeaux de contrôle futurs
	WithAck	Unsigned1	0x1: Communication confirmée attendue 0x0: Communication non confirmée attendue (aucun acquittement, par exemple, diffusion)
	Compteur d'octets	Unsigned32	Indique la taille du message

5.9.3.2 Init_Fast

La trame Init_Fast MSC-MTP est une trame de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 38.

Tableau 38 – Structure Init_Fast MSC-MTP

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
Données de trame MSC-MTP	CMD	Unsigned3	0x2: Trame Init_Fast
	Descripteur	Unsigned5	Identifie la session
	Version	Unsigned8	Indique la version du protocole de transfert de messages
	Compteur d'octets	Unsigned32	Indique le nombre d'octets de données transmis dans cette DLPDU
	Réservé	Unsigned7	Réservé pour les drapeaux de contrôle futurs
	WithAck	Unsigned1	0x1: Communication confirmée attendue 0x0: Communication non confirmée attendue (aucun acquittement, par exemple, diffusion)
	Données de message MSC-MTP		Données à transmettre tel que spécifié en 5.9.4

5.9.3.3 Send (Transmission)

La DLPDU Send (Transmission) MSC-MTP est une DLPDU de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 39.

Tableau 39 – Structure Send MSC-MTP

Élément de trame	Champ de données	Type de données	Valeur/description
Données DLPDU MSC-MTP	CMD	Unsigned3	0x3: DLPDU Send 0x4: DLPDU Send_Last
	Descripteur	Unsigned5	Identifie la session
	Compteur d'octets	Unsigned32	Indique le nombre d'octets de données transmis pour cette session, y compris le contenu de cette DLPDU
	Données de message MSC-MTP	—	Segment de données à transmettre tel que spécifié en 5.9.4

5.9.3.4 Acquittement

La DLPDU d'Acquittement MSC-MTP est une DLPDU de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 40.

Tableau 40 – Structure Acquittement MSC-MTP

Élément DLPDU	Champ de données	Type de données	Valeur/description
Données DLPDU MSC-MTP	CMD	Unsigned3	0x5: DLPDU Acquittement
	Descripteur	Unsigned5	Identifie la session
	Version	Unsigned8	Indique la version du protocole de transfert de message
	Compteur d'octets	Unsigned32	Confirmation des octets reçus
	MSS	Unsigned16	Taille de segment maximale