

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 liaison de données –
Éléments de type 22**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 61158-4-22

Edition 2.0 2014-08

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 liaison de données –
Éléments de type 22**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XB**
CODE PRIX

ICS 25.040.40; 35.100.20; 35.110

ISBN 978-2-8322-1729-0

**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..... 11
 - 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 37
 - 5.7 Cyclic data channel (CDC) DLPDU data 38
 - 5.8 Message channel (MSC) DLPDUs 38
 - 5.9 Message channel DLPDU data - MSC message transfer protocol (MSC-MTP)..... 40
 - 5.10 Time synchronization 43
- 6 Telegram timing and DLPDU handling 45
 - 6.1 Communication mechanism..... 45
 - 6.2 Device synchronization..... 47
- 7 Type 22 protocol machines..... 47
 - 7.1 RTFL device protocol machines..... 47
 - 7.2 RTFN device protocol machines 59
 - 7.3 Message channel – Message transfer protocol (MSC-MTP)..... 61
- Bibliography..... 65

Figure 1 – DLPDU sequence.....	46
Figure 2 – Communication relationship RTFN device	46
Figure 3 – Overview RTFL device protocol machines	48
Figure 4 – Protocol machine send DLPDU procedure.....	49
Figure 5 – Protocol machine receive DLPDU procedure	49
Figure 6 – CDCL send cyclic data sequence	50
Figure 7 – CDCL receive cyclic data sequence	51
Figure 8 – MSCl send sequence	52
Figure 9 – MSCl receive sequence	53
Figure 10 – Network management protocol machine	54
Figure 11 – Net management sequence at system boot up	55
Figure 12 – Initialization sequence ordinary device	56
Figure 13 – PCS configuration sequence	57
Figure 14 – Delay measurement principle	58
Figure 15 – Overview RTFN device protocol machines	59
Figure 16 – CDCN connection setup and release	60
Figure 17 – CDCN unpublish data.....	61
Figure 18 – Segmentation sequence	62
Figure 19 – Expedited transfer sequence	62
Figure 20 – Toggling from expedited transfer to segmented transfer	63
Figure 21 – Segmentation sequence for broad- or multicast message without Acknowledgement.....	64
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 an 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 request DLPDU.....	30
Table 16 – RTFN scan network response DLPDU	30
Table 17 – Identification data.....	30
Table 18 – Identification data v2	31
Table 19 – PhyLinkPortX	32
Table 20 – RTF support	33

Table 21 – RTF2 support	33
Table 22 – UseDHCP	34
Table 23 – DeviceRole	34
Table 24 – RTFN connection management DLPDU	35
Table 25 – CDCN connection still alive DLPDU	35
Table 26 – ID data	35
Table 27 – RTFL control DLPDU	35
Table 28 – RTFL configuration DLPDU	36
Table 29 – RTFL configuration acknowledgement DLPDU	36
Table 30 – RTFL configuration 2 DLPDU	37
Table 31 – RTFL configuration acknowledgement 2 DLPDU	37
Table 32 – CDCL DLPDU	37
Table 33 – CDCN DLPDU	38
Table 34 – CDC DLPDU data arrangement	38
Table 35 – CDC DLPDU data	38
Table 36 – MSCL DLPDU	39
Table 37 – MSCL control	39
Table 38 – MSCN DLPDU	40
Table 39 – MSC-MTP frame structure	40
Table 40 – Address type	41
Table 41 – MSC-MTP Init structure	41
Table 42 – MSC-MTP Init_Fast structure	42
Table 43 – MSC-MTP Send structure	42
Table 44 – MSC-MTP Acknowledgement structure	42
Table 45 – MSC-MTP Abort structure	43
Table 46 – Data structure of a message	43
Table 47 – DelayMeasurement start encoding	43
Table 48 – DelayMeasurement read encoding	44
Table 49 – PCS configuration encoding	44
Table 50 – Time synchronization service request	44
Table 51 – Time synchronization service response	44

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.

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

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

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

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

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

- Introduction of new topology scan PDUs.

- Bug fix of missing version field in some PDUs.
- Introduction of new Physical Link descriptors.

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

FDIS	Report on voting
65C/762/FDIS	65C/772/RVD

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

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.

INTRODUCTION

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

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

- a) as a guide for 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 B4	[PI]	Steuerungssystem mit einer Vielzahl von räumlich verteilten Stationen sowie Verfahren zum Übertragen von Daten in einem solchen Steuerungssystem
EP-1 828 858 A1	[PI]	Control system with a plurality of spatially distributed stations and method for transmitting data in said control system
JP-4 848 469 B2	[PI]	Control system with a plurality of spatially distributed stations and method for transmitting data in said control system
CN-101 111 807	[PI]	Control system with a plurality of spatially distributed stations and method for transmitting data in said control system
US-8 144 718 B2	[PI]	Control system having a plurality of spatially distributed stations, and method for transmitting data in such a control system

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

The holders of these patent rights have assured IEC that they are willing to negotiate licenses 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 holders of these patent rights is registered with IEC. 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://patents.iec.ch>) 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.

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

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

IEC 61158-3-22:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-22: Data-link layer service definition – Type 22 elements*

IEC 61588, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems*

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*

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

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

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

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

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

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

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 1 to entry: 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 1 to entry: 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

Note 1 to entry: 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	RTFL 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.

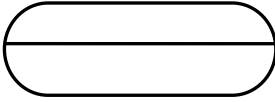
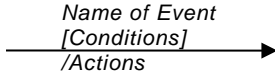
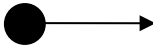
Table 1 – DLPDU element definition

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
	<p>Each state of a protocol machine is uniquely identified using a descriptive name</p> <p>An action, if required, is performed by the protocol machine in this particular state</p>
	<p>A transition between different states of a protocol machine is caused by an event or a particular condition</p> <p>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</p> <p>Additionally actions which are performed when performing a certain transition can be stated</p>
	<p>The initial state of a protocol machine is labeled using this symbol</p>

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, 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, 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 an 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:

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

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,

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

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 RTFL network verification DLPDUs

The RTFL 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
	Version	Unsigned8	RTFL network verification version
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
	Version	Unsigned8	RTFL network verification version
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
	Version	Unsigned8	RTFL network verification version
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	Sequence number	Unsigned16	Sequence number of acknowledged DLPDU
	Version	Unsigned8	RTFL network verification version
NV data	ACK type	Unsigned8	Indicates the type of the acknowledged DLPDU

5.5.2 RTFN scan network DLPDUs

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

Table 15 – RTFN scan network request DLPDU

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

Table 16 – RTFN scan network response DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x81: RTFN scan network 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 or Table 18.

Table 17 – Identification data

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Identification data	Version	Unsigned16	Version of the Type 22 protocol implementation Static: 0x0001
	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

Frame part	Data field	Data type	Value/description
			0x01: RTFL supported 0x10: RTFN supported 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

Table 18 – Identification data v2

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Identification data	Version	Unsigned16	Version of the Type 22 protocol implementation Static: 0x0002
	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
	RTFN support	Unsigned8	RTFN support per RTF2 table
	RTFL support	Unsigned8	RTFL support per RTF2 table
	PhyLinkPort1	Unsigned8	Link state of port 1 per PhyLinkPortX table
	PhyLinkPort2	Unsigned8	Link state of port 2 per PhyLinkPortX table
	IP network scanner	Unsigned32	IP of network scanner
	MACAddress	Unsigned8[6]	MAC address of the device
	MACAddress of scan relayed device	Unsigned8[6]	MAC address of the scan relayed device
	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	

Frame part	Data field	Data type	Value/description
	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
	MAC S	Unsigned8[6]	MAC address of the successor
	Device address	Unsigned16	Address of the device
	Device line position	Unsigned8	Position in the double line
	RTFL cycle start time	Unsigned8[8]	Start time for the RTFL cycle
	RTFL cycle time	Unsigned32	RTFL cycle time
	Watchdog trigger	Unsigned32	Interval for the watchdog
	CDC frames	Unsigned8	Number of CDC frames
	CDC frame size	Unsigned16	Data size of CDC frame
	MSC size	Unsigned16	Data size of MSC frame
	MSC max. message size	Unsigned16	Max. message size for MSC
	Interrupt 1 start time	Unsigned8[8]	Start time for interrupt 1
	Interrupt 1 cycle time	Unsigned32	Cycle time for interrupt 1
	Interrupt 2 start time	Unsigned8[8]	Start time for interrupt 2
	Interrupt 2 cycle time	Unsigned32	Cycle time for interrupt 2
	PAA	Unsigned16	Estimated RTFL PAA

5.5.3.2 PhyLinkPortX

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

Table 19 – 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 20.

Table 20 – RTF support

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

5.5.3.4 RTF2 support

The RTF2 support field is part of the identification data and its coding is depicted in Table 21.

Table 21 – RTF2 support

Bit	Value	Description
0	0	Not supported
	1	Supported
1	0	Not switched
	1	Switched
2	0	RTFL Chip not present
	1	RTFL Chip present
3	0	No scan received
	1	Scan received
4	0	PHY1 not supported
	1	PHY1 supported
5	0	PHY1 not active
	1	PHY1 active
6	0	PHY2 not supported
	1	PHY2 supported
7	0	PHY2 not active
	1	PHY2 active

5.5.3.5 UseDHCP

The UseDHCP field is part of the identification data and its coding is depicted in Table 22.

Table 22 – UseDHCP

Bit	Value	Description
0	0	IPv4 static IP not used
	1	IPv4 static IP used
1	0	IPv4 DHCP not used
	1	IPv4 DHCP used
2	0	IPv4 automatic IP not used
	1	IPv4 automatic IP used
3	x	Reserved
4	0	IPv6 static IP not used
	1	IPv6 static IP used
5	0	IPv6 DHCP not used
	1	IPv6 DHCP used
6	0	IPv6 automatic IP not used
	1	IPv6 automatic IP used
7	x	Reserved

5.5.3.6 DeviceRole

The DeviceRole field is part of the identification data and its coding is depicted in Table 23.

Table 23 – 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 24.

Table 24 – 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 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 25.

Table 25 – 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 field is part of the RTFN connection management DLPDU. Its structure is specified in Table 26.

Table 26 – 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 27.

Table 27 – 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 28 and Table 29.

Table 28 – 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
	Version	Unsigned8	RTFL config version Static: 0x01
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 unsegmented 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 29 – 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
	Version	Unsigned8	RTFL config version Static: 0x01

5.5.8 RTFL configuration 2 DLPDUs

The RTFL configuration 2 (RTFLCFG2) DLPDUs are Type 22 DLPDUs and shall follow the structure specified in Table 30 and Table 31.

Table 30 – RTFL configuration 2 DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x20: RTFLCFG frame
RTFLCFG header	Sequence number	Unsigned16	Continuous sequence number
	Version	Unsigned8	RTFL config version Static: 0x02
RTFLCFG data	Previous MAC address	Unsigned8[6]	MAC address of the predecessor device
	Next MAC address	Unsigned8[6]	MAC address of the successor device
	Device address	Unsigned16	Device address of the device
	Device line position	Unsigned8	Position in the double line
	RTFL cycle start time	Unsigned8[8]	Start time for the RTFL cycle
	RTFL cycle time	Unsigned32	RTFL cycle time
	Watchdog trigger	Unsigned32	Interval for the watchdog
	CDC frames	Unsigned8	Number of CDC frames
	CDC frame size	Unsigned16	Data size of CDC frame
	MSC size	Unsigned16	Data size of MSC frame
	MSC max. message size	Unsigned16	Max. message size for MSC

Table 31 – RTFL configuration acknowledgement 2 DLPDU

Frame part	Data field	Data type	Value/description
Header	Frame type	Unsigned8	0x21: RTFLCFG acknowledgement frame
RTFLCFG2 header	Sequence number	Unsigned16	Continuous sequence number
	Version	Unsigned8	RTFL config version Static: 0x02

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 32.

Table 32 – 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 33.

Table 33 – 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 34.

Table 34 – 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 35.

Table 35 – 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 36.

Table 36 – 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
MSC data	Assigned priority 3 count	Unsigned16	Indicates assigned priority 3 messages (lowest priority)
	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 37.

Table 37 – 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	Indicates that the PCS clocks are synchronized
	0	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 38.

Table 38 – 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

Subclause 5.9 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 39.

Table 39 – 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 40.

Table 40 – 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 41.

Table 41 – 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 42.

Table 42 – 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 43.

Table 43 – 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 44.

Table 44 – 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 45.

Table 45 – 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 46.

Table 46 – 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 47.

Table 47 – 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 48.

Table 48 – 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 49.

Table 49 – 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 50 and Table 51.

Table 50 – 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
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 51 – 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.

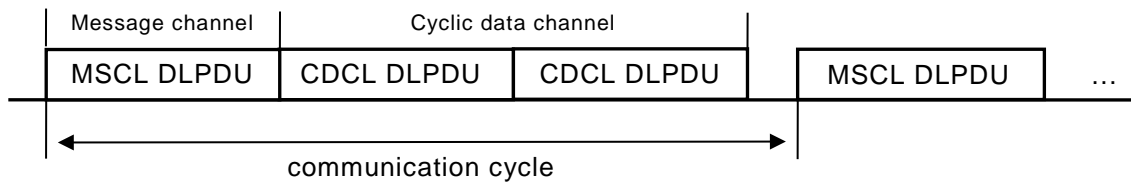


Figure 1 – DLPDU sequence

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.

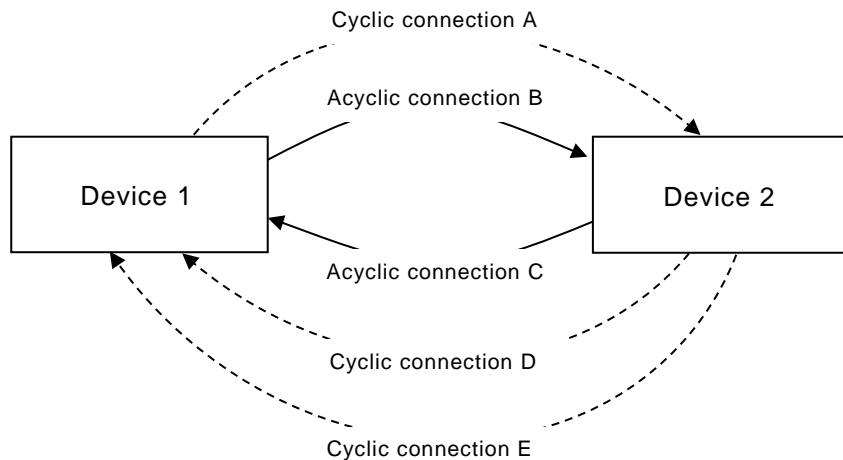


Figure 2 – Communication relationship RTFN device

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.

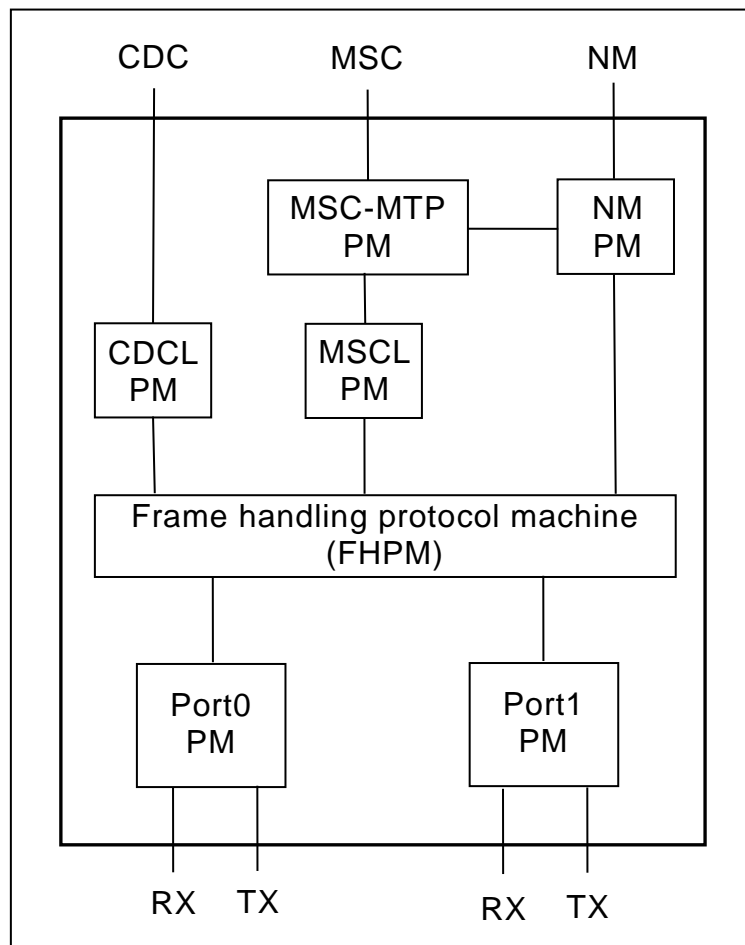


Figure 3 – Overview RTFL device protocol machines

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, MSCLPM and NMPM. Furthermore, the arrangement of Type 22 DLPDUs within outgoing ISO/IEC 8802-3 DLPDUs issued by the protocol machines CDCLPM, MSCLPM, 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.

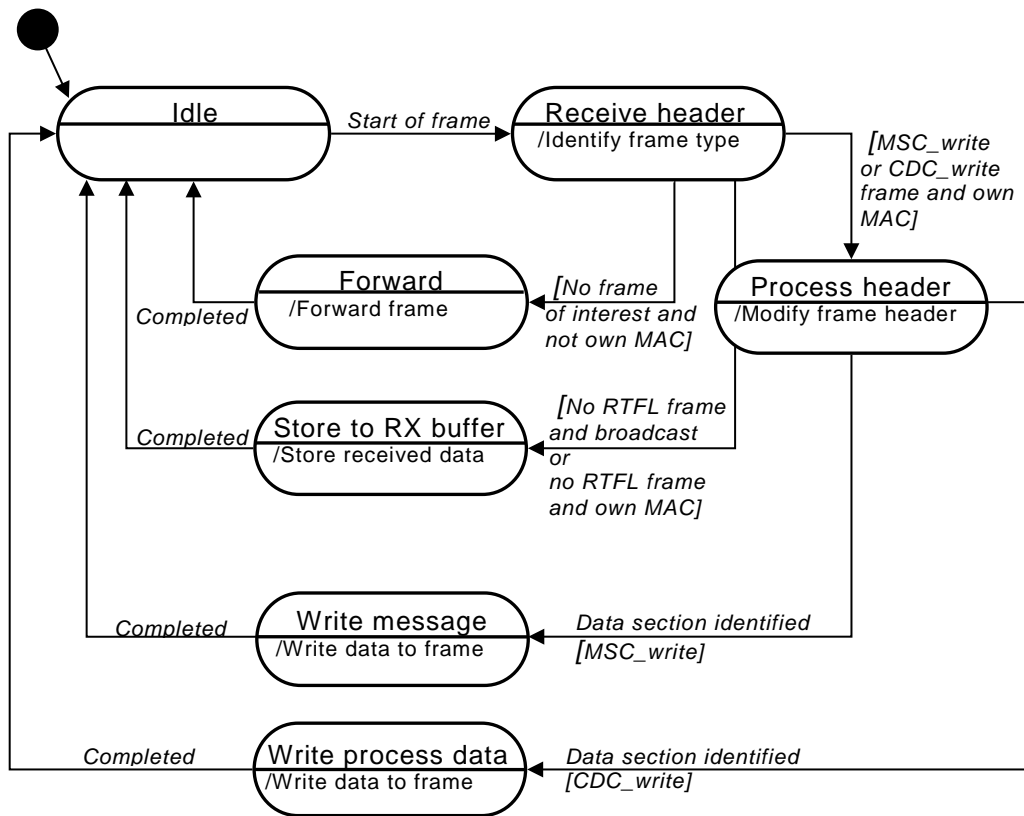


Figure 4 – Protocol machine send DLPDU procedure

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

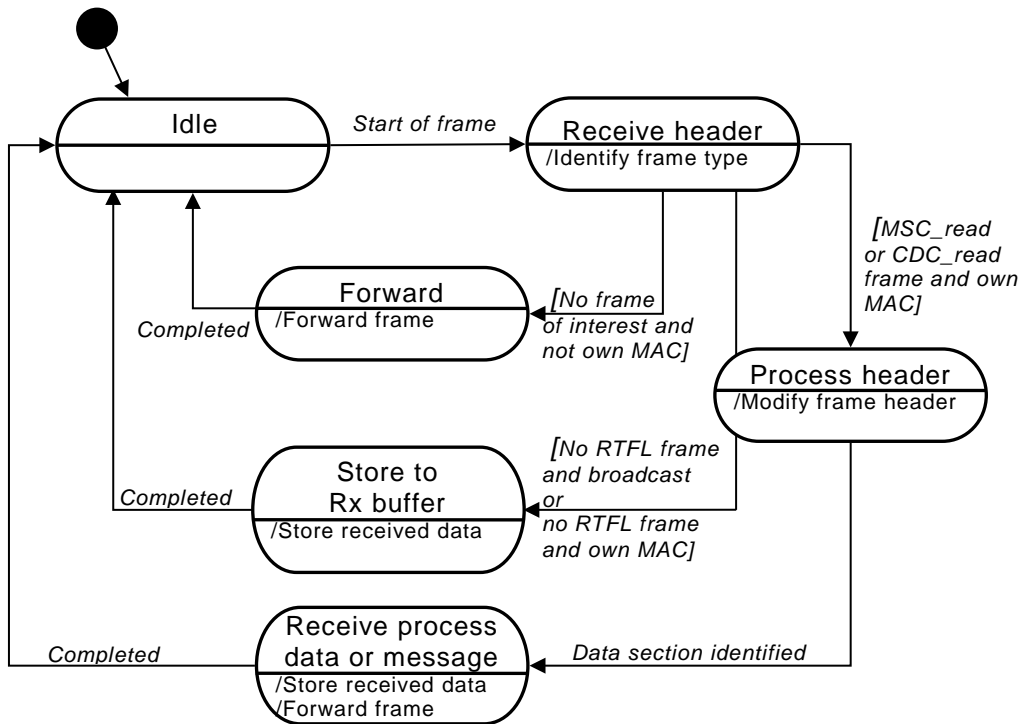


Figure 5 – Protocol machine receive DLPDU procedure

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.

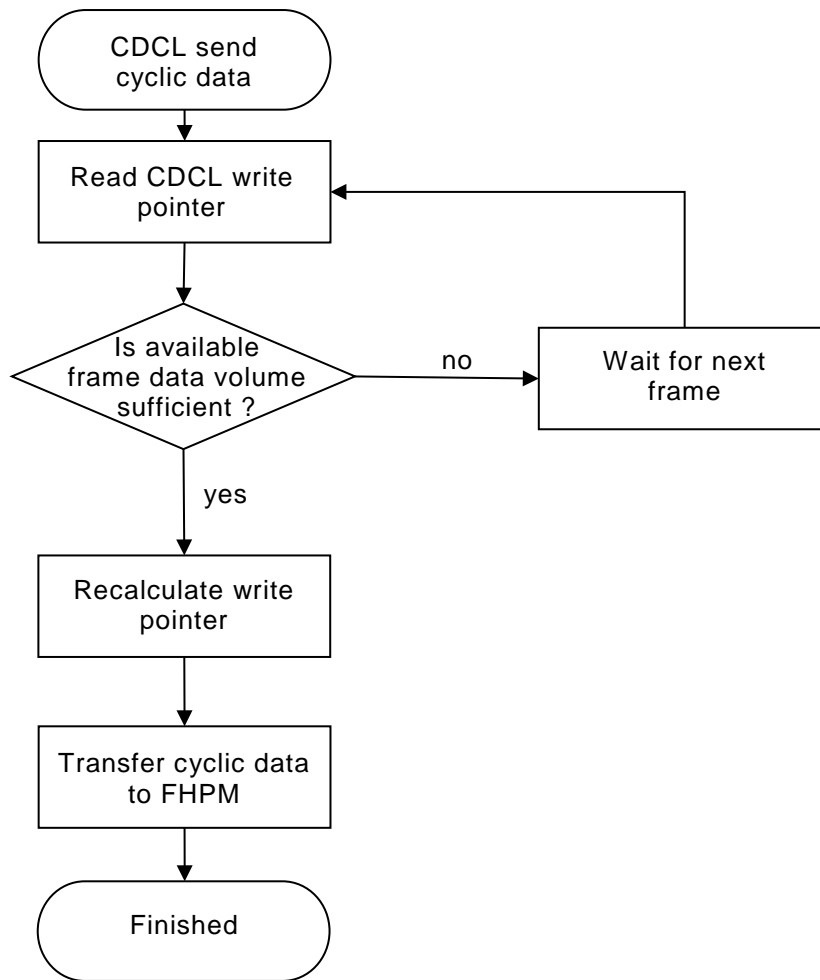
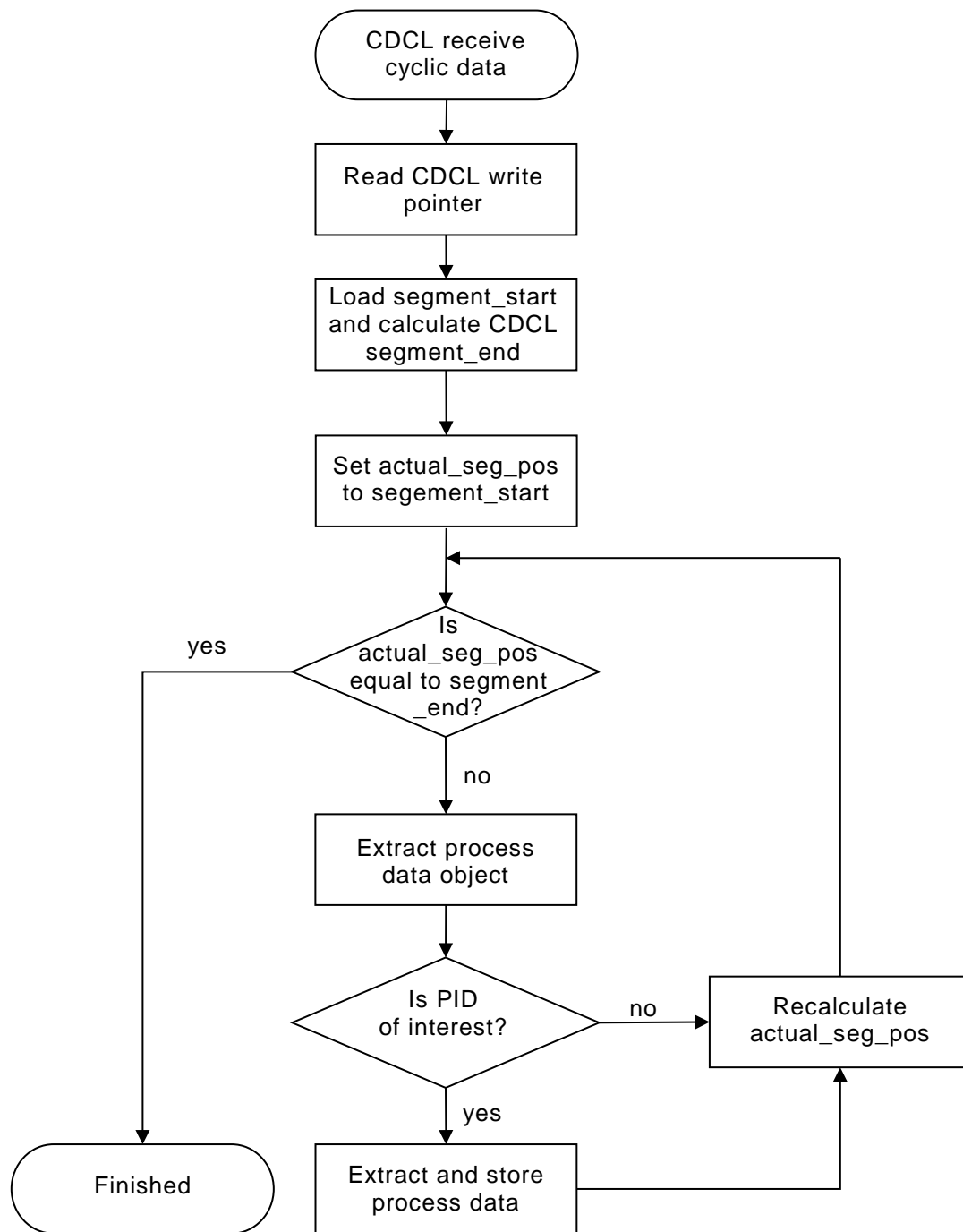


Figure 6 – CDCL send cyclic data sequence

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)

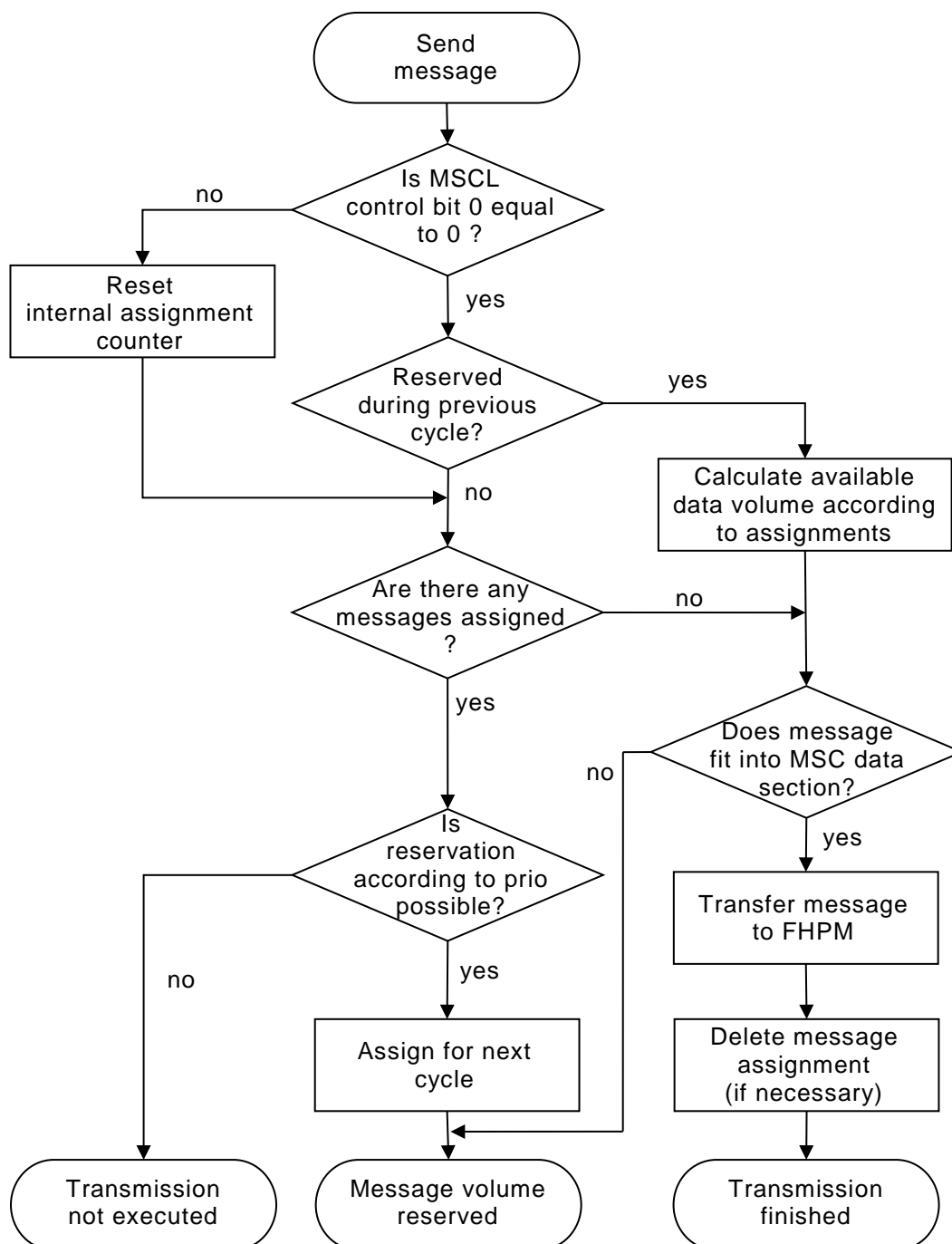
7.1.5.1 Overview

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.

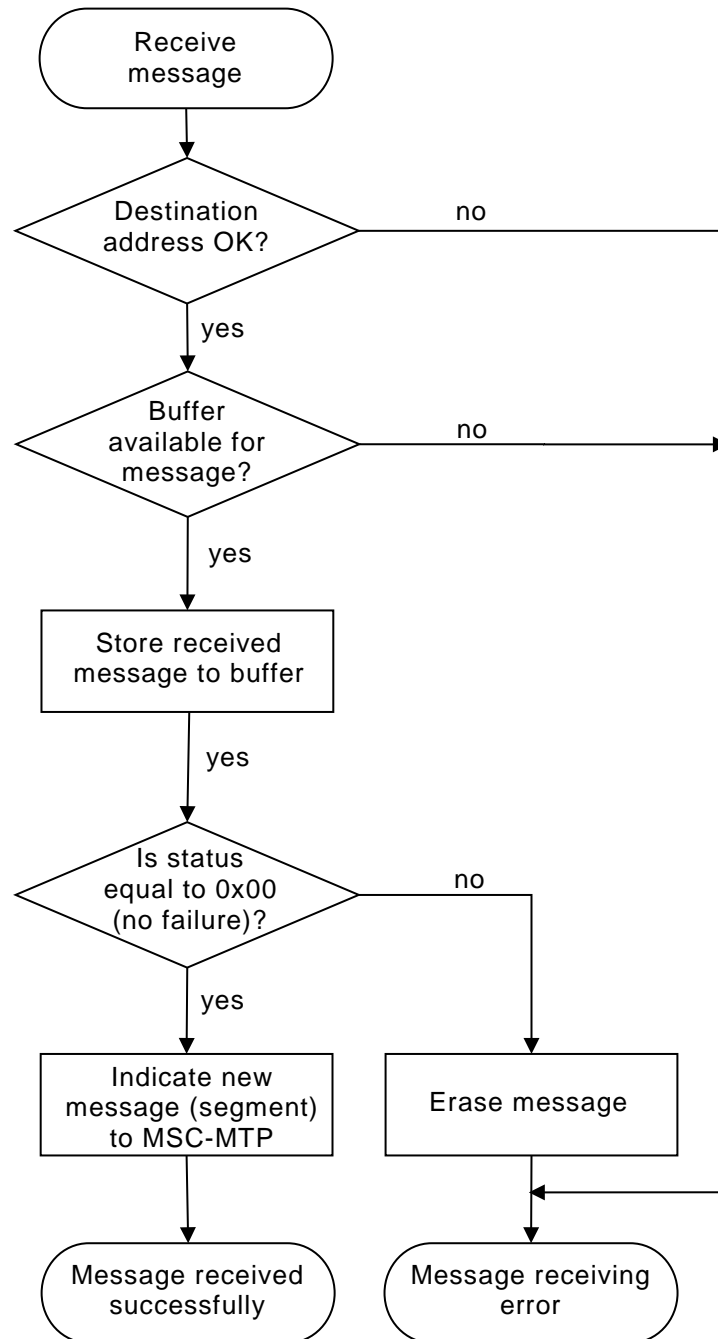


NOTE MSCL control is a particular field of the MSCL DLPDU.

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.

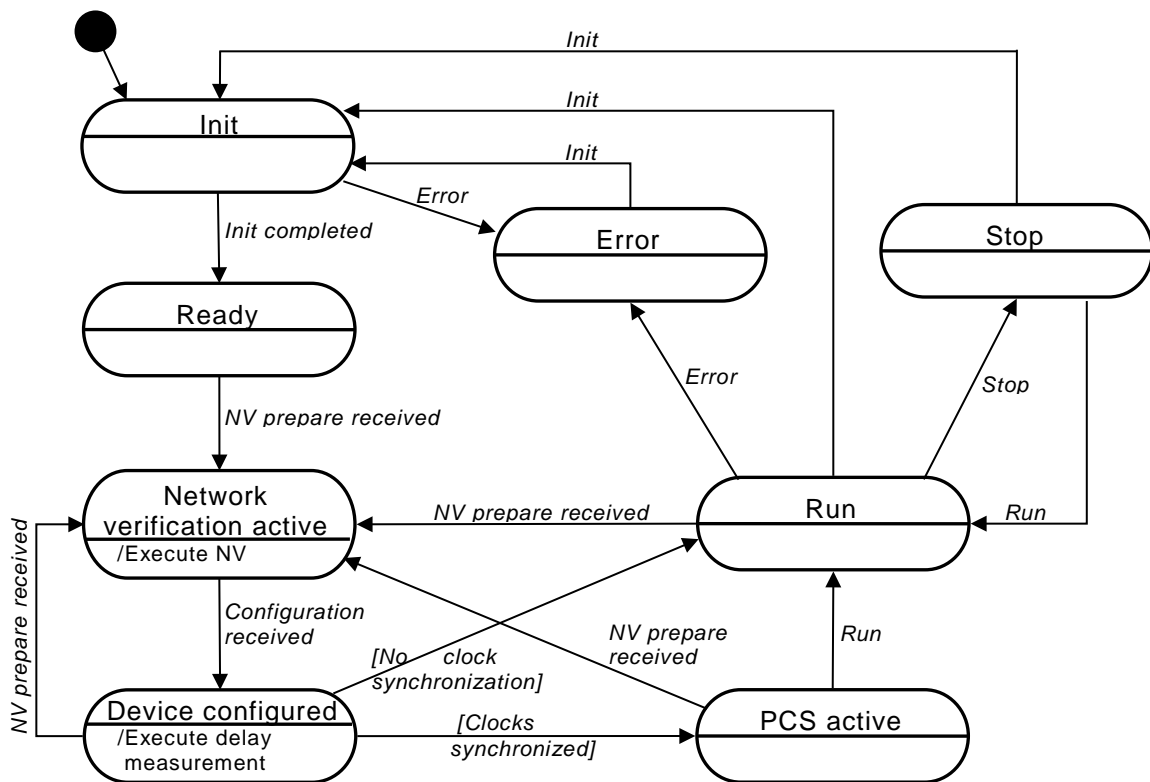


Figure 10 – Network management protocol machine

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.

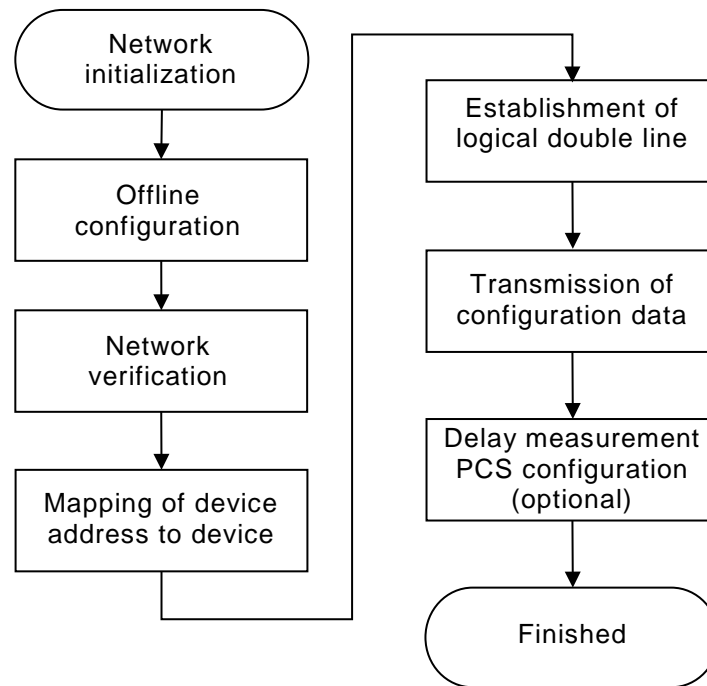


Figure 11 – Net management sequence at system boot up

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.

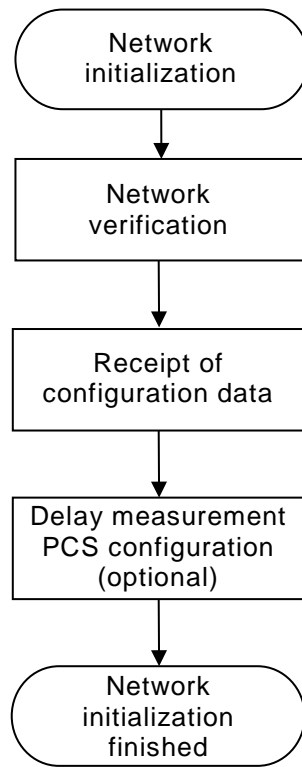


Figure 12 – Initialization sequence ordinary device

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.

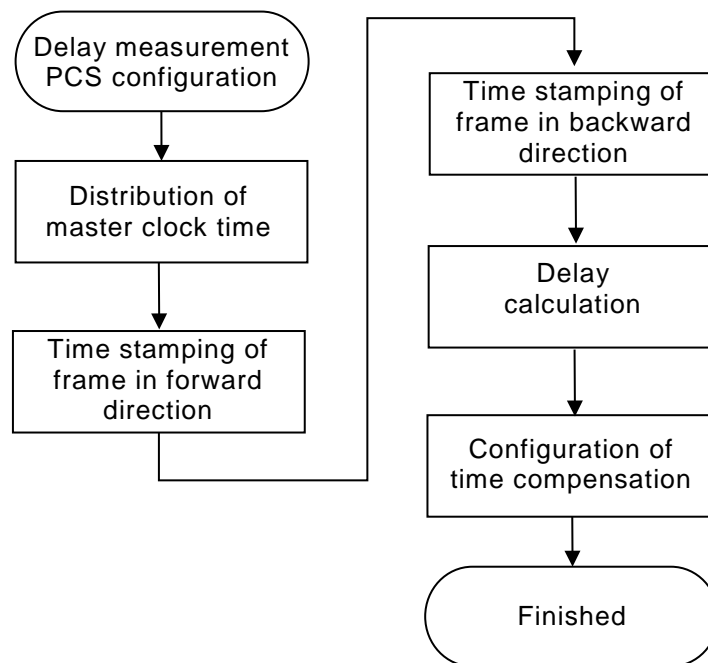


Figure 13 – PCS configuration sequence

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.

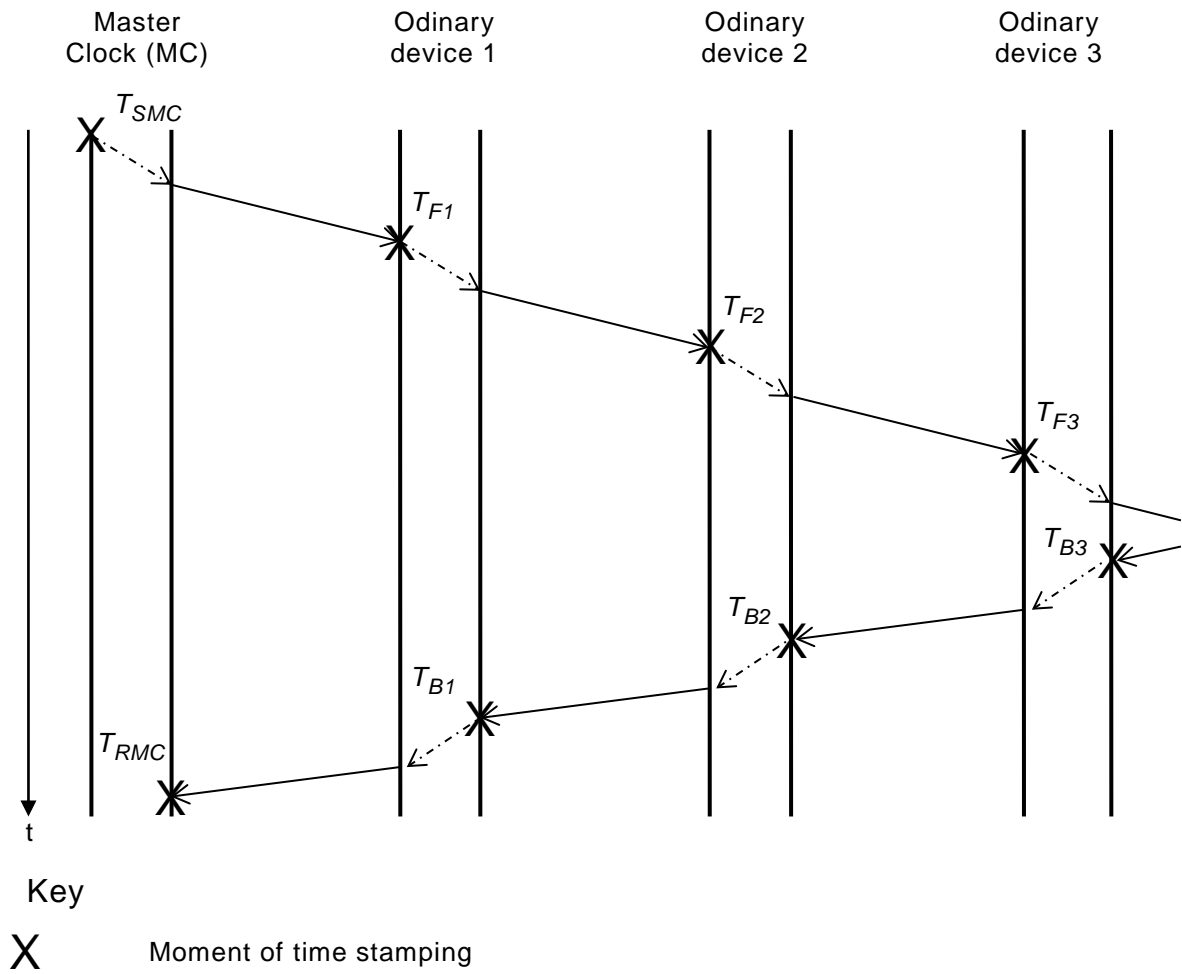


Figure 14 – Delay measurement principle

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.

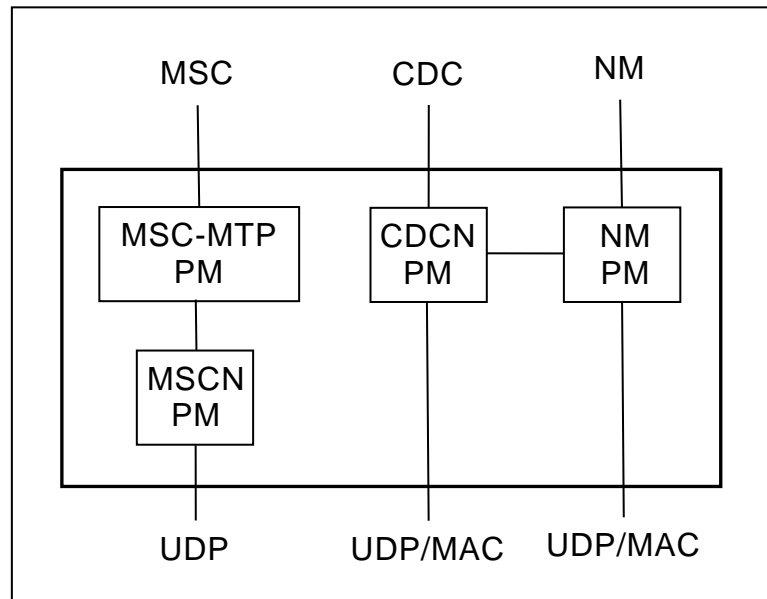


Figure 15 – Overview RTFN device protocol machines

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.

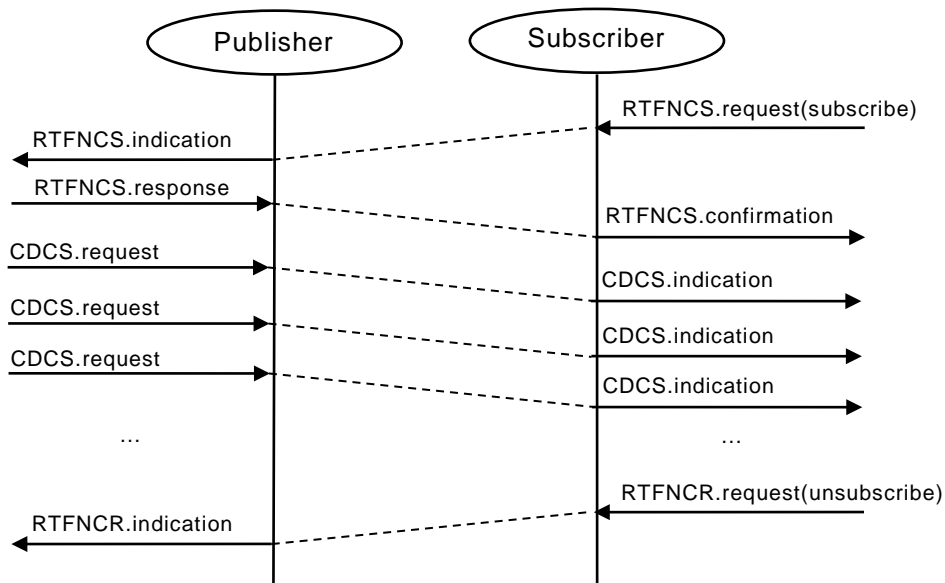


Figure 16 – CDCN connection setup and release

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.

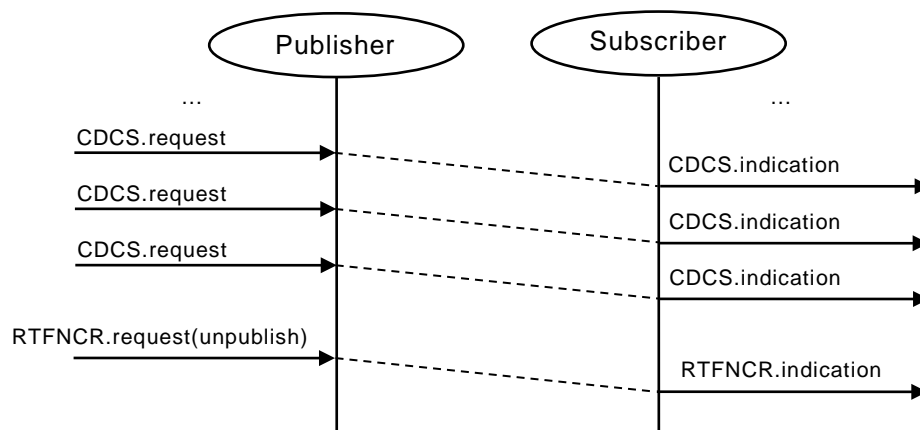


Figure 17 – CDCN unpush data

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.

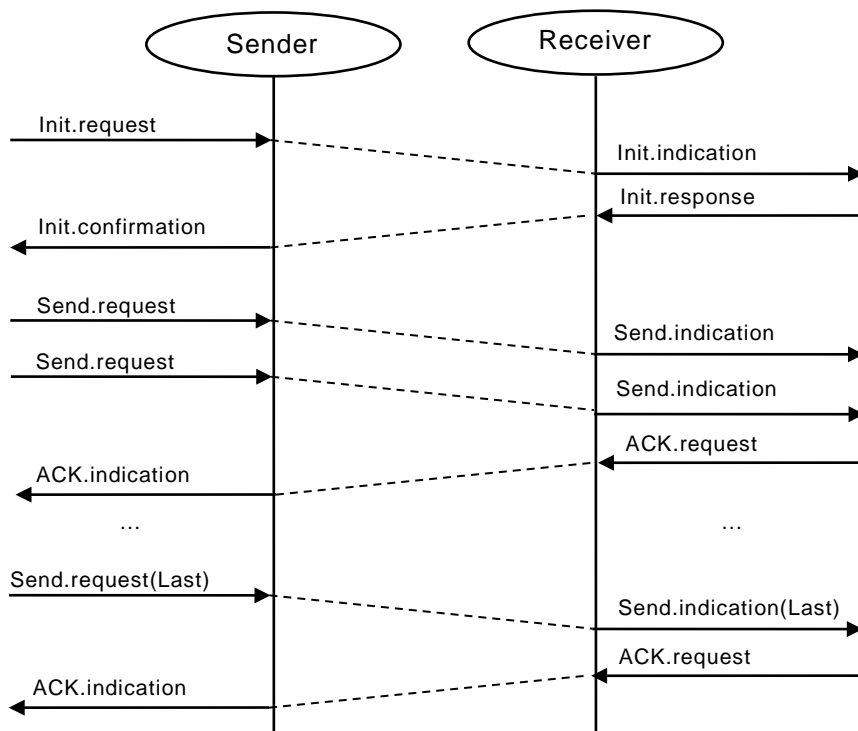


Figure 18 – Segmentation sequence

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.

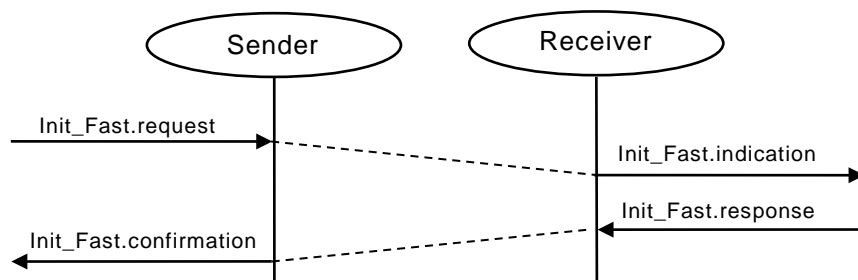


Figure 19 – Expedited transfer sequence

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.

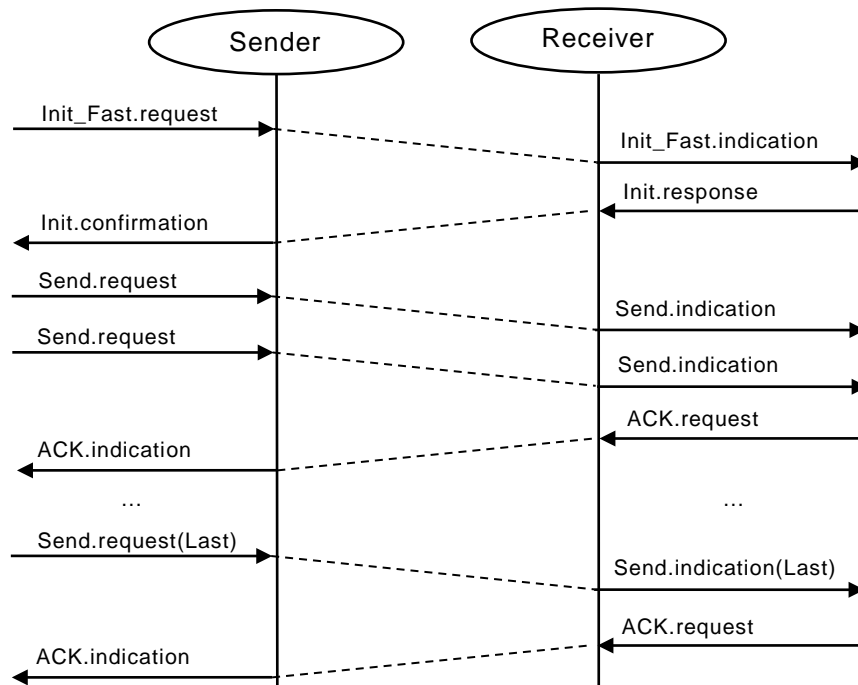


Figure 20 – Toggling from expedited transfer to segmented transfer

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.

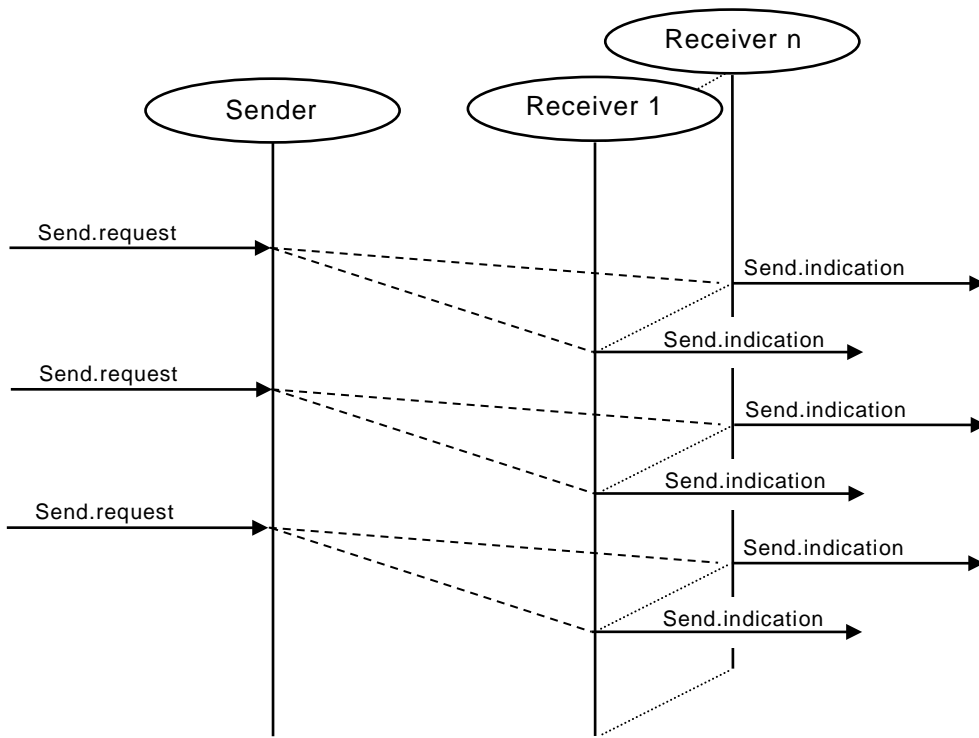


Figure 21 – Segmentation sequence for broad- or multicast message without Acknowledgement

Bibliography

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

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

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	69
INTRODUCTION.....	71
1 Domaine d'application	73
1.1 Généralités.....	73
1.2 Spécifications.....	73
1.3 Procédures.....	73
1.4 Applicabilité.....	73
1.5 Conformité	74
2 Références normatives.....	74
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	75
3.1 Termes et définitions du modèle de référence	75
3.2 Termes et définitions de convention pour les services	76
3.3 Termes et définitions communs	77
3.4 Définitions supplémentaires de Type 22	78
3.5 Symboles et abréviations communs.....	81
3.6 Symboles et abréviations supplémentaires de Type 22.....	82
3.7 Conventions	85
4 Vue d'ensemble du protocole DL	86
4.1 Principe de fonctionnement	86
4.2 Modèle de communication	86
4.3 Topologie	87
4.4 Traitement des DLPDU.....	87
4.5 Mécanismes généraux de communication.....	88
4.6 Passerelle	89
4.7 Modèles d'interaction	89
5 Structure DLPDU	90
5.1 Vue d'ensemble.....	90
5.2 Data types et règles d'encodage	90
5.3 Identification des DLPDU	92
5.4 Structure DLPDU générale	92
5.5 DLPDU de gestion de communication.....	94
5.6 DLPDU de canal de données cycliques (CDC).....	103
5.7 Données de DLPDU "Canal de données cycliques (CDC)".....	103
5.8 DLPDU "canal de messagerie (MSC)".....	104
5.9 Données de DLPDU "canal de messagerie" – Protocole de transfert de message MSC (MSC-MTP).....	106
5.10 Synchronisation temporelle	109
6 Temporisation de transmission de message et traitement des DLPDU.....	111
6.1 Mécanisme de communication.....	111
6.2 Synchronisation d'appareils.....	113
7 Machines de protocole de Type 22	114
7.1 Machines de protocole de l'appareil RTFL.....	114
7.2 Machines de protocole de l'appareil RTFN	131
7.3 Canal de messagerie – Protocole de transfert de message (MSC-MTP)	134
Bibliographie.....	138

Figure 1 – Séquence de DLPDU	112
Figure 2 – Appareil RTFN de relation de communication.....	113
Figure 3 – Vue d'ensemble des machines de protocole d'appareil RTFL	115
Figure 4 – Procédure d'envoi de DLPDU par machine de protocole.....	117
Figure 5 – Procédure de réception de DLPDU par machine de protocole	118
Figure 6 – Séquence d'envoi des données cycliques CDCL	119
Figure 7 – Séquence de réception des données cycliques CDCL	121
Figure 8 – Séquence d'envoi MSCL	123
Figure 9 – Séquence de réception MSCL	125
Figure 10 – Machine de protocole de gestion de réseau	126
Figure 11 – Séquence de gestion de réseau au démarrage du système	127
Figure 12 – Appareil ordinaire de séquence d'initialisation.....	128
Figure 13 – Séquence de configuration PCS.....	129
Figure 14 – Principe de mesure du délai	130
Figure 15 – Vue d'ensemble des machines de protocole d'appareil RTFN.....	132
Figure 16 – Configuration et libération de connexion CDCN	133
Figure 17 – Données de non-édition CDCN	133
Figure 18 – Séquence de segmentation	135
Figure 19 – Séquence de transfert accéléré.....	135
Figure 20 – Basculement d'une séquence de transfert accéléré à une séquence de transfert segmenté.....	136
Figure 21 – Séquence de segmentation pour un message à diffusion générale ou multidiffusion sans acquittement	137
Tableau 1– Définition des éléments DLPDU.....	85
Tableau 2 – Conventions pour la description des machines de protocole	85
Tableau 3 – Syntaxe de transfert des séquences binaires.....	90
Tableau 4 – Syntaxe de transfert du type de données Unsignedn	91
Tableau 5 – Syntaxe de transfert pour le type de données Signedn	91
Tableau 6 – DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3	92
Tableau 7 – DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 marquée VLAN	93
Tableau 8 – DLPDU de Type 22 interne à une DLPDU UDP.....	93
Tableau 9 – Structure générale d'une DLPDU de Type 22	94
Tableau 10 – Structure d'en-tête de la DLPDU.....	94
Tableau 11 – DLPDU de préparation de vérification de réseau	95
Tableau 12 – DLPDU d'environnement de vérification de réseau	95
Tableau 13 – DLPDU d'informations de vérification de réseau	95
Tableau 14 – DLPDU d'acquiescement de vérification de réseau	95
Tableau 15 – DLPDU de demande de réseau d'analyse RTFN.....	95
Tableau 16 – DLPDU de réponse de réseau d'analyse RTFN	96
Tableau 17 – Données d'identification	96

Tableau 18 – Données d'identification v2.....	97
Tableau 19 – PhyLinkPortX.....	98
Tableau 20 – Prise en charge RTF	98
Tableau 21– Prise en charge RTF2.....	99
Tableau 22 – UseDHCP	99
Tableau 23 – DeviceRole	100
Tableau 24 – DLPDU de gestion de connexion RTFN	100
Tableau 25 – CDCN connection still alive DLPDU	100
Tableau 26 – Données ID	101
Tableau 27 – DLPDU de contrôle RTFL	101
Tableau 28 – DLPDU de configuration RTFL.....	101
Tableau 29 – DLPDU d'acquittement de configuration RTFL.....	102
Tableau 30 – DLPDU de configuration RTFL 2.....	102
Tableau 31 – DLPDU d'acquittement de configuration RTFL 2	103
Tableau 32 – DLPDU CDCL.....	103
Tableau 33 – DLPDU CDCN	103
Tableau 34 – Disposition des données DLPDU CDC.....	104
Tableau 35 – Données de DLPDU CDC	104
Tableau 36 – DLPDU MSCL.....	105
Tableau 37 – Contrôle MSCL	105
Tableau 38 – DLPDU MSCN	106
Tableau 39 – Structure de trame MSC-MTP	106
Tableau 40 – Type d'adresse	107
Tableau 41 – Structure de l'Init MSC-MTP	107
Tableau 42 – Structure de l'Init_Fast MSC-MTP.....	108
Tableau 43 – Structure de la MSC-MTP Send.....	108
Tableau 44 – Structure de la MSC-MTP Acknowledgement.....	108
Tableau 45 – Structure de la MSC-MTP Abort.....	109
Tableau 46 – Structure des données d'un message	109
Tableau 47 – Codage de démarrage de DelayMeasurement	110
Tableau 48 – Codage de lecture de DelayMeasurement	110
Tableau 49 – Codage de configuration PCS.....	110
Tableau 50 – Demande de service de synchronisation temporelle	111
Tableau 51 – Réponse de service de synchronisation temporelle.....	111

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

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

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

- Introduction de nouvelles PDU d'analyse topologique
- Réparation d'erreurs, à savoir ajout du champ Version dans certaines PDU
- Introduction de nouveaux descripteurs de liaison physique

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65C/762/FDIS	65C/772/RVD

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

Le protocole de liaison de données assure un service de liaison de données en s'appuyant sur les services offerts par la couche physique. La présente norme a pour principal objet de préciser un ensemble de règles de communication, exprimées sous la forme de procédures que doivent réaliser des entités de liaison de données homologues (DLE) au moment de la communication. Ces règles de communication visent à fournir une base saine pour le développement, dans divers buts:

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

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

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

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

WO-2006/069691 A1	[PI]	Système de commande comportant une pluralité de stations spatialement distribuées et procédé de transmission de données dans un tel système de commande
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
EP-1 828 858 A1	[PI]	Control system with a plurality of spatially distributed stations and method for transmitting data in said control system
JP-4 848 469 B2	[PI]	Control system with a plurality of spatially distributed stations and method for transmitting data in said control system
CN-101 111 807	[PI]	Control system with a plurality of spatially distributed stations and method for transmitting data in said control system
US-8 144 718 B2	[PI]	Control system having a plurality of spatially distributed stations, and method for transmitting data in such a control system

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

Les détenteurs de ces droits de propriété ont donné l'assurance à la CEI qu'ils consentent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, soit sans frais soit à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration des détenteurs des droits de propriété est enregistrée à la CEI. Des informations peuvent être demandées à:

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

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

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

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-22: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de type 22

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

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

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

- 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.

Par conséquent, ce protocole peut se caractériser comme assurant 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 en temps critique dans la couche de liaison de données des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, et qui exigent la capacité d'interconnexion dans un environnement d'interconnexion de systèmes ouverts.

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

1.5 Conformité

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

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

CEI 61158-3-22:2014, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-22: Définition des services de la couche liaison de données – Éléments de type 22*

IEC 61588, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems* (disponible en anglais seulement)

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 en anglais seulement)

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

IEEE 802.1D, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) Bridges*, disponible à l'adresse <<http://www.ieee.org>>

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

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>>

3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions

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

3.1 Termes et définitions du modèle de référence

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

3.1.1 acquittement	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.2 adresse DL	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.3 mapping 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 primitif	[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 séquençement	[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-systèmes	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.43 données utilisateur DL	[ISO/CEI 7498-1]

3.2 Termes et définitions de convention pour les services

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

3.2.1 acceptant

3.2.2 service asymétrique**3.2.3 (primitive de) confirmation;
requestor.deliver (remise au demandeur) (primitive)****3.2.4 (primitive) "deliver"****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 multihomologue****3.2.18 (primitive de) demande;
requestor.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) "submit"****3.2.22 service symétrique****3.3 Termes et définitions communs**

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

NOTE Plusieurs définitions sont communes à plusieurs types de protocole; elles ne sont pas nécessairement utilisées par tous les types de protocoles.

**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 les unes avec les autres, soit directement, soit à l'aide d'une ou de plusieurs des entités relais DL intervenantes

Note 1 à l'article: Une liaison étendue ne peut être composée que d'une seule liaison.

3.3.3

trame

synonyme déconseillé de DLPDU

3.3.4

utilisateur DLS destinataire

utilisateur du service DL auquel sont destinées les données utilisateur DL

Note 1 à l'article: 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 de temps à autre à des fins précises

3.4.2

bit

unité d'information consistant en un 1 ou un 0

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

3.4.3

cellule

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

3.4.4

cycle de communication

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

3.4.5

durée de cycle

durée d'un cycle de communication

3.4.6

cyclique

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

3.4.7

communication cyclique

échange périodique de trames

3.4.8**données cycliques**

données transférées de manière régulière et répétitive à des fins précises

3.4.9**canal de données cycliques****CDC**

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

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

3.4.10**donnée**

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

3.4.11**appareil**

entité physique connectée au bus de terrain

3.4.12**erreur**

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

3.4.13**passerelle**

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

3.4.14**communication inter-cellules**

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

3.4.15**interface**

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

3.4.16**communication intra-cellules**

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

3.4.17**liaison**

synonyme de segment DL

3.4.18**voie logique double**

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

3.4.19**horloge maîtresse**

base de temps globale pour le mécanisme PCS

3.4.20**message**

suite ordonnée d'octets, destinée à véhiculer des informations

3.4.21**canal de message****MSC**

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

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

3.4.22**réseau**

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

3.4.23**réseau ouvert**

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

3.4.24**appareil ordinaire****OD**

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

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

3.4.25**synchronisation temporelle précise****PCS**

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

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

3.4.26**donnée de processus**

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

3.4.27**objet de données de processus**

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

3.4.28**protocole**

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

3.4.29**appareil racine****RD**

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

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

3.4.30

ligne de trame temps réel

RTFL

modèle de communication applicable aux voies logiques doubles

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

3.4.31

réseau de trame temps réel

RTFN

modèle de communication comportant des appareils communiquant dans un réseau commuté

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

3.4.32

commutateur

pont MAC tel que défini dans l'IEEE 802.1D

3.4.33

durée totale du cycle

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

3.4.34

signal temporel

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

3.4.35

topologie

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

3.5 Symboles et abréviations communs

NOTE Plusieurs symboles et abréviations sont communs à plusieurs types de protocole; elles ne sont pas nécessairement utilisées par tous les types de protocoles.

CIDR	Classless Inter-Domain Routing (Acheminement entre domaines sans classe)
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol (Protocole de configuration d'hôte dynamique)
DL-	Préfixe relatif à la couche liaison de données
DLC	DL-connection (Connexion DL)
DLCEP	DL-connection-end-point (Extrémité de connexion DL)
DLE	DL-entity (Entité DL)
DLL	Data-link Layer (Couche Liaison de données)
DLPCI	DL-protocol-control-information (Information de commande de

	protocole DL)
DLPDU	DL-protocol-data-unit (Unité de données de protocole DL)
DLM	DL-management (Gestion DL)
DLME	DL-management entity (Entité de gestion DL)
DLMS	DL-management service (Service de gestion DL)
DLPDU	DL-protocol-data-unit (Unité de données de protocole DL)
DLS	DL-service (Service DL)
DLSAP	DL-service-access-point (Point d'accès au service DL)
DLSDU	DL- protocol- data- unit (Unité de données de service DL)
DNS	Domain name server (Serveur de nom de domaine)
FCS	Frame check sequence (Séquence de contrôle de trame)
FIFO	First-in first-out (Premier entré, premier sorti)
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens)
IETF	Internet Engineering Task Force (Détachement d'ingénierie Internet)
OSI	Open Systems Interconnection (Interconnexion des systèmes ouverts)
Ph-	Préfixe relatif à la couche physique
PhE	Ph-entity (Entité Ph)
Couche physique	Ph-layer (Couche Ph)
QoS	Quality of service (qualité de service)
RFC	Request for comments (Appel à commentaires)
UTF	Unicode transformation format (Format de transformation unicode)

3.6 Symboles et abréviations supplémentaires de Type 22

ACK	Acknowledgement (Acquittement)
AdL	ACK data length (Longueur de données ACK)
CDC	Cyclic data channel (Canal de données cycliques)

CDCL	CDC line (Ligne CDC)
CDCLPM	CDCL protocol machine (Machine de protocole CDCL)
CDCN	CDC network (Réseau CDC)
CDCNPM	CDCN protocol machine (Machine de protocole CDCN)
CDCS	CDC send (Envoi CDC)
CL	Communication Layer (Couche de communication)
CMD	Commande
DA	Device Address (Adresse de l'appareil) ou Destination Address (adresse cible)
DMR	Delay measurement read (Lecture de la mesure du délai)
DMS	Delay measurement send (Envoi de la mesure du délai)
FHPM	Frame handling protocol machine (Machine de protocole de traitement des trames)
ID	Identification
IP	Internet Protocol (Protocole Internet)
IPv4	IP version 4
IPv6	IP version 6
IRQ	Interrupt request (Demande d'interruption)
MAC	Medium Access Control (Commande d'accès au support)
MC	Master clock (Horloge maîtresse)
MSC-MTP	Message Channel Message Transfer Protocol (Protocole de transfert de messages du canal de messages)
MSC	Message channel (Canal de message)
MSCL	MSC line (Ligne MSC)
MSCLPM	MSCL protocol machine (Machine de protocole MSCL)
MSCN	MSC network (Réseau MSC)
MSCNPM	MSCN protocol machine (Machine de protocole MSCN)
MSCR	MSCread (lecture MSC)

MSCS	MSCsend (envoi MSC)
MSS	Maximum segment size (Taille de segment maximale)
NMPM	Net management protocol machine (Machine de protocole de gestion de réseau)
NV	RTFL network verification (Vérification de réseau RTFL)
OD	Ordinary device (Appareil ordinaire)
PD	Previous device (Appareil précédent)
PID	Packet ID (Identifiant de paquet)
PCS	Precise clock synchronization (Synchronisation temporelle précise)
PCSC	PCS configuration (Configuration PCS)
PM	Protocol machine (Machine de protocole)
RD	Root device (Appareil racine)
RTF	Real time frame (Trame temps réel)
RTFL	Real time frame line (Ligne de trame temps réel)
RTFLCFG	RTFL configuration (Configuration RTFL)
RTFLCTL	RTFL control (Contrôle RTFL)
RTFN	Real time frame network (Réseau de trame temps réel)
RTFNCS	RTFN connection setup (Configuration de connexion RTFN)
RTFNCR	RTFN connection release (Libération de connexion RTFN)
RTFNSNR	RTFN Scan network read (Lecture de réseau d'analyse RTFN)
RX	Receive Direction (Sens de réception)
SA	Source Address (Adresse source)
SYNC	Synchronization (Synchronisation)
SYNC_START	SYNC start (Démarrage SYNC)
SYNC_STOP	SYNC stop (Arrêt SYNC)
TCP	Transmission Control Protocol (Protocole de commande de transport)

TSU	Time stamping unit (Unité de datation)
TX	Transmit Direction (Sens de transmission)
UDP	User Datagram Protocol (Protocole datagramme d'utilisateur)

3.7 Conventions

3.7.1 Conventions de syntaxe abstraite

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

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

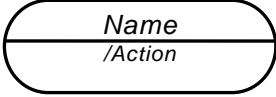
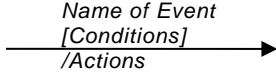
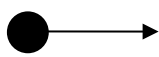
Tableau 1– Définition des éléments DLPDU

Partie de la trame	Champ de données	Data type	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

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

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 multimaitre.

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 selon l'ISO/CEI 8802-3. Ce transfert élémentaire de données cycliques est assuré par un appareil spécial, à savoir l'appareil racine (RD). Les appareils racines agissent comme maître de communication afin de lancer la communication de manière cyclique. Les DLPDU produites par l'appareil racine sont transmises aux appareils ordinaires (OD) de Type 22. Chaque appareil ordinaire reçoit la DLPDU, écrit ses données et transmet la DLPDU. Un réseau RTFL exige exactement un appareil racine. Le dernier appareil ordinaire d'un réseau RTFL renvoie la DLPDU traitée. Le transfert en retour de la DLPDU vers l'appareil racine s'effectue exactement de la même manière, de sorte que le premier appareil ordinaire le renvoie à l'appareil racine en tant que DLPDU de réponse. Dans le sens inverse, les appareils 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 appareils 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 de la communication RTFN et des passerelles correspondantes.

4.2.2 Modèle de référence d'appareil RTFL

Le Type 22 est décrit à l'aide des principes, de la méthodologie et du modèle de l'ISO/CEI 7498-1 (OSI). Le modèle OSI fournit une approche stratifiée aux normes de communications et, par ce biais, des couches peuvent être mises au point et modifiées de manière indépendante. La spécification du Type 22 définit la fonctionnalité de haut en bas d'un modèle OSI complet. Les fonctions des couches OSI intermédiaires, les couches 3 à 6, sont consolidées soit dans la couche de liaison de données de Type 22, soit dans l'utilisateur DL. Le modèle de référence d'appareil pour un appareil RTFL de Type 22 est illustré à la Figure 1 de la CEI 61158-3-22.

4.2.3 Modèle de référence des appareils RTFN

Le Type 22 est décrit à l'aide des principes, de la méthodologie et du modèle de l'ISO/CEI 7498-1 (OSI). Le modèle OSI fournit une approche stratifiée aux normes de communications et, par ce biais, des couches peuvent être mises au point et modifiées de manière indépendante. La spécification du Type 22 définit la fonctionnalité de haut en bas d'un modèle OSI complet. Les fonctions des couches OSI intermédiaires, les couches 3 à 6, sont consolidées soit dans la couche de liaison de données de Type 22, soit dans l'utilisateur DL. Le modèle de référence d'appareil pour un appareil RTFN de Type 22 est illustré à la Figure 2 de la CEI 61158-3-22.

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 appareils ordinaires dédiés au modèle de communication RTFL proposent deux interfaces de communication physique telles que décrites 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 l'appareil 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 appareils ordinaires participants, et ce, à des fins de communication.

Si les appareils 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 appareil 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 appareil 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. Grâce à ce bit d'erreur, d'autres OD peuvent déterminer la validité du contenu de la DLPDU.

Un appareil 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)

Le canal de données cycliques (CDC) est destiné au transfert de données de processus cycliques.

Dans le cas des appareils 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 appareils 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 appareils 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 appareils RTFN, le canal de données cycliques (CDCN) est basé sur une communication de bout en bout cyclique entre deux appareils. Plusieurs liaisons de communication unidirectionnelle sont établies entre les appareils. 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 appareils RTFN. Ce temps spécifie une limite concernant la fréquence de transmission des messages CDCN par les appareils RTFN.

4.5.2 Canal de messagerie (MSC)

Il est destiné à la communication acyclique. Les données sont transférées dans des messages. Les appareils 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 appareils 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 appareils 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 appareil 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 appareil RTFL et un appareil RTFN, ou entre un appareil RTFL et un autre appareil 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 un service non confirmé demandé par le producteur afin de distribuer ses données cycliques, ainsi que par l'indication d'un service corrélé dans tous les consommateurs disponibles.

4.7.3 Éditeur-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 plusieurs abonnés. Deux services sont utilisés, 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 Data types et règles d'encodage

5.2.1 Vue d'ensemble

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

Les règles d'encodage définissent la représentation des valeurs des data types et la syntaxe de transfert de la représentation. Les valeurs sont représentées par des suites de bits. Les suites de bits sont transférées sous la forme de suites d'octets. Pour les types de données numériques, le codage est de type gros-boutiste (big endian).

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 d'émission au sein des octets dépend des règles d'encodage des adresses MAC et de la couche PhL.

5.2.2 Syntaxe de transfert des suites de bits

Dans une optique de transmission sur des couches de liaison de données de Type 22, une suite de bits est réordonnée en une suite d'octets. Supposons une suite de bits $b = b_{n-1}$ à b_0 . Définir k un entier non négatif de sorte que:

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

La suite b est convertie en k octets assemblés comme indiqué dans le Tableau 3. Les bits b_i , $i > n$ de l'octet portant le numéro le plus faible sont des bits sans signification.

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

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

Tableau 3 – Syntaxe de transfert des séquences binaires

Numéro d'octet	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 data type de base Unsigned ont des valeurs entières naturelles. La plage des valeurs va de 0 à $2^n - 1$. Les données sont représentées sous la forme de séquences binaires de longueur n . La séquence binaire

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

se voit affecter la valeur

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

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 Unsigned_n sont transférés tel que spécifié dans le Tableau 4. Des data types non signés tels que Unsigned1 à Unsigned7 et Unsigned9 à Unsigned15 seront 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 du type de données Unsigned_n

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

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

se voit affecter la valeur

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

puis, grâce au calcul du complément à deux,

$$\text{Signed}_n(b) = - \text{Integer}_n(b) - 1 \text{ si } b_{n-1} = 1$$

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 Signed_n sont transférés tel que spécifié dans le Tableau 5. Les types de données d'entiers tels que Signed1 à Signed7 et tels que Signed9 à 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 Signed_n

Numéro d'octet	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 l'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 l'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

Partie de la trame	Champ de données	Data type	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	—	Comme défini 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
FCSI selon l'ISO/CEI 8802-3	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

Partie de la trame	Champ de données	Data type	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
	Balise 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	—	Comme indiqué 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
FCSI selon l'ISO/CEI 8802-3	FCS	Unsigned32	Séquence de contrôle de trame spécifiée 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

Partie de la trame	Champ de données	Data type	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 MAC 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 de l'en-tête	Unsigned16	Somme de contrôle d'en-tête IP
	Adresse IP source	Unsigned8[4]	Adresse source IP de l'origine
Adresse IP de destination	Unsigned8[4]	Adresse de destination IP du destinataire	

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
UDIP tel que spécifié dans RFC 768	Port SRC	Unsigned16	Port source UDP
	Port de destination	Unsigned16	0x9C40 (port de destination UDP)
	Length (Longueur)	Unsigned16	Longueur UDP de la DLPDU
	Somme de contrôle	Unsigned16	Somme de contrôle UDP de la DLPDU
	DLPDU de Type 22	—	Comme indiqué 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 l'ISO/CEI 8802-3

5.4.4 Structure de 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 telle que spécifiée dans le Tableau 9.

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

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

5.4.4.2 Header (En-tête)

L'en-tête de la DLPDU doit différencier les diverses 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	Data type	Valeur/Description
Header (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 RTFL

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

Tableau 11 – DLPDU de préparation de vérification de réseau

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (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
	Version	Unsigned8	Version de vérification de réseau RTFL
Données NV	RD de MAC	Unsigned8[6]	Adresse MAC de RD

Tableau 12 – DLPDU d'environnement de vérification de réseau

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (En-tête)	Type de trame	Unsigned8	0x11: Message d'environnement NV
En-tête de NV	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue
	Version	Unsigned8	Version de vérification de réseau RTFL
Données NV	RD de MAC	Unsigned8[6]	Adresse MAC de l'appareil racine
	PD de MAC	Unsigned8[6]	Adresse MAC du prédécesseur

Tableau 13 – DLPDU d'informations de vérification de réseau

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (En-tête)	Type de trame	Unsigned8	0x12: Message d'informations NV
En-tête de NV	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue
	Version	Unsigned8	Version de vérification de réseau RTFL
Données NV	Données d'identification	—	Contient les données d'identification d'un appareil tel que spécifié en 5.5.3

Tableau 14 – DLPDU d'acquiescement de vérification de réseau

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (En-tête)	Type de trame	Unsigned8	0x13: Message d'acquiescement NV
En-tête de NV	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence de la DLPDU acquittée
	Version	Unsigned8	Version de vérification de réseau RTFL
Données NV	Type d'ACK	Unsigned8	Indique le type de la DLPDU acquittée

5.5.2 DLPDU de réseau d'analyse RTFN

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

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

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (En-tête)	Type de trame	Unsigned8	0x80: Demande de réseau d'analyse RTFN

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

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (En-tête)	Type de trame	Unsigned8	0x81: Réponse de réseau d'analyse RTFN
Données RTFNSNR	Données d'identification	—	Contient les données d'identification d'un appareil 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 des DLPDU de vérification de réseau (NV), telles que spécifiées en 5.5.1 et des DLPDU de réseau RTFN (RTFNSNR), telles que spécifiées en 5.5.2. Les données d'identification doivent suivre la structure spécifiée dans le Tableau 17 ou dans le Tableau 18.

Tableau 17 – Données d'identification

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données d'identification	Version	Unsigned16	Version de la mise en œuvre du protocole de Type 22 Statique: 0x0001
	SerialNumber	Unsigned32	Numéro de série de l'appareil
	Vendor ID	Unsigned32	Identifie le fournisseur
	ProductNumber	Unsigned32	Numéro de produit de l'appareil
	RevisionNumber	Unsigned32	Numéro de révision de l'appareil
	SymbolicDeviceNameSize	Unsigned16	Longueur de la chaîne de noms d'appareil symbolique en octets
	SymbolicDeviceName	Unsigned16[64]	Nom d'appareil symbolique
	DeviceType	Unsigned32	0x00: type inconnu
	PhyLinkPort1	Unsigned8	État de liaison du port 1
	PhyLinkPort2	Unsigned8	État de liaison du port 2
	Prise en charge RTF	Unsigned8	0x00: aucune prise en charge 0x01: RTFL prise en charge 0x10: RTFN pris en charge 0x11: RTFL et RTFN pris en charge
	Adresse IPv4	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de l'appareil
	Masque de sous-réseau IPv4	Unsigned8[4]	Masque de sous-réseau IPv4
	Passerelle IPv4	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de la passerelle par défaut
	IPv4 de 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 de l'appareil
	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 d'appareil	Unsigned8[6]	Adresse MAC de cet appareil
	DeviceRole	Unsigned8	Indique le rôle de cet appareil dans le réseau

Tableau 18 – Données d'identification v2

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données d'identification	Version	Unsigned16	Version de la mise en œuvre du protocole de Type 22 Statique: 0x0002
	SerialNumber	Unsigned32	Numéro de série de l'appareil
	Vendor ID	Unsigned32	Identifie le fournisseur
	ProductNumber	Unsigned32	Numéro de produit de l'appareil
	RevisionNumber	Unsigned32	Numéro de révision de l'appareil
	SymbolicDeviceNameSize	Unsigned16	Longueur de la chaîne de noms d'appareil symbolique en octets
	SymbolicDeviceName	Unsigned16[64]	Nom d'appareil symbolique
	DeviceType	Unsigned32	0x00: type inconnu
	Prise en charge RTFN	Unsigned8	Prise en charge RTFN conformément au tableau RTF2
	Prise en charge RTFL	Unsigned8	Prise en charge RTFL conformément au tableau RTF2
	PhyLinkPort1	Unsigned8	État de liaison du port 1 d'après le tableau PhyLinkPortX
	PhyLinkPort2	Unsigned8	État de liaison du port 2 d'après le tableau PhyLinkPortX
	Analyseur réseau IP	Unsigned32	IP d'analyseur réseau
	MACAddress	Unsigned8[6]	Adresse MAC de l'appareil
	MACAddress de l'appareil à relais d'analyse	Unsigned8[6]	Adresse MAC de l'appareil à relais d'analyse
	Adresse IPv4	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de l'appareil
	Masque de sous-réseau IPv4	Unsigned8[4]	Masque de sous-réseau IPv4
	Passerelle IPv4	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de la passerelle par défaut
	IPv4 de 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 de l'appareil
	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
	MACS	Unsigned8[6]	Adresse MAC du successeur
	Device address (adresse d'appareil)	Unsigned16	Adresse de l'appareil
	Position de ligne d'appareil	Unsigned8	Position dans la double ligne
	Début du cycle RTFL	Unsigned8[8]	Début du cycle RTFL
	Durée de cycle RTFL	Unsigned32	Durée de cycle RTFL
	Déclencheur de chien de garde	Unsigned32	Intervalle pour le chien de garde
Trames CDC	Unsigned8	Nombre de trames CDC	
Taille de trame CDC	Unsigned16	Taille des données de la trame CDC	
Taille MSC	Unsigned16	Taille des données de la trame MSC	
Taille max. de message MSC	Unsigned16	Taille max. de message pour MSC	

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
	Début interruption 1	Unsigned8[8]	Début d'interruption 1
	Durée de cycle d'interruption 1	Unsigned32	Durée de cycle pour l'interruption 1
	Début interruption 2	Unsigned8[8]	Début d'interruption 2
	Durée de cycle d'interruption 2	Unsigned32	Durée de cycle pour l'interruption 2
	PAA	Unsigned16	Estimation PAA RTFL

5.5.3.2 PhyLinkPortX

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

Tableau 19 – 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 20.

Tableau 20 – 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 Prise en charge RTF2

Le champ Prise en charge RTF2 fait partie intégrante des données d'identification et son codage est détaillé dans le Tableau 21.

Tableau 21 – Prise en charge RTF2

Bit	Valeur	Description
0	0	Non supporté
	1	Pris en charge
1	0	Non commuté
	1	Commuté
2	0	Puce RTFL non présente
	1	Puce RTFL présente
3	0	Aucune analyse reçue
	1	Analyse reçue
4	0	PHY1 non pris en charge
	1	PHY1 pris en charge
5	0	PHY1 non actif
	1	PHY1 actif
6	0	PHY2 non pris en charge
	1	PHY2 pris en charge
7	0	PHY2 non actif
	1	PHY2 actif

5.5.3.5 UseDHCP

Le champ UseDHCP fait partie intégrante des données d'identification et son codage est détaillé dans le Tableau 22.

Tableau 22 – UseDHCP

Bit	Valeur	Description
0	0	IP statique IPv4 non utilisée
	1	IP statique IPv4 utilisée
1	0	DHCP IPv4 non utilisé
	1	DHCP IPv4 utilisé
2	0	IP automatique IPv4 non utilisée
	1	IP automatique IPv4 utilisée
3	X	Réservé
4	0	IP statique IPv6 non utilisée
	1	IP statique IPv6 utilisée
5	0	DHCP IPv6 non utilisé
	1	DHCP IPv6 utilisé
6	0	IP automatique IPv6 non utilisée
	1	IP automatique IPv6 utilisée
7	X	Réservé

5.5.3.6 DeviceRole

Le champ DeviceRole fait partie intégrante des données d'identification et son codage est détaillé dans le Tableau 23.

Tableau 23 – 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 24.

Tableau 24 – DLPDU de gestion de connexion RTFN

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (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 Connexion CDCN toujours active est de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 25.

Tableau 25 – CDCN connection still alive DLPDU

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (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 26.

Tableau 26 – Données ID

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données ID	Packet ID (Identifiant 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
	IP address	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 27.

Tableau 27 – DLPDU de contrôle RTFL

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (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 le Tableau 28 et dans le Tableau 29.

Tableau 28 – DLPDU de configuration RTFL

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
En-tête	Type de trame	Unsigned8	0x20: Trame RTFLCFG
En-tête RTFLCFG	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue
	Version	Unsigned8	Version de config RTFL Statique: 0x01
Données RTFLCFG	Adresse MAC précédente	Unsigned8[6]	Adresse MAC de l'appareil précédent (prédécesseur)
	Nouvelle adresse MAC	Unsigned8[6]	Adresse MAC de l'appareil suivant (successeur)
	Alternative MAC suivante	Unsigned8[6]	Adresse MAC d'un successeur alternatif
	Adresse d'appareil	Unsigned16	Adresse d'appareil de l'appareil
	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 maître	Unsigned16	Indique l'adresse d'appareil de l'appareil qui intègre l'horloge maître
	Adresse IPv4	Unsigned8[4]	Adresse IPv4 de l'appareil

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
	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 DNS Server (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 de l'appareil
	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 29 – DLPDU d’acquiesement de configuration RTFL

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (En-tête)	Type de trame	Unsigned8	0x21: Trame d’acquiesement RTFLCFG
En-tête RTFLCFG	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue
	Version	Unsigned8	Version de config RTFL Statique: 0x01

5.5.8 DLPDU de configuration 2 RTFL

Les DLPDU de configuration RTFL 2 (RTFLCFG2) sont de Type 22 et doivent suivre la structure spécifiée dans le Tableau 30 et dans le Tableau 31.

Tableau 30 – DLPDU de configuration RTFL 2

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (En-tête)	Type de trame	Unsigned8	0x20: Trame RTFLCFG
En-tête RTFLCFG	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue
	Version	Unsigned8	Version de config RTFL Statique: 0x02
Données RTFLCFG	Adresse MAC précédente	Unsigned8[6]	Adresse MAC de l'appareil précédent (prédécesseur)
	Adresse MAC suivante	Unsigned8[6]	Adresse MAC de l'appareil suivant (successeur)
	Device address (adresse d'appareil)	Unsigned16	Adresse d'appareil de l'appareil
	Position de ligne d'appareil	Unsigned8	Position dans la double ligne
	Début du cycle RTFL	Unsigned8[8]	Début du cycle RTFL
	Durée de cycle RTFL	Unsigned32	Durée de cycle RTFL
	Déclencheur de chien de garde	Unsigned32	Intervalle pour le chien de garde
	Trames CDC	Unsigned8	Nombre de trames CDC
	Taille de trame CDC	Unsigned16	Taille des données de la trame CDC
	Taille MSC	Unsigned16	Taille des données de la trame MSC
Taille max. de message MSC	Unsigned16	Taille max. de message pour MSC	

Tableau 31 – DLPDU d'acquittement de configuration RTFL 2

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (En-tête)	Type de trame	Unsigned8	0x21: Trame d'acquittement RTFLCFG
En-tête RTFLCFG2	Numéro de séquence	Unsigned16	Numéro de séquence continue
	Version	Unsigned8	Version de config RTFL Statique: 0x02

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 32.

Tableau 32 – DLPDU CDCL

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (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
	Length (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
CDC payload (Charge utile CDC)	Section de données CDC	OctetArray[x]	Données DLPDU cycliques tel que spécifié en 5.7
Statut CDCL	Statut	Unsigned8[1]	0x00: Pas de défaillance 0x01: Échec de la vérification de la FCS

5.6.2 DLPDU "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 33.

Tableau 33 – DLPDU CDCN

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (En-tête)	Type de trame	Unsigned8	0x60: Trame de données CDC RTFN
En-tête CDCN	Version	Unsigned8	Version de protocole CDCN
	Size	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 de DLPDU "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 34.

Tableau 34 – Disposition des données DLPDU CDC

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Section de données CDC	Paquet CDC 1	—	Premier objet de données configurable illustrant les données d'entrée/sortie des appareils participants
	...	—	—
	Paquet CDC N	—	Nième objet de données configurable illustrant les données d'entrée/sortie des appareils participants

5.7.2 Données DLPDU de canal de données cycliques (CDC)

Les données DLPDU CDC font partie des DLPDU CDCL, telles que spécifiées en 5.6.1 et des DLPDU CDCN, telles que spécifiées en 5.6.2. La structure des données des DLPDU CDCL doit être telle que spécifiée dans le Tableau 35.

Tableau 35 – Données de DLPDU CDC

Partie de la trame	Champ de données	Data type	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
	Longueur	Unsigned8	Longueur du paquet de données DLPDU CDC incluant les champs PID et Longueur (en octets)
	Données	OctetArray [Len-4]	Données de processus

5.8 DLPDU "canal de messagerie (MSC)"

5.8.1 DLPDU "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 36.

Tableau 36 – DLPDU MSCL

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (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
	SystemTime	Unsigned64	Indique le temps de transmission du paquet à l'horloge maîtresse
	Réservé	Unsigned16	Réservé pour une utilisation future
	Length (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 (plus haute priorité)
	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
État MSCL	État	Unsigned8	0x00: Pas de défaillance 0x01: Échec 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 37.

Tableau 37 – 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 "réseau de canal de messagerie (MSCN)"

La DLPDU MSCN est une DLPDU de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 38.

Tableau 38 – DLPDU MSCN

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Header (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 de DLPDU "canal de messagerie" – Protocole de transfert de message MSC (MSC-MTP)

5.9.1 Vue d'ensemble

Le Paragraphe 5.9 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 MSCN telles que spécifiées en 5.8.1 et des SL+DLPDU MSCN telles que spécifiées 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 39.

Tableau 39 – Structure de trame MSC-MTP

Partie de la trame	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Trame MSC-MTP	Type d'adresse	Unsigned8	Indique le mode d'adressage et la priorité du message
	DA d'appareil	Unsigned16	Indique l'adresse d'appareil de la destination 0xFFFF: Broadcast address (adresse de diffusion) 0xFFFE: Adresse multidiffusion SEF
	SA d'appareil	Unsigned16	Indique l'adresse d'appareil 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	—	Comme défini 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 40.

Tableau 40 – 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

L'Init MSC-MTP est une DLPDU de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 41.

Tableau 41 – Structure de l'Init MSC-MTP

Partie de la trame	Champ de données	Data type	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 42.

Tableau 42 – Structure de l'Init_Fast MSC-MTP

Partie de la trame	Champ de données	Data type	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 message
	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 Envoi

La DLPDU Send (Envoi) MSC-MTP est une DLPDU de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 43.

Tableau 43 – Structure de la MSC-MTP Send

Partie de la trame	Champ de données	Data type	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 44.

Tableau 44 – Structure de la MSC-MTP Acknowledgement

Élément DLPDU	Champ de données	Data type	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	Maximum segment size (Taille de segment maximale)

5.9.3.5 Abort

La DLPDU Abort (Abandon) MSC-MTP est une DLPDU de Type 22 et doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 45.

Tableau 45 – Structure de la MSC-MTP Abort

Élément DLPDU	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de DLPDU MSC-MTP	CMD	Unsigned3	0x0: DLPDU Abandon
	Descripteur	Unsigned5	Identifie la session à abandonner
	Reason	Unsigned32	0x1: Erreur générale 0x2: Temporisation 0x3: Hors mémoire 0x7: Segment inattendu 0xC: Version inconnue
	CMD	Unsigned3	CMD de la dernière DLPDU reçue par la source d'abandon
	Descripteur	Unsigned5	Identifie la session de la dernière DLPDU reçue par la source d'abandon

5.9.4 Codage de données de message MSC-MTP

5.9.4.1 Vue d'ensemble

Les données de messagerie MSC-MTP illustrent la charge utile du protocole MSC-MTP. Le service MSC auquel a recours un utilisateur DLS et les différents services DL disponibles pour les utilisateurs DL sont basés sur ce protocole.

5.9.4.2 Spécification des données de messagerie MSC-MTP

La structure générale des données de messagerie doit suivre la structure spécifiée dans le Tableau 46.

Tableau 46 – Structure des données d'un message

Élément DLPDU	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	Définit le type de service
	Données de service MSC	OctetArray[x]	Contient les données de service

5.10 Synchronisation temporelle

5.10.1 Démarrage de DelayMeasurement

Le service de démarrage DelayMeasurement doit être codé tel que spécifié dans le Tableau 47.

Tableau 47 – Codage de démarrage de DelayMeasurement

Élément DLPDU	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0xF0: Indique le service de couche de communication RTFL
Données de service MSC	CMD CL	Unsigned8	0x01: Démarrage DelayMeasurement
	Descripteur CMD	Unsigned8	Numéro d'identification de session
	Répétition comptage	Unsigned8	Indique le nombre de cycles de communication utilisés pour la mesure du délai de propagation

5.10.2 Lecture DelayMeasurement

Le service de lecture DelayMeasurement doit être codé tel que spécifié dans le Tableau 48.

Tableau 48 – Codage de lecture de DelayMeasurement

Élément DLPDU	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0xF0: Indique le service de couche de communication RTFL
Données de service MSC	CMD CL	Unsigned8	0x02: Lecture DelayMeasurement
	Descripteur CMD	Unsigned8	Numéro d'identification de session
	Délai RTFL	Unsigned32	Indique le délai moyen entre les DLPDU

5.10.3 PCS configuration (Configuration PCS)

Le service de configuration PCS doit être codé tel que spécifié dans le Tableau 49.

Tableau 49 – Codage de configuration PCS

Élément DLPDU	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0xF0: Indique le service de couche de communication RTFL
Données de service MSC	CMD CL	Unsigned8	0x03: PCS configuration (Configuration PCS)
	Descripteur CMD	Unsigned8	Numéro d'identification de session
	Configuration d'horloge	Unsigned32	Contient les données de configuration pour le réglage de l'horloge

5.10.4 Service de synchronisation temporelle

Le service de synchronisation temporelle doit être codé tel que spécifié dans le Tableau 50 et dans le Tableau 51.

Tableau 50 – Demande de service de synchronisation temporelle

Élément DLPDU	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0xF4: Indique le service de couche de communication commun
Données de service MSC	CMD CL	Unsigned8	0x12: Demande de Sync_Start
	Descripteur CMD	Unsigned8	Numéro d'identification de session
	ID Sync	Unsigned16	Indique l'identifiant unique de l'ensemble du réseau pour l'interruption de synchronisation demandée

Tableau 51 – Réponse de service de synchronisation temporelle

Élément DLPDU	Champ de données	Data type	Valeur/Description
Données de message MSC-MTP	Type de service MSC	Unsigned8	0xF4: Indique le service de couche de communication commun
Données de service MSC	CMD CL	Unsigned8	0x13: Réponse Sync_Start
	Descripteur CMD	Unsigned8	Numéro d'identification de session
	ID Sync	Unsigned16	Indique l'identifiant unique de l'ensemble du réseau pour l'interruption de synchronisation demandée
	Début	Unsigned64	Indique le temps de démarrage de l'interruption de synchronisation

6 Temporisation de transmission de message et traitement des DLPDU

6.1 Mécanisme de communication

6.1.1 Modèle de communication RTFL

6.1.1.1 Vue d'ensemble

La DLL RTFL de Type 22 transfère les données de manière cyclique. Le transfert des données est la transmission de messages d'un appareil à un autre le long d'une double ligne logique. La ligne correspond à la séquence d'appareil à adresse logique et pas nécessairement à la topologie physique. C'est la raison pour laquelle on l'appelle double ligne logique.

La transmission des données est initiée par l'appareil racine (RD) qui génère de manière cyclique les DLPDU Ethernet RTF et les envoie au premier appareil ordinaire (OD) sur la double ligne logique. Chaque OD présent sur la ligne reçoit ces DLPDU Ethernet de son prédécesseur, saisit ses données sur les DLPDU et les envoie à l'OD suivant sur la double ligne logique. Les adresses MAC permettent de prendre en charge l'adressage et la configuration de ligne. Chaque OD connaît l'adresse MAC de ses appareils logiques suivant et précédent selon la configuration.

Le dernier OD présent sur la ligne saisit ses données sur la DLPDU, mais lit également les données requises et renvoie la DLPDU à l'OD logique précédent. Les RTF sont transférées en retour au RD exactement de la même manière, constituant ainsi une double ligne. Dans la direction inverse, les appareils ordinaires lisent leurs données correspondantes à partir de RTF. Ceci permet l'échange de données entre les OD sur un cycle de bus.

Les unités de traitement de trames activent un traitement à la volée (transparence) concurrent des DLPDU de Type 22 dans les directions avant et arrière. Les données à transmettre sont

saisies dans la direction avant, tandis que les données de réception sont extraites dans la direction arrière. L'unité de datation (horodatage) (TSU) est requise pour déterminer le moment exact de réception des DLPDU. On l'utilise pour que la PCS active le réglage de l'horloge temps réel.

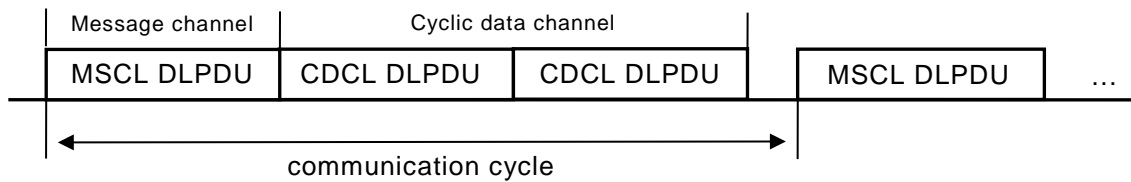
6.1.1.2 Séquence DLPDU

La séquence des DLPDU de Type 22 transmises doit être répétée à chaque cycle de communication. Le nombre et la taille des DLPDU doivent dépendre du volume de données de processus et de messagerie, et dépendent de la configuration. La communication est toujours initiée par l'appareil racine.

La longueur des DLPDU MSCL et CDCL doit rester constante et être ainsi identique à chaque cycle de communication. Un cycle de communication doit être caractérisé par la séquence d'une DLPDU MSCL suivie d'au moins une DLPDU CDCL. Pour les besoins de deux DLPDU CDCL ou plus, les DLPDU doivent être transmises de manière consécutive.

Un cycle de communication doit démarrer avec la DLPDU MSCL. Un cycle de communication doit être identifié à l'aide du compteur de cycles de champs de données tel que spécifié en 5.8.1 pour la MSCL et en 5.6.1 pour la CDCL.

La Figure 1 illustre une disposition de DLPDU CDCL et MSCL. Cette figure montre un exemple des dispositions de DLPDU possibles et ne limite pas les autres combinaisons qui suivent la spécification énoncée ci-dessus.



Légende

Anglais	Français
Message channel	Canal de message
Cyclic data channel	Canal de données cycliques
Communication cycle	cycle de communication
MSCL DLPDU	DLPDU MSCL
CDCL DLPDU	DLPSU CDCL

Figure 1 – Séquence de DLPDU

6.1.2 Modèle de communication RTFN

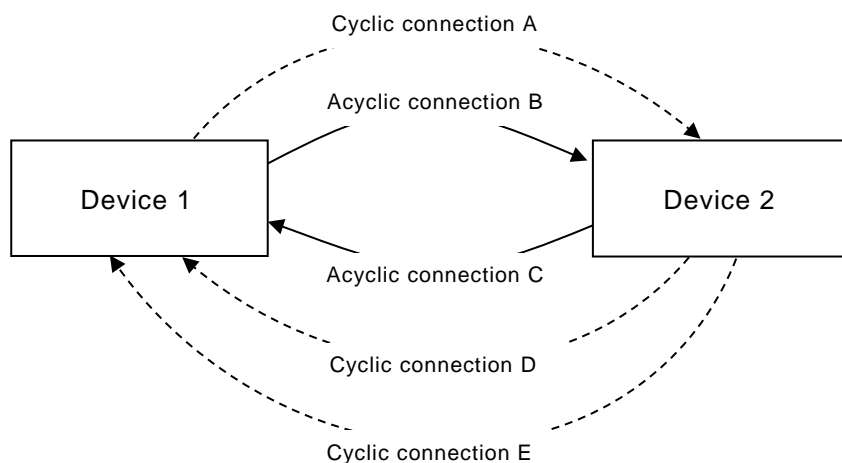
La DLL RTFN de Type 22 utilise les connexions point à point. Les participants à la communication utilisent un protocole basé sur l'UDP, tel que spécifié dans l'IETF RFC 768, et ce, afin d'établir une connexion. Il est possible d'établir plusieurs connexions entre les appareils de communication.

La communication RTFN emploie des mécanismes CDC et MSC. Selon le mécanisme, la communication utilise une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 ou est basée sur le protocole UDP. L'utilisation directe d'une DLPDU conforme à l'ISO/CEI 8802-3 réduit les délais de traitement des DLPDU et est adaptée à l'envoi de données de processus. En variante, l'UDP est appliqué aux données cycliques avec l'avantage d'une capacité d'acheminement. L'UDP et le MSC-MTP sont utilisés pour l'échange de messages basé sur MSC. La communication cyclique et acyclique n'est pas basée sur un cycle de communication commun.

Le CDCN est basé sur l'envoi cyclique d'une seule DLPDU CDCN de Type 22 ou d'une séquence de DLPDU, selon le volume de données de processus. L'appareil de destination n'acquiesce pas la réception des données, et le traitement des erreurs en cas de défaillance d'un ou de plusieurs paquets doit être assuré par l'utilisateur DL. Une durée de cycle RTFN de base doit être spécifiée pour les appareils RTFN pendant la configuration. Ce temps spécifie une limite inférieure concernant la fréquence de transmission des messages CDCN par les appareils RTFN.

Le MSCN est basé sur l'envoi acyclique de DLPDU MSCL de Type 22. L'appareil de destination, grâce au protocole MSC-MTP, acquiesce la réception des données.

La Figure 2 illustre une relation de communication possible entre deux appareils (appareil 1 et appareil 2). Il existe exactement une connexion acyclique (MSCN) dans chaque direction (connexions B et C). L'appareil 1 envoie des données cycliques en utilisant une connexion avec l'appareil 2 (connexion A). L'appareil 2 utilise deux connexions pour envoyer les données cycliques à l'appareil 1. Ceci est utile en cas de nécessité d'utiliser des durées de cycle différentes pour les connexions D et E. Cette figure montre un exemple de relations de communication possibles et ne limite pas les autres combinaisons.



Légende

Anglais	Français
Cyclic connection A	Connexion cyclique A
Acyclic connection B	Connexion acyclique B
Device 1	Appareil 1
Device 2	Appareil 2
Acyclic connection C	Connexion acyclique C
Cyclic connection D	Connexion cyclique D
Cyclic connection E	Connexion cyclique E

Figure 2 – Appareil RTFN de relation de communication

6.2 Synchronisation d'appareils

6.2.1 Modèle de communication RTFL – synchronisation d'horloge précise

La synchronisation d'horloge précise (PCS) permet de synchroniser les appareils. La PCS décrit un mécanisme destiné à maintenir des horloges synchronisées au sein d'un réseau RTFL de Type 22. Dans la mesure où chaque appareil génère un délai dans les directions avant et arrière (dans l'appareil et sur la liaison physique), le délai de propagation entre la

base de temps générale et l'horloge d'appareil respective doit être pris en considération pendant la synchronisation des horloges.

L'horloge maîtresse (MC) d'un segment de Type 22 constitue la base de temps générale. Cette horloge permet la synchronisation des horloges des autres appareils. L'horloge MC peut faire l'objet d'une synchronisation externe conformément à la CEI 61588. Elle peut être intégrée dans l'appareil racine, un appareil ordinaire ou comme appareil ordinaire autonome. Lorsque la MC est un appareil autonome ou ordinaire, elle doit être le premier appareil après l'appareil racine.

L'horloge maîtresse doit transmettre le temps système de chaque DLPDU MSCL à tous les esclaves. Chaque OD mémorise le temps de passage de chaque DLPDU MSCL par la TSU dans les directions avant et arrière. Le RD peut solliciter la différence entre ces temps. De plus, chaque OD doit lire le temps système dans la direction avant à l'extérieur de la DLPDU MSCL.

L'appareil racine doit calculer les délais de réseau lors de l'initialisation et de l'exploitation de ce dernier, et les prendre en compte pour la configuration du réglage de l'horloge dans des appareils ordinaires. Après réalisation de la mesure du délai, et la configuration satisfaisante du réglage de l'horloge, chaque OD corrige son temps sur la base du temps système reçu. De plus, le RD configure un temps moyen pour chaque OD. Si la différence réelle diverge de la valeur moyenne de manière significative en fonctionnement normal, l'OD doit réagir en envoyant un message d'erreur ou en ne tenant pas compte de la valeur réelle.

6.2.2 Modèle de communication RTFN

Pour les besoins de synchronisation des appareils, les services correspondants conformes à la CEI 61588 doivent être utilisés pour synchroniser les appareils RTFN. En cas de synchronisation nécessaire des appareils, les appareils RTFN doivent agir comme une horloge ordinaire. La recommandation est qu'il convient que les appareils RTFN agissent comme des horloges frontières.

Par ailleurs, le type d'appareil PTP à nœud de gestion peut être pris en charge. Il peut être combiné à l'une des deux horloges ordinaire ou de limitation des types d'appareil PTP, ou peut être intégré à un appareil RTFN non synchronisé.

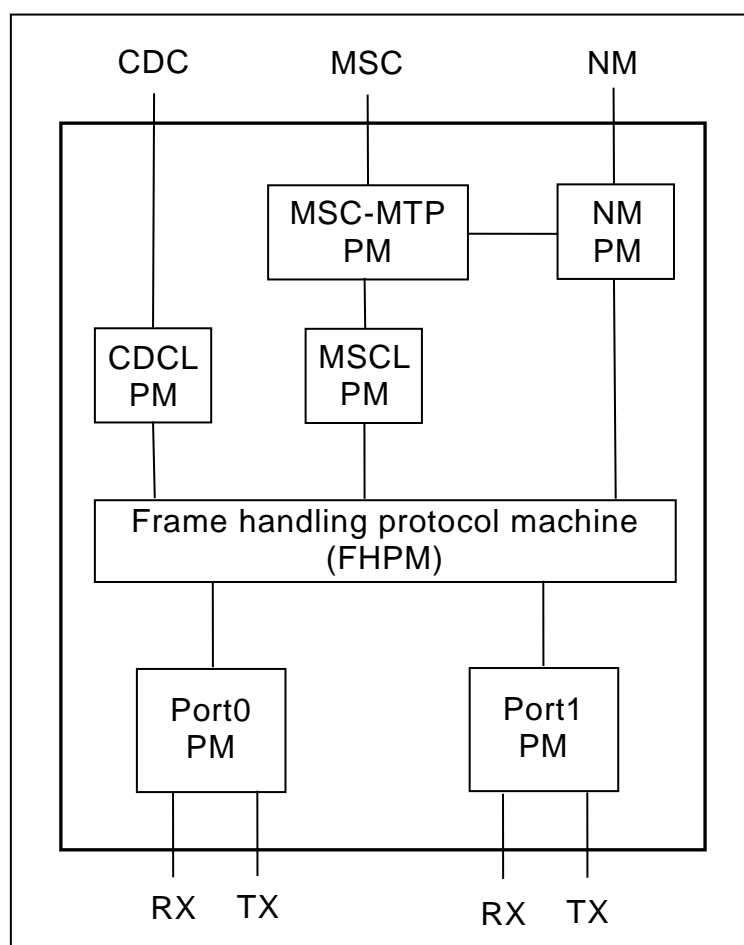
Chaque appareil RTFN doit au moins prendre en charge le profil PTP par défaut conforme à la CEI 61588 destiné à être utilisé avec le mécanisme de délai de demande-réponse associé à la version 1.0 du profil PTP 00-1B-19-00-01-00.

7 Machines de protocole de Type 22

7.1 Machines de protocole de l'appareil RTFL

7.1.1 Vue d'ensemble

La Figure 3 illustre la structure générale de machines de protocole d'un appareil RTFL de Type 22, en présentant ses machines de protocole et leur interaction.



Légende

Anglais	Français
CDC	CDC
MSC	MSC
NM	NM
MSC-MTP PM	MSC-MTP PM
NM PM	NM PM
CDCL PM	CDCL PM
MSCL PM	MSCL PM
Frame handling protocol machine (FHPM)	Machine de protocole de traitement des trames (FHPM)
Port0 PM	Port0 PM
Port1 PM	Port1 PM
RX	RX
TX	TX

Figure 3 – Vue d'ensemble des machines de protocole d'appareil RTFL

7.1.2 Machine de protocole PortX (PortX PM)

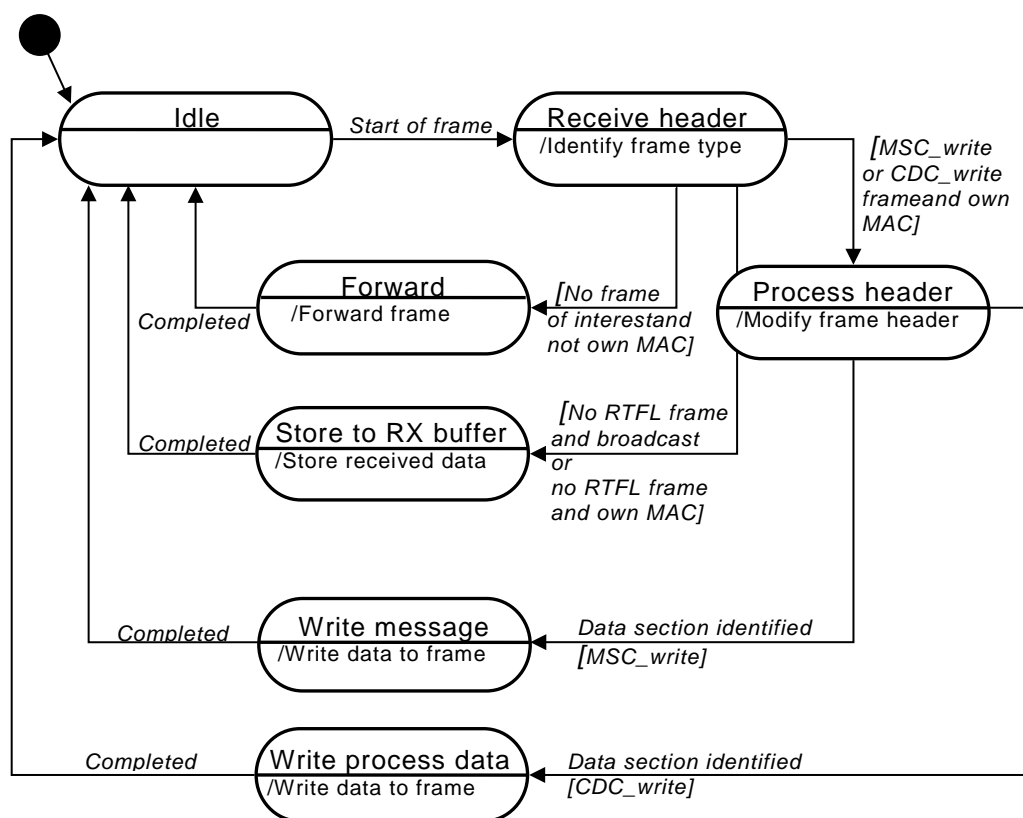
La PM PortX assure l'interconnexion entre la machine de protocole de traitement des trames (FHPM), la sous-couche de réconciliation et l'interface indépendante du support de la couche physique conformément à l'ISO/CEI 8802-3 pour un port désigné d'un appareil RTFL. Il

n'existe aucune machine de protocole explicite pour les ports, dans la mesure où s'appliquent les règles définies pour les ports dans l'ISO/CEI 8802-3.

7.1.3 Machine de protocole de traitement des trames (FHPM)

La machine de protocole de traitement des trames transforme les DLPDU conformes à l'ISO/CEI 8802-3. La FHPM fractionne les DLPDU entrantes et extrait toutes les DLPDU de Type 22. Elle met en mapping ("mappe") les différentes DLPDU de Type 22 entrantes avec les différentes machines de protocole CDCLPM, MSCLPM et NMPM. De plus, la disposition des DLPDU de Type 22 dans les DLPDU sortantes conformes à l'ISO/CEI 8802-3 produites par les machines de protocole CDCLPM, MSCLPM, NMPM et PCSPM est également traitée.

La FHPM comprend deux sous-PM indépendantes, chacune étant chargée du traitement de la DLPDU pour une direction de traitement logique (c'est-à-dire la direction avant pour l'écriture des données, et la direction arrière pour l'extraction des données), et par conséquent de l'interaction avec sa PM PortX correspondante. La Figure 4 illustre la machine de protocole pour l'envoi des DLPDU de Type 22.



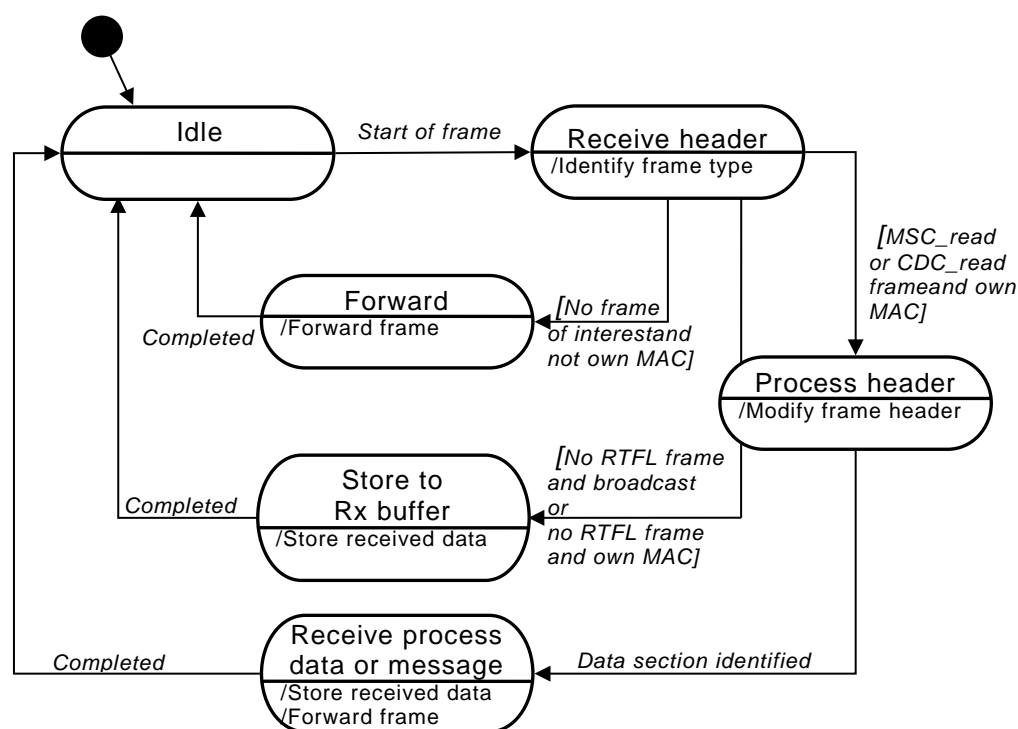
Légende

Anglais	Français
Idle	Repos
Start of frame	Début de trame
Receive header/Identify frame type	En-tête de réception /Identifier le type de trame
[MSC_write or CDC_write frame and own MAC]	[Trame MSC_write ou CDC_write et propre MAC]
Completed	Fin
Forward /Forward frame	Transmettre /Transmettre trame
[No frame of interest and not own MAC]	[Aucune trame concernée et pas de MAC propre]

Anglais	Français
Store to Rx buffer/Store received data	Archiver dans mémoire tampon Rx /Archiver les données reçues
Process header /Modify frame header	Traiter l'en-tête /Modifier en-tête de trame
[No RTFL frame and broadcast or no RTFL frame and own MAC]	[Pas de trame RTFL et diffusion ou pas de trame RTFL et propre MAC]
Write message /Write data to frame	Écriture de message /Saisie des données dans la trame
Data section identified [MSC_write]	Section de données identifiée [MSC_write]
Write process data /Write data to frame	Saisie des données de processus /Saisie des données dans la trame
Data section identified [CDC_write]	Section de données identifiée [CDC_write]

Figure 4 – Procédure d'envoi de DLPDU par machine de protocole

La Figure 5 illustre la machine de protocole pour la réception des DLPDU de Type 22.



Légende

Anglais	Français
Idle	Repos
Start of frame	Début de trame
Receive header/Identify frame type	En-tête de réception /Identifier le type de trame
[MSC_write or CDC_write frame and own MAC]	[Trame MSC_write ou CDC_write et propre MAC]
Completed	Fin
Forward /Forward frame	Transmettre /Transmettre trame
[No frame of interest and not own MAC]	[Aucune trame concernée et pas de MAC propre]

Anglais	Français
Store to Rx buffer/Store received data	Archiver dans mémoire tampon Rx /Archiver les données reçues
Process header /Modify frame header	Traiter l'en-tête /Modifier en-tête de trame
<i>[No RTFL frame and broadcast or no RTFL frame and own MAC</i>	<i>[Pas de trame RTFL et diffusion ou aucune trame RTFL et propre MAC]</i>
<i>Data section identified</i>	<i>Section de données identifiée</i>
Receive process data or message /Store received data /Forward frame	Recevoir les données de processus ou le message /Archiver les données reçues/ Transmettre trame

Figure 5 – Procédure de réception de DLPDU par machine de protocole

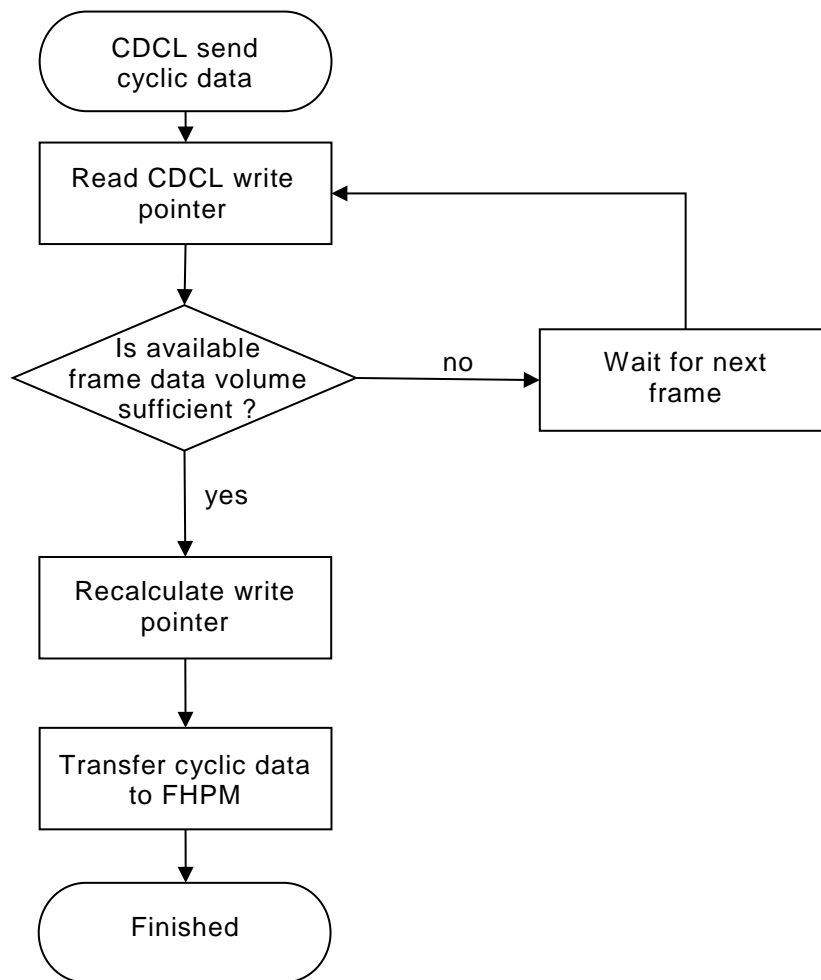
7.1.4 Machine de protocole de ligne de canal de données cycliques (CDCLPM)

7.1.4.1 Vue d'ensemble

La machine de protocole CDCL gère l'échange des objets de données de processus entre l'utilisateur DLS et la FHPM. La CDCLPM combine ou extrait les objets de données de processus selon le protocole CDCL spécifié dans la présente norme et transmet les demandes de service à la FHPM ou à l'utilisateur DLS.

7.1.4.2 Séquence d'envoi CDCL

La Figure 6 illustre la séquence des actions et opérations nécessaires pour l'envoi des DLPDU CDC de Type 22.



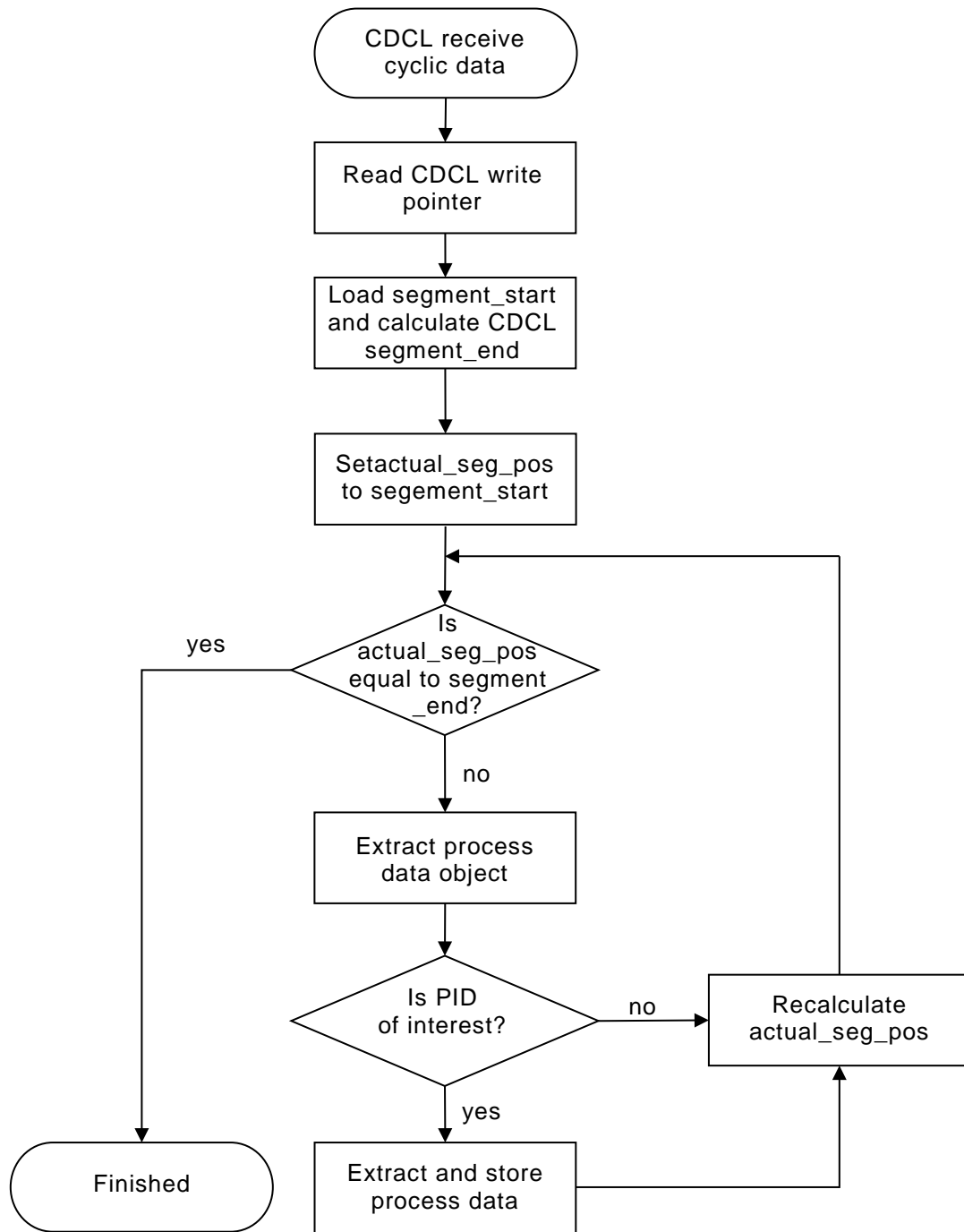
Légende

Anglais	Français
CDCL send cyclic data	Transmission CDCL données cycliques
Read CDCL write pointer	Lire le pointeur d'écriture CDCL
Is available frame data volume sufficient ?	Le volume des données de trame disponible est-
no	non
Yes	oui
Wait for next frame	Attendre la trame suivante
Recalculate write pointer	Recalculer le pointeur d'écriture
Transfer cyclic data to FHPM	Transférer les données cycliques à la FHPM
Finished	Fin

Figure 6 – Séquence d'envoi des données cycliques CDCL

7.1.4.3 Séquence de réception CDCL

La Figure 7 illustre la séquence des actions et opérations nécessaires pour la réception des DLPDU CDC de Type 22.



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.

Légende

Anglais	Français
CDCL receive cyclic data	Réception CDCL données cycliques
Read CDCL write pointer	Lire le pointeur d'écriture CDCL
Load segment_start and calculate CDCL segment_end	Charger segment_start et calculer segment_end CDCL
Set actual_seg_pos to segment_start	Définir actual_seg_pos à segment_start

Anglais	Français
Is actual_seg_pos equal to segment _end?	actual_seg_pos est-il égal à segment _end?
Extract process data object	Extraire l'objet de données de processus
Is PID of interest?	Le PID présente-t-il un intérêt?
Recalculate actual_seg_pos	Recalculer actual_seg_pos
Extract and store process data	Extraire et archiver les données de processus
Finished	Fin
Yes	Oui
No	Non
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.	NOTE segment_end, segment_start et actual_seg_pos sont des expressions symboliques utilisées pour décrire la section de données CDC d'une DLPDU CDCL, telle que spécifiée en 5.6.1 et la position dans cette section de données.

Figure 7 – Séquence de réception des données cycliques CDCL

7.1.5 Machine de protocole de ligne de canal de messagerie (MSCLPM)

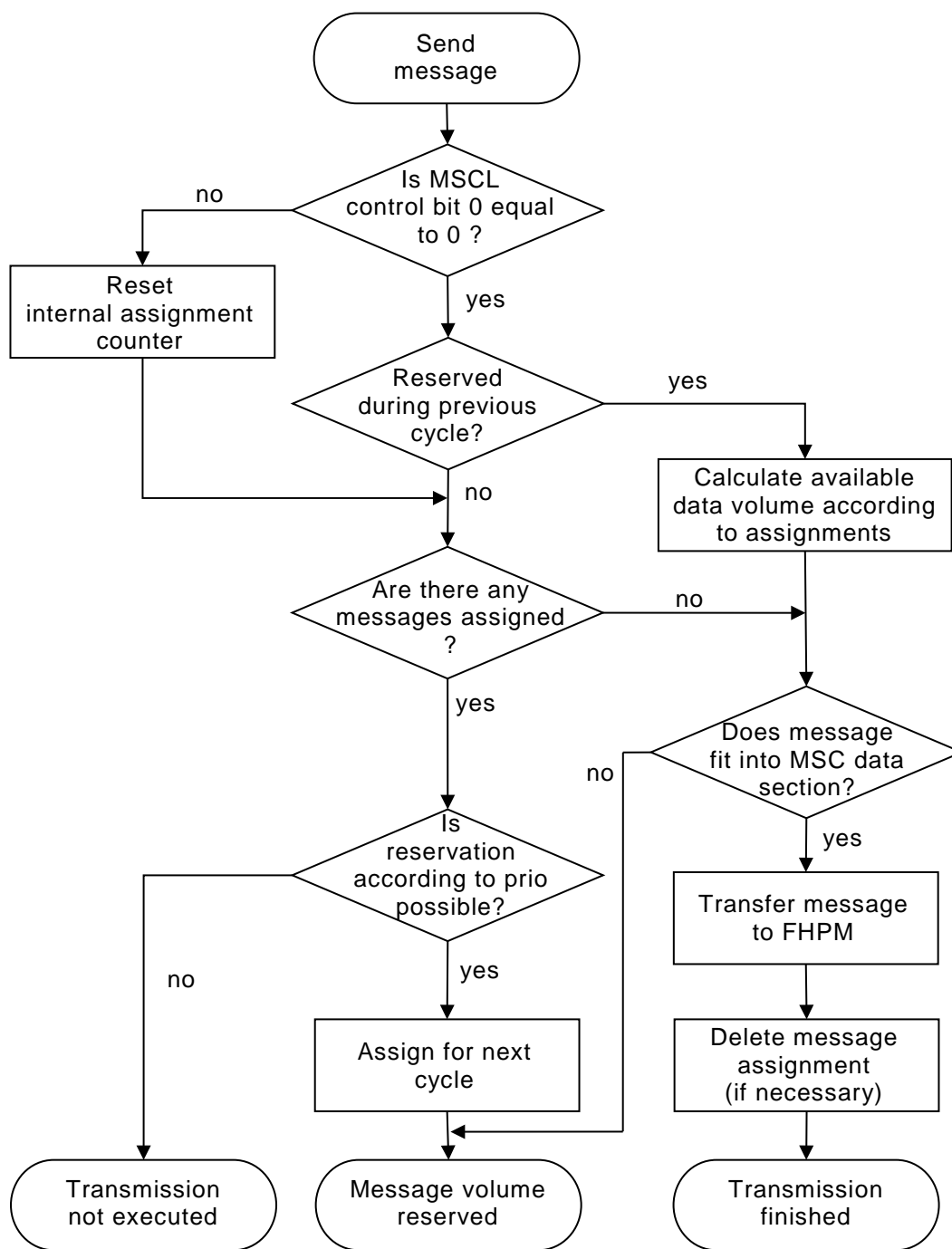
7.1.5.1 Vue d'ensemble

La machine de protocole MSCL gère l'échange des données de messagerie acycliques entre les PM MSC-MTP et FHPM. La MSCLPM combine ou extrait les objets de données DLPDU MSC selon le protocole MSCL spécifié dans la présente norme et transmet les demandes et réponses de service à la PM MSC-MTP.

L'envoi et la réception des objets de données DLPDU MSC suivent les séquences d'envoi et de réception illustrées en 7.1.5.2 et 7.1.5.3.

7.1.5.2 Séquence d'envoi de MSCL

La Figure 8 illustre la séquence d'envoi MSCL utilisée pour la transmission des objets de données DLPDU MSC dans un appareil RTFL de Type 22.



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

Légende

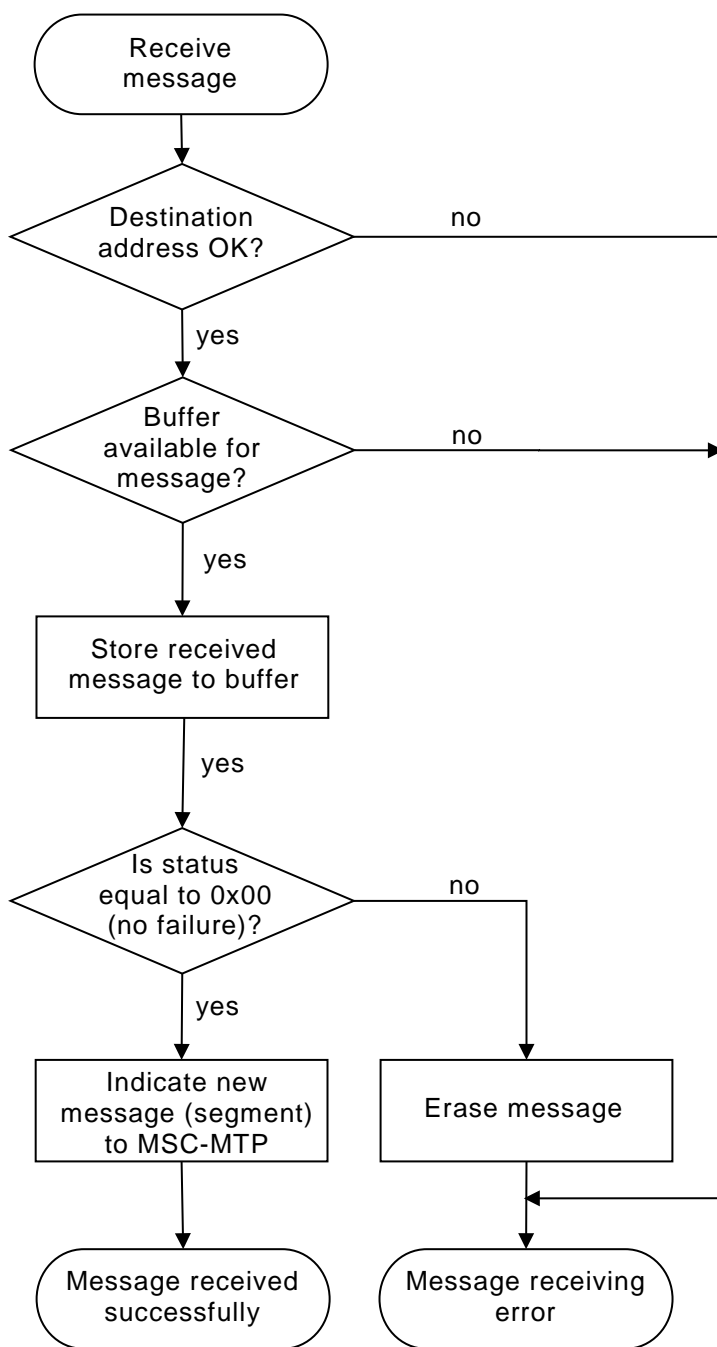
Anglais	Français
Send message	Envoi message
Is MSCL control bit 0 equal to 0 ?	Le bit de contrôle 0 MSCL est-il égal à 0 ?
Yes	Oui
No	Non
Reset internal assignment counter	Réinitialiser le compteur d'affectation interne
Reserved during previous cycle?	Réservé au cours du cycle précédent?

Anglais	Français
Calculate available data volume according to assignments	Calculer le volume de données disponible selon les affectations
Are there any messages assigned?	Des messages sont-ils affectés?
Does message fit into MSC data section?	Le message s'inscrit-il dans la section de données MSC?
Is reservation according to prio possible?	Une réservation selon la priorité est-elle possible?
Transfer message to FHPM	Transférer le message dans la FHPM
Assign for next cycle	Affecter au cycle suivant
Delete message assignment (if necessary)	Supprimer l'affectation des messages (si nécessaire)
Transmission not executed	Transmission non exécutée
Message volume reserved	Volume de message réservé
Transmission finished	Transmission terminée
NOTE MSCL control is a particular field of the MSCL DLPDU.	NOTE Le contrôle MSCL est un champ particulier de la DLPDU MSCL.

Figure 8 – Séquence d'envoi MSCL

7.1.5.3 Séquence de réception MSCL

La Figure 9 illustre la séquence de réception MSCL utilisée pour la réception des objets de données DLPDU MSC dans un appareil RTFL de Type 22.



NOTE Status is a particular field of the MSCL DLPDU.

Légende

Anglais	Français
Receive message	Réception message
Destination address OK?	Adresse de destination OK?
Yes	Oui
No	Non
Buffer available for message?	Mémoire tampon disponible pour le message?
Store received message to buffer	Archiver le message reçu dans la mémoire tampon

Anglais	Français
Is status equal to 0x00 (no failure)?	L'état est-il égal à 0x00 (pas de défaillance)?
Indicate new message (segment) to MSC-MTP	Indiquer le nouveau message (segment) à MSC-MTP
Erase message	Effacer le message
Message received successfully	Message reçu avec succès
Message receiving error	Erreur de réception de message
NOTE Status is a particular field of the MSCL DLPDU.	NOTE L'état est un champ particulier de la DLPDU MSCL.

Figure 9 – Séquence de réception MSCL

7.1.6 Machine de protocole de canal de messagerie - protocole de transfert de messages (PM MSC-MTP)

Tel que spécifié en 7.3.

7.1.7 Machine de protocole de gestion de réseau (NMPM)

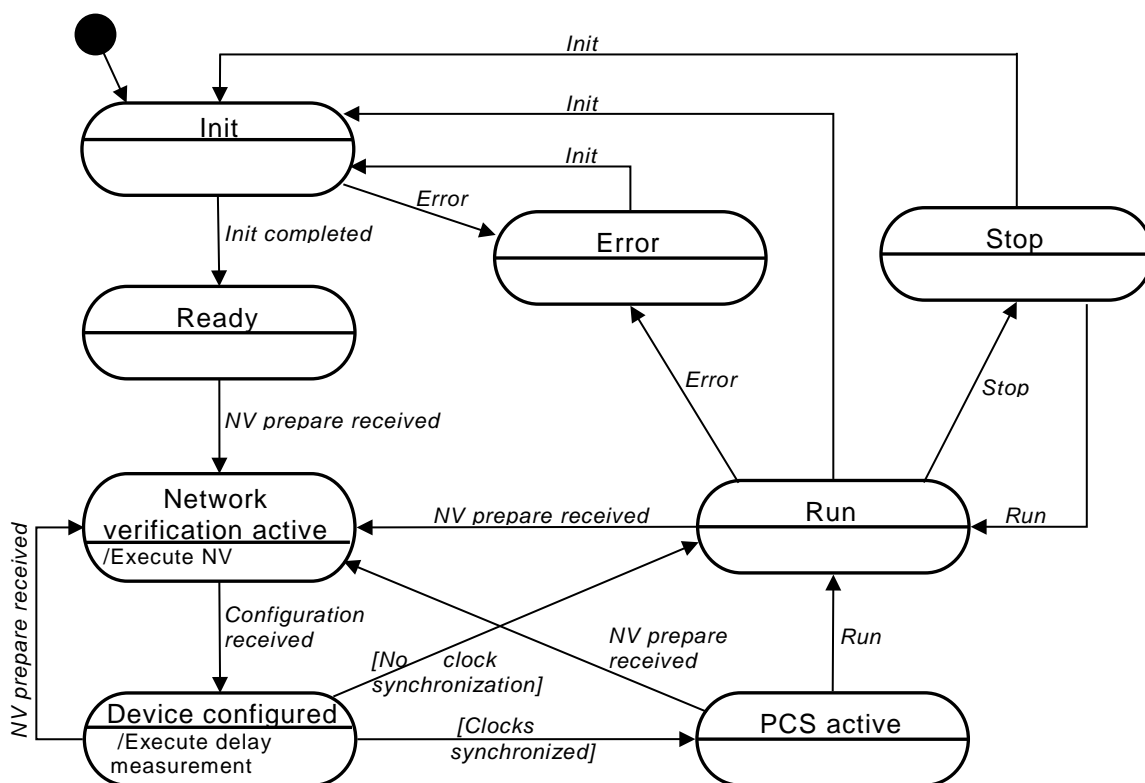
7.1.7.1 Vue d'ensemble

Les procédures de gestion de réseau sont traitées de manière fonctionnelle en réponse à des demandes de service de gestion de réseau soumises par l'utilisateur DLS et aux événements provoqués par le réseau. La machine de protocole de gestion de réseau gère l'échange des données de gestion de couches et des commandes entre l'utilisateur DLS, les PM MSC-MTP et FHPM. La NMPM combine ou extrait les DLPDU de gestion de réseau selon le protocole spécifié dans la présente norme et transmet les demandes et réponses de service à l'utilisateur DLS.

La NMPM gère le comportement de protocole pour l'initialisation d'un réseau de Type 22 et met en œuvre le comportement de démarrage des appareils racines et des appareils ordinaires. Les séquences de procédures de lancement de la communication au sein du système de communication RTFL de Type 22 sont spécifiées en 7.1.7.2.

De plus, la NMPM gère le comportement de protocole du service de mesure de délai et du service de configuration PCS. Ces services sont spécifiés en 7.1.8.

La Figure 10 illustre la machine de protocole de gestion de réseau.



Légende

Anglais	Français
Init	Initialisation
Error	Erreur
Stop	Arrêt
Ready	Prêt
Network verification active /Execute NV	Réseau vérification active /Exécuter NV
Run	Exécuter
Configuration received	Configuration reçue
No clock synchronization	Pas de synchronisation d'horloge
Device configured /Execute delay measurement	Appareil configuré /Exécuter la mesure de délai
[Clocks synchronized]	[Horloges synchronisées]
PCS active	PCS active
Init completed	Init achevée
NV prepare received	Message de préparation de NV reçu

Figure 10 – Machine de protocole de gestion de réseau

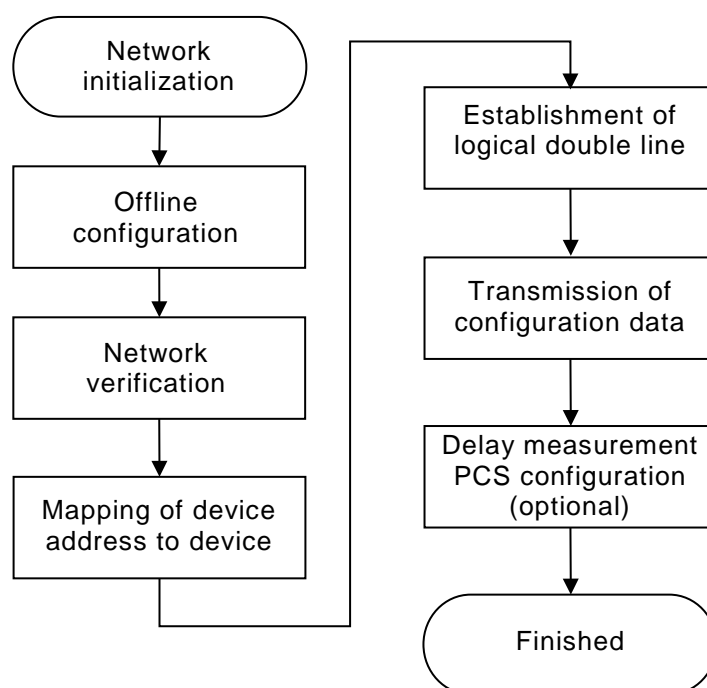
7.1.7.2 Vérification de réseau RTFL

7.1.7.2.1 Vue d'ensemble

Le RD est l'appareil chargé de la gestion de réseau. Il conserve les données de configuration de réseau pour tous les OD configurés, et diffuse les données aux OD lors de l'initialisation de la RTFL. L'appareil racine gère une liste de tous les OD qui participent à la RTFL en cours d'exécution. Cette liste comprend, pour chaque OD, son adresse MAC, l'adresse de l'appareil, ainsi que d'autres informations nécessaires à la gestion de réseau.

7.1.7.2.2 Appareil racine de séquence d'initialisation

La Figure 11 illustre chaque étape de configuration du point de vue du RD.



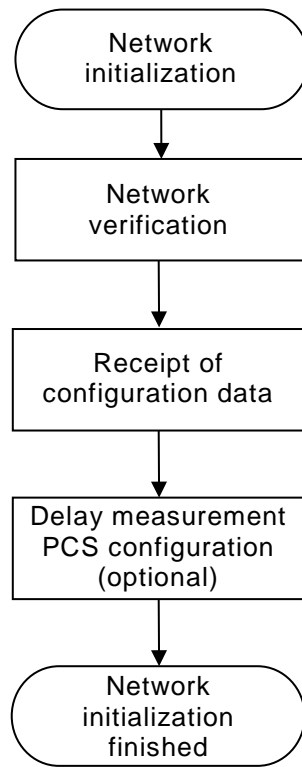
Légende

Anglais	Français
Network initialization	Initialisation du réseau
Offline configuration	Configuration hors ligne
Network verification	Vérification du réseau
Mapping of device address to device	Mapping de l'adresse d'appareil à l'appareil
Establishment of logical double line	Établissement d'une voie logique double
Transmission of configuration data	Transmission de données de configuration
Delay measurement PCS configuration (optional)	Mesure de délai Configuration PCS (facultative)
Finished	Fin

Figure 11 – Séquence de gestion de réseau au démarrage du système

7.1.7.2.3 Appareil ordinaire de séquence d'initialisation

La séquence d'initialisation est initiée par le RD. Les appareils ordinaires sont sous tension (état), c'est-à-dire que tous les OD indiquent l'état Prêt sur leurs machines de protocole de gestion de réseau (voir Figure 10). Sous l'impulsion du RD, chaque OD exécute la séquence d'initialisation illustrée sur la Figure 12.



Légende

Anglais	Français
Network initialization	Initialisation du réseau
Network verification	Vérification du réseau
Receipt of configuration data	Réception des données de configuration
Delay measurement PCS configuration (optional)	Mesure de délai Configuration PCS (facultative)
Network initialization finished	Initialisation du réseau terminée

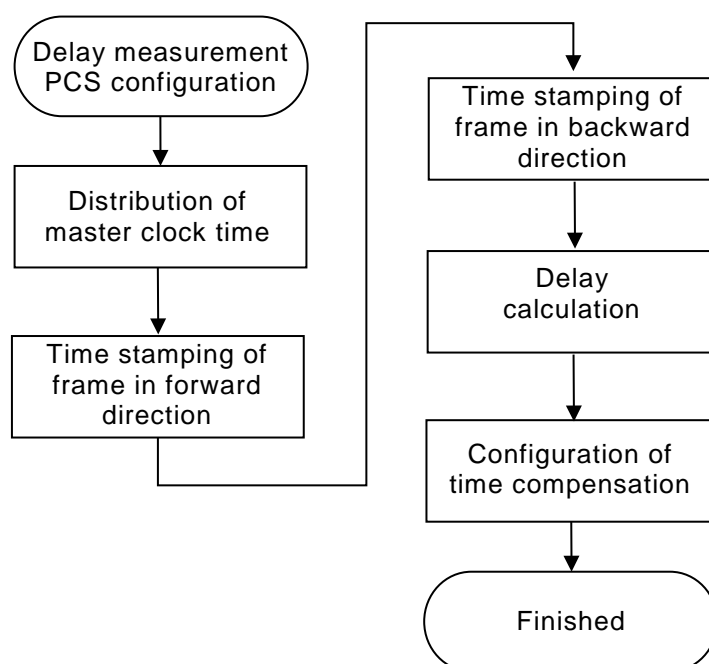
Figure 12 – Appareil ordinaire de séquence d’initialisation

7.1.8 Synchronisation d’horloge précise (PCS)

7.1.8.1 Vue d'ensemble

La NMPM gère l’échange des données et des commandes de gestion d’horloge entre l’utilisateur DLS et la PM MSC-MTP. Les services de synchronisation d’horloge sont basés sur le MSC-MTP. La NMPM combine ou extrait les DLPDU selon le protocole spécifié dans la présente norme et transmet les demandes de service au MSC-MTP et les réponses de service à l’utilisateur DLS.

La NMPM gère le comportement de protocole pour le service de mesure du délai applicable aux appareils racines et aux appareils ordinaires. Les séquences de procédures applicables à ce service au sein du système de communication RTFL de Type 22 sont spécifiées à la Figure 13.



Légende

Anglais	Français
Delay measurement PCS configuration	Configuration PCS de mesure du délai
Distribution of master clock time	Répartition du temps de l'horloge maîtresse
Time stamping of frame in forward direction	Datation (horodatage) de la trame dans la direction avant
Time stamping of frame in backward direction	Datation (horodatage) de la trame dans la direction arrière
Delay calculation	Calcul du délai
Configuration of time compensation	Configuration de la compensation de temps
Finished	Fin

Figure 13 – Séquence de configuration PCS

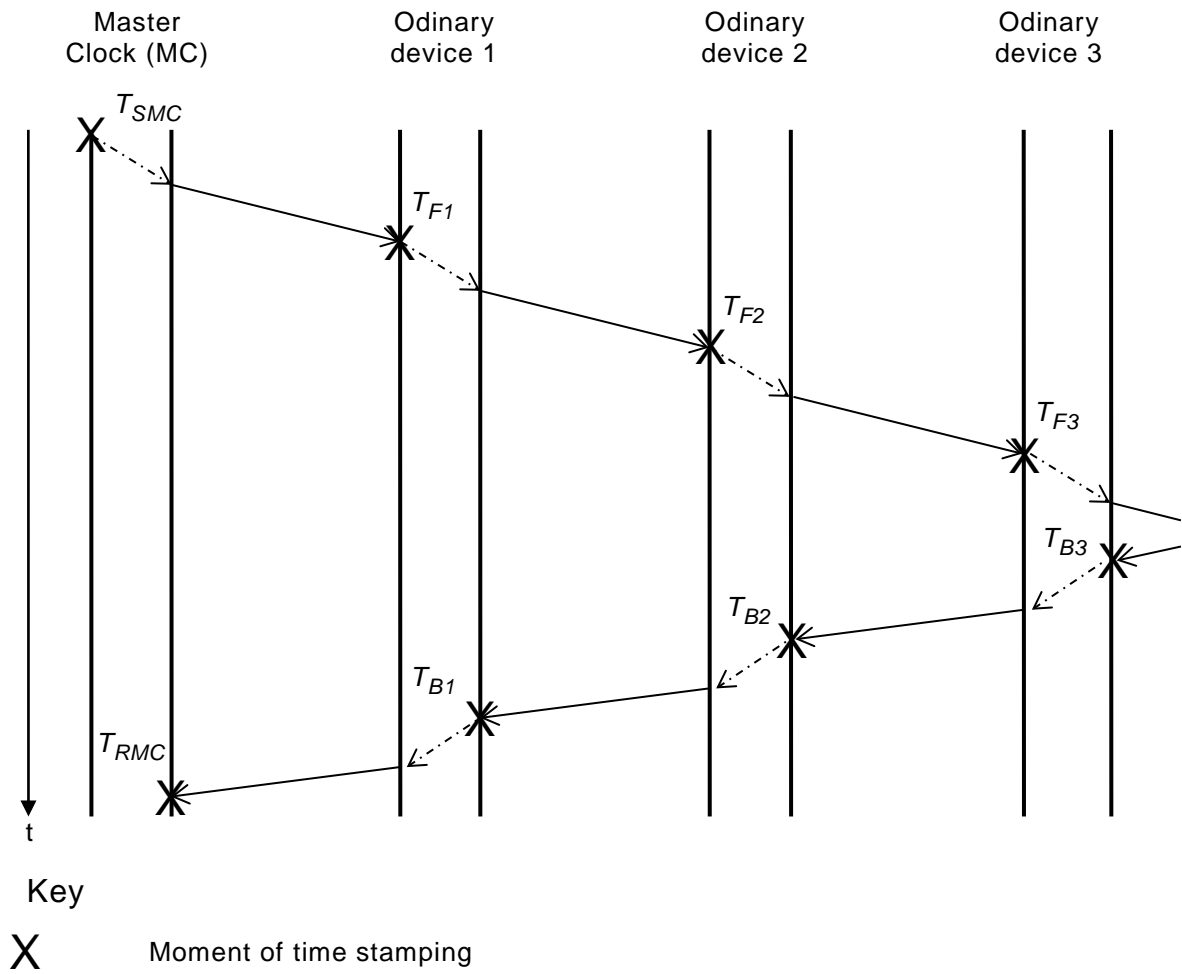
7.1.8.2 Séquence de mesure du délai

La Figure 14 illustre les principes de mesure du délai.

T_{SMC} (de l'horloge maîtresse) et T_{Fx} (des diverses horloges d'appareils ordinaires) font référence au temps de réception d'une DLPDU dans la direction avant. T_{RMC} (de l'horloge maîtresse) et T_{Bx} (des diverses horloges d'appareils ordinaires) font référence au temps de réception de la même DLPDU dans la direction arrière

Chaque instant est déterminé avec précision par la TSU. La compensation de temps pour chaque appareil est calculée selon les Formules (1), (2) et (3). Ce modèle suppose une connexion symétrique entre tous les appareils.

NOTE T_{SMC} est appelée horloge maîtresse d'envoi, car une horloge maîtresse envoie la valeur temporelle de la réception de la DLPDU MSCL dans laquelle le temps de référence est intégré.



Légende

Anglais	Français
Master Clock (MC)	Horloge maîtresse (MC)
Ordinary device 1	Appareil ordinaire 1
Ordinary device 2	Appareil ordinaire 2
Ordinary device 3	Appareil ordinaire 3
Key	Légende
X Moment of time stamping	X Moment de datation (horodatage)

Figure 14 – Principe de mesure du délai

La compensation de temps est calculée selon les Formules (1), (2) et (3).

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

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

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

où

T_{Fx} est le temps de réception dans la direction arrière pour l'appareil ordinaire x;

T_{Bx} est le temps de réception dans la direction arrière pour l'appareil ordinaire x;

T_{SMC} est l'horloge maîtresse de temps d'envoi;

T_{RMC} est l'horloge maîtresse de temps de réception;

$T_{CompODx}$ est le temps de compensation de l'appareil ordinaire x;

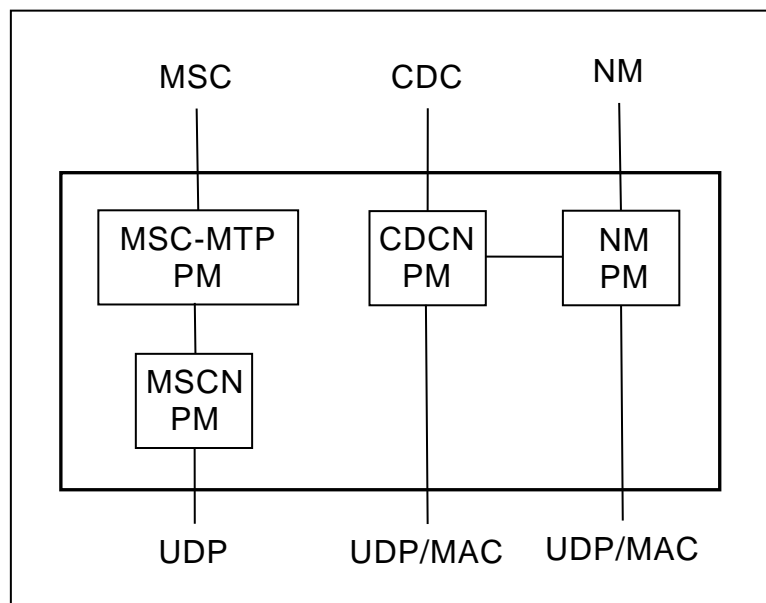
ΔT_{MC} est la différence entre T_{RMC} et T_{SMC} ;

ΔT_{ODx} est la différence entre T_{Bx} et T_{Fx} .

7.2 Machines de protocole de l'appareil RTFN

7.2.1 Vue d'ensemble

La Figure 15 illustre la structure générale de machines de protocole d'un appareil RTFN de Type 22, en présentant ses machines de protocole et leur interaction.



Légende

Anglais	Français
MSC	MSC
CDC	CDC
NM	NM
MSC-MTP PM	MSC-MTP PM
CDCN PM	CDCN PM
NM PM	NM PM
MSCN PM	MSCN PM

Anglais	Français
UDP	UDP
UDP/MAC	UDP/MAC

Figure 15 – Vue d'ensemble des machines de protocole d'appareil RTFN

7.2.2 Machine de protocole de réseau de canal de données cycliques (CDCNPM)

La machine de protocole CDCN est chargée de l'échange des objets de données de processus entre l'utilisateur DLS et UDP/MAC. La CDCNPM combine ou extrait les objets de données de processus selon le protocole CDCN spécifié dans la présente norme. Elle transmet les demandes et réponses de service selon la configuration de l'appareil RTFN aux services MAC correspondants tels que spécifiés dans l'ISO/CEI 8802-3 ou aux services UDP tels que spécifiés dans l'IETF RFC 768, ainsi qu'à l'utilisateur DLS. La machine de protocole de gestion de réseau transmet les données de configuration de connexion à la CDCNPM.

7.2.3 Machine de protocole de réseau de canal de messagerie (MSCNPM)

La machine de protocole MSCN gère l'échange des données de messagerie acycliques entre les PM MSC-MTP et UDP. La MSCNPM combine ou extrait les objets de données DLPDU MSC selon le protocole MSCN spécifié dans la présente norme et transmet les demandes et réponses de service à la PM MSC-MTP. Les services MSC sont transmis directement aux services UDP appropriés tels que spécifiés dans l'IETF RFC 768.

7.2.4 Machine de protocole de canal de messagerie - protocole de transfert de messages (PM MSC-MTP)

Tel que spécifié en 7.3.

7.2.5 Machine de protocole de gestion de réseau (NMPM)(NMPM)

7.2.5.1 Vue d'ensemble

Les procédures de gestion de réseau sont traitées de manière fonctionnelle en réponse à des demandes de service de gestion de réseau soumises par l'utilisateur DLS et aux événements provoqués par le réseau. La machine de protocole NM gère l'échange des données et des commandes de gestion de couches entre l'utilisateur DLS et UDP/MAC. La NMPM combine ou extrait les DLPDU de gestion de communication selon le protocole spécifié dans la présente norme et transmet les demandes et réponses de service à l'utilisateur DLS.

La NMPM gère le comportement de protocole applicable au service de lecture de réseau d'analyse RTFN d'un réseau RTFN de Type 22 et met en œuvre ce comportement tel que spécifié en 7.2.5.2. De plus, les séquences de procédures du service de gestion des connexions RTFN utilisé pour lancer la communication CDCN au sein du système de communication RTFN de Type 22 tel que spécifié en 7.2.5.3 et le comportement de protocole applicable au contrôle des abonnés tel que spécifié en 7.2.5.4 sont gérés par la NMPM.

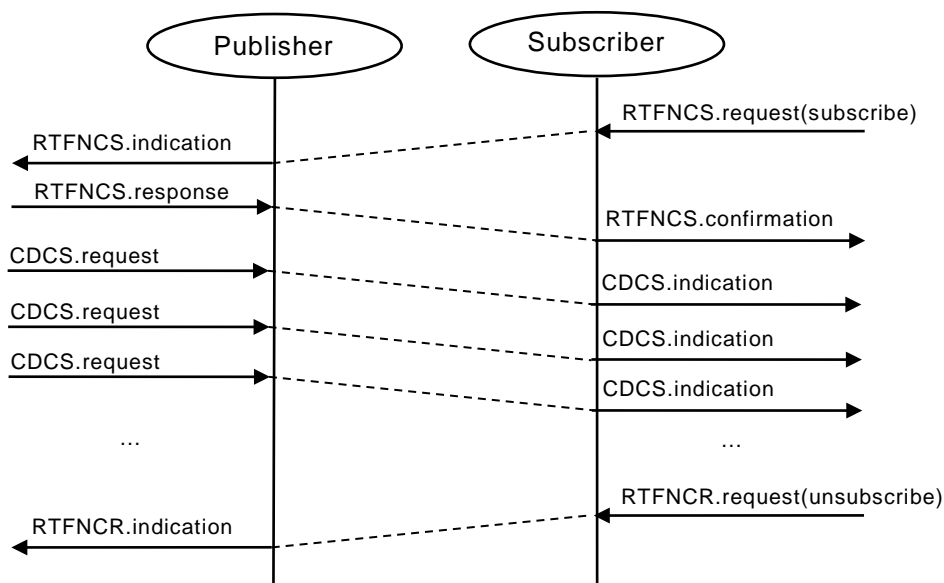
7.2.5.2 Lecture de réseau d'analyse RTFN

Cette fonction (RTFN scan network read) permet d'explorer un réseau RTFN de Type 22. Cette opération est nécessaire pour le diagnostic des réseaux. Une diffusion IP et MAC est émise. Chaque appareil RTFN qui reçoit cette demande y répond.

7.2.5.3 Configuration de connexion CDCN et libération

Les connexions CDCN utilisent un mécanisme éditeur/abonné. Les éditeurs sont configurés avec les paquets de données qu'il leur est nécessaire de fournir. Les abonnés envoient une demande RTFNCS pour indiquer aux éditeurs l'intérêt porté à des objets de données de processus particuliers. Les éditeurs déduisent de la demande la nécessité d'une ou de plusieurs DLPDU transmises à un abonné pour une connexion dédiée. Dans le cas d'une

demande, ils envoient une réponse pour acquitter l'établissement de connexion et lancer l'envoi de données cycliques. Un abonné envoie une demande RTFNCR pour indiquer à un éditeur une libération de connexion émise par ses soins. La Figure 16 illustre la phase d'établissement de connexion, de transfert de données et de libération de connexion pour une connexion CDCN.

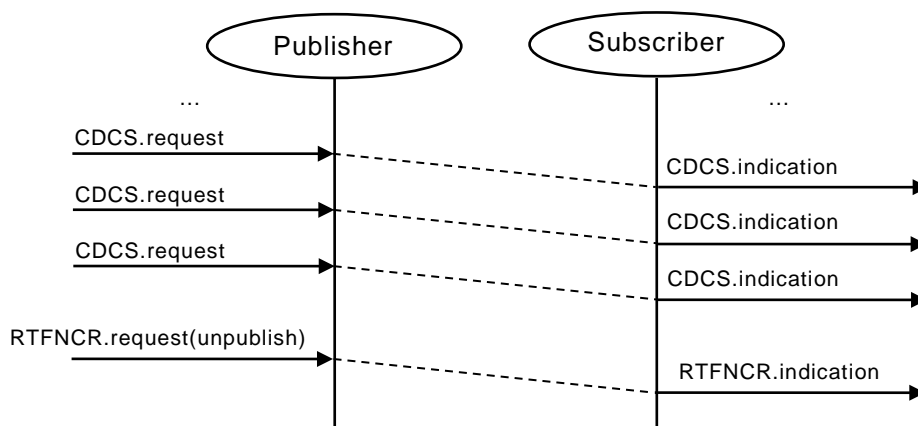


Légende

Anglais	Français
Publisher	Éditeur
Subscriber	Abonné

Figure 16 – Configuration et libération de connexion CDCN

Un éditeur envoie une demande RTFNCR aux abonnés participants afin d'indiquer un objet de données de processus non édité. Cette procédure décrit une procédure de libération de connexion provenant de l'éditeur. La Figure 17 illustre la séquence appropriée.



Légende

Anglais	Français
Publisher	Éditeur
Subscriber	Abonné

Figure 17 – Données de non-édition CDCN

7.2.5.4 Abonné CDCN toujours actif

La gestion de réseau a pour tâche de contrôler la présence d'abonnés aux données de processus actifs. Chaque éditeur de données de processus maintient ses abonnés actuellement actifs. Un appareil RTFN de Type 22 agissant comme un abonné à des objets de données de processus envoie de manière cyclique des DPLDU de connexions CDCN toujours actives; telles que spécifiées en 5.5.4. La durée de cycle dépend de la configuration.

7.3 Canal de messagerie – Protocole de transfert de message (MSC-MTP)

7.3.1 Vue d'ensemble

Le protocole de transfert de messages à canal de messagerie (MSC-MTP) est un protocole qui utilise le canal de messagerie de Type 22 (MSC) pour l'échange des données acycliques. Il offre à son utilisateur un échange de données fiable par l'application de mécanismes de segmentation, de contrôle de flux et d'acquiescement pour les données reçues. Le mécanisme d'acquiescement suit une approche basée sur le volume des données afin d'optimiser l'utilisation de la largeur de bande disponible.

7.3.2 PM MSC-MTP

7.3.2.1 Vue d'ensemble

La machine de protocole MSC-MTP est chargée du séquençage et de la confirmation de l'échange de messages acycliques utilisant MSCL ou MSCN.

Généralement, le protocole MSC-MTP envoie un message d'initialisation à l'appareil de destination, en proposant un pointeur pour la session de communication. L'appareil de destination répond par une confirmation du pointeur et indique la taille de segment maximale (MSS) qu'il peut actuellement traiter. Lorsque plusieurs sessions de communication existent entre les participants corrélés, les pointeurs associés à la relation de communication appropriée sont différents.

La source transfère des segments de données dont la taille ne dépasse pas la MSS, ainsi que le pointeur et un numéro d'acquiescement. Ce dernier indique le nombre d'octets de données transmis, y compris le segment réel.

L'appareil de destination acquiesce la réception des segments en renvoyant les numéros d'acquiescement. Cette opération ne s'effectue pas directement, mais uniquement lorsqu'un nombre d'octets préconfiguré a été reçu depuis le dernier acquiescement ou un intervalle a été détecté dans le flux de données. La MSS peut être redéfinie/modifiée avec chaque acquiescement. Le message d'initialisation et le dernier segment font toujours l'objet d'un acquiescement.

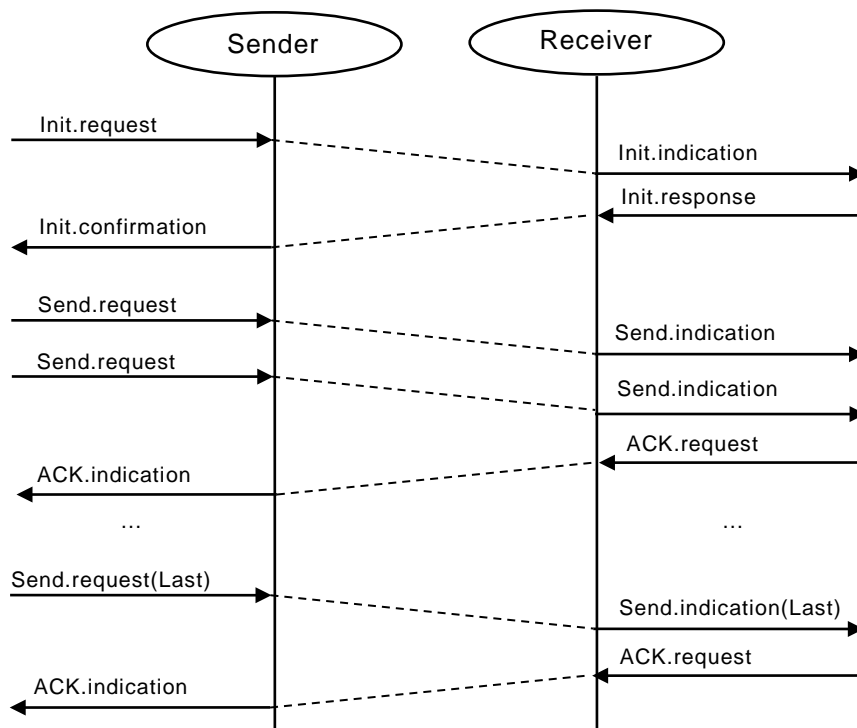
L'appareil source attend l'acquiescement des segments transmis dans le cadre d'une temporisation particulière et après le transfert d'un volume préconfiguré de données transmises. A défaut d'acquiescement, les paquets non confirmés sont transmis une nouvelle fois.

Le nombre maximal de tentatives d'envoi peut être configuré. La transmission s'achève après l'envoi du dernier segment défini et son acquiescement par le destinataire, ou par un abandon qui peut être transmis à tout moment par l'un des appareils. Un message d'erreur approprié notifie à l'utilisateur DL l'échec du transfert (abandon, temporisation).

Lorsque le volume de données est suffisamment faible pour permettre un transfert direct, les données sont transférées dans un message d'initialisation spécial. Ceci doit être également le cas si l'adresse de destination est une adresse de diffusion. L'appareil source définit si l'acquiescement par l'appareil de destination est attendu ou non. Ceci est, par exemple, nécessaire dans le cas de messages de diffusion. Dans le cas contraire, le destinataire envoie une DLPDU d'acquiescement s'il est capable de recevoir le message.

7.3.2.2 Séquence de transfert de données segmenté

La Figure 18 illustre la séquence générale de transfert de données segmenté utilisant le protocole MSC-MTP.



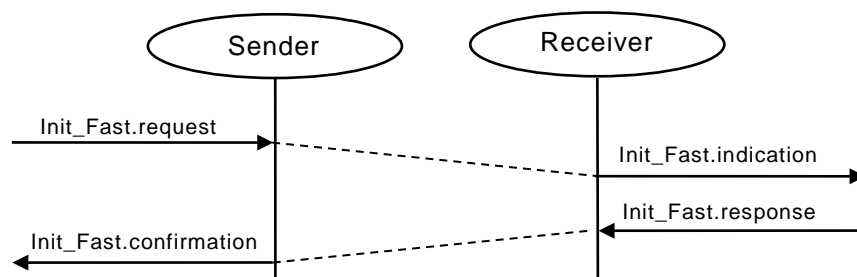
Légende

Anglais	Français
Sender	Source
Receiver	Destinataire

Figure 18 – Séquence de segmentation

7.3.2.3 Séquence de transfert de données accéléré

La Figure 19 illustre la séquence d'un transfert de données accéléré utilisant le protocole MSC-MTP. La configuration de connexion et la phase de libération sont combinées.



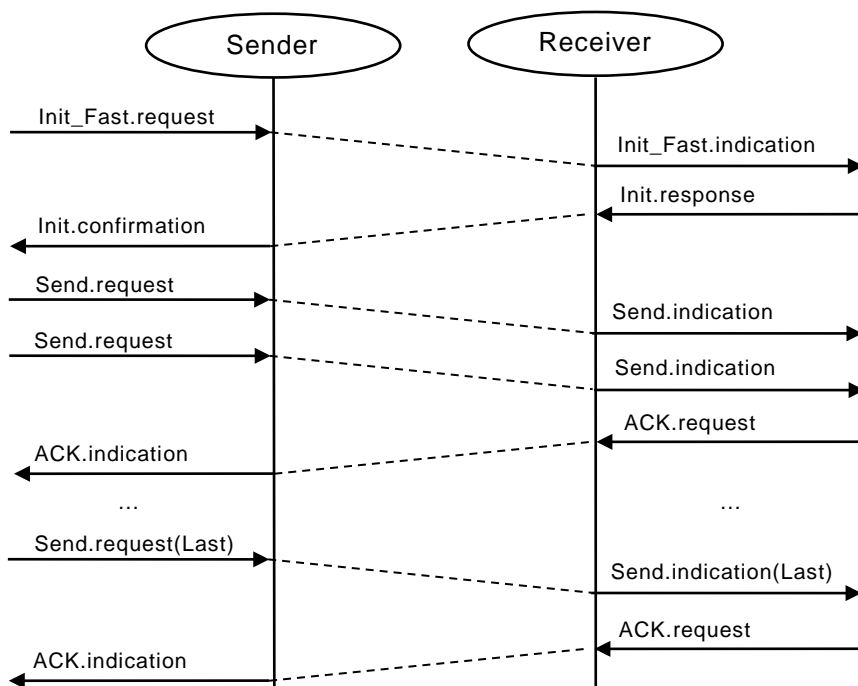
Légende

Anglais	Français
Sender	Source
Receiver	Destinataire

Figure 19 – Séquence de transfert accéléré

7.3.2.4 Basculement d'une séquence de transfert accéléré à une séquence de transfert segmenté

La Figure 20 illustre la séquence d'un transfert de données sollicité par la source comme un transfert accéléré, mais accepté comme transfert de données segmenté par le destinataire en utilisant le protocole MSC-MTP.



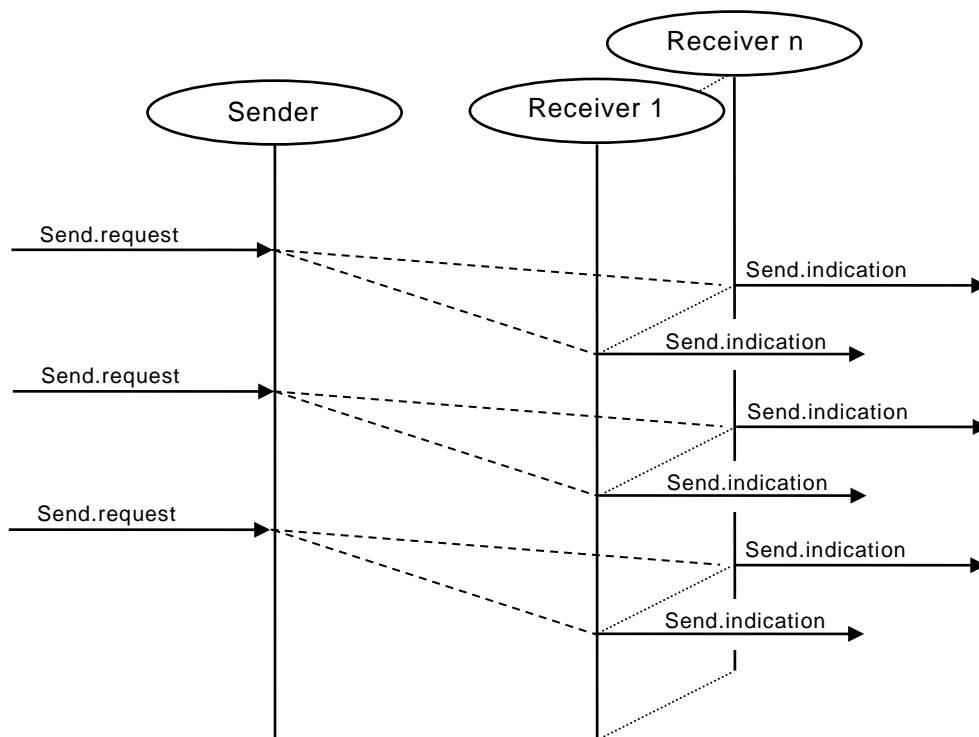
Légende

Anglais	Français
Sender	Source
Receiver	Destinataire

Figure 20 – Basculement d'une séquence de transfert accéléré à une séquence de transfert segmenté

7.3.2.5 Transfert sans acquittement

La Figure 21 illustre la séquence d'un transfert de données segmenté (à diffusion générale ou à multidiffusion) sans acquittement en utilisant le protocole MSCMTP.



Légende

Anglais	Français
Sender	Source
Receiver 1	Destinataire 1
Receiver <i>n</i>	Destinataire <i>n</i>

Figure 21 – Séquence de segmentation pour un message à diffusion générale ou multidiffusion sans acquittement

Bibliographie

CEI 61158-1, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 1: Présentation et lignes directrices des séries CEI 61158 et CEI 61784*

CEI 61784-1, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 1: Profils de bus de terrain*

CEI 61784-2, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 2: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel basés sur l'ISO/CEI 8802-3*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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