

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 3-22: Définition des services de couche liaison de données – Éléments
de Type 22**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

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

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

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –
Partie 3-22: Définition des services de couche liaison de données – Eléments
de Type 22**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 25.040.40; 35.100.20; 35.110

ISBN 978-2-88912-857-0

**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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
1.1 Overview.....	7
1.2 Specifications.....	7
1.3 Conformance.....	7
2 Normative References.....	8
3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions.....	8
3.1 Reference model terms and definitions.....	8
3.2 Service convention terms and definitions.....	10
3.3 Data-link service terms and definitions.....	11
3.4 Symbols and abbreviations.....	13
3.5 Common conventions.....	15
4 Data-link layer services and concepts.....	16
4.1 Operating principle.....	16
4.2 Communication models.....	16
4.3 Topology.....	18
4.4 Addressing.....	19
4.5 Gateway.....	20
4.6 Interaction models.....	20
4.7 Synchronization concept.....	20
5 Communication services.....	21
5.1 Overview.....	21
5.2 Communication management services.....	23
5.3 Cyclic data channel service (CDC).....	27
5.4 Message channel services (MSC).....	28
5.5 Time synchronization.....	29
5.6 Media independent interface (MII) management services.....	32
Bibliography.....	34
Figure 1 – RTFL device reference model.....	17
Figure 2 – RTFN device reference model.....	18
Figure 3 – Logical double line in a physical tree topology.....	18
Figure 4 – Logical double line in a physical line topology.....	19
Figure 5 – Addressing modes.....	19
Figure 6 – Time sequence diagram for time SYNC_START service.....	21
Figure 7 – Synchronized timing signals without offset.....	21
Figure 8 – Synchronized timing signals with offset.....	21
Table 1 – Summary of DL-services and primitives.....	22
Table 2 – DL-Network verification service (NV).....	23
Table 3 – DL-RTFN scan network read service (RTFNSNR).....	23
Table 4 – DL-RTFN connection establishment DLL service (RTFNCE).....	24

Table 5 – DL-RTFN connection release service (RTFNCR)	24
Table 6 – DL-RTFL control service (RTFLCTL)	25
Table 7 – DL-RTFL configuration service (RTFLCFG)	25
Table 8 – DL-Read configuration data service (RDCD)	26
Table 9 – CDC send service (CDCS)	28
Table 10 – MSC send service (MSCS)	28
Table 11 – MSC send broadcast service (MSCSB).....	29
Table 12 – MSC read service (MSCR)	29
Table 13 – DL-DelayMeasurement start service (DMS)	30
Table 14 – DL-DelayMeasurement read service (DMR).....	30
Table 15 – DL-PCS configuration service (PCSC)	30
Table 16 – DL-Sync master configuration service (SYNC_MC)	31
Table 17 – DL-Sync start service (SYNC_START)	31
Table 18 – DL-Sync stop service (SYNC_STOP).....	32
Table 19 – DL-MII read service (MIIR)	32
Table 20 – DL-MII write service (MIIW)	33

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELDBUS SPECIFICATIONS –****Part 3-22: Data-link layer service definition –
Type 22 elements**

FOREWORD

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

NOTE 1 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 of their respective intellectual-property-right holders.

International Standard IEC 61158-3-22 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial process measurement, control and automation.

This standard cancels and replaces IEC/PAS 61158-3-22 published in 2009. This first edition constitutes a technical revision.

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

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

FDIS	Report on voting
65C/604/FDIS	65C/618/RVD

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

The French version has not been voted upon.

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

Throughout the set of fieldbus standards, the term “service” refers to the abstract capability provided by one layer of the OSI Basic Reference Model to the layer immediately above. Thus, the data-link layer service defined in this standard is a conceptual architectural service, independent of administrative and implementation divisions.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-3-22:2010

Withdawn

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 3-22: Data-link layer service definition – Type 22 elements

1 Scope

1.1 Overview

This part of IEC 61158 provides common elements for basic time-critical messaging communications between devices in an automation environment. The term “time-critical” is used to represent the presence of a time-window, within which one or more specified actions are required to be completed with some defined level of certainty. Failure to complete specified actions within the time window risks failure of the applications requesting the actions, with attendant risk to equipment, plant and possibly human life.

This standard defines in an abstract way the externally visible service provided by the Type 22 fieldbus data-link layer in terms of:

- a) the primitive actions and events of the service;
- b) the parameters associated with each primitive action and event, and the form which they take; and
- c) the interrelationship between these actions and events, and their valid sequences.

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

- the Type 22 fieldbus application layer at the boundary between the application and data-link layers of the fieldbus reference model; and
- systems management at the boundary between the data-link layer and systems management of the fieldbus reference model.

1.2 Specifications

The principal objective of this standard is to specify the characteristics of conceptual data-link layer services suitable for time-critical communications, and thus supplement the OSI Basic Reference Model in guiding the development of data-link protocols for time-critical communications. A secondary objective is to provide migration paths from previously-existing industrial communications protocols.

This specification may be used as the basis for formal DL-Programming-Interfaces. Nevertheless, it is not a formal programming interface, and any such interface will need to address implementation issues not covered by this specification, including:

- a) the sizes and octet ordering of various multi-octet service parameters; and
- b) the correlation of paired request and confirm, or indication and response, primitives.

1.3 Conformance

This standard does not specify individual implementations or products, nor do they constrain the implementations of data-link entities within industrial automation systems.

There is no conformance of equipment to this data-link layer service definition standard. Instead, conformance is achieved through implementation of the corresponding data-link protocol that fulfils the Type 22 data-link layer services defined in this standard.

2 Normative References

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

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

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

3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions

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

3.1 Reference model terms and definitions

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

DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
called-DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
calling-DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
DL-connection	[ISO/IEC 7498-1]
DL-connection-end-point	[ISO/IEC 7498-1]
DL-connection-end-point-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
DL-connection-mode transmission	[ISO/IEC 7498-1]
DL-connectionless-mode transmission	[ISO/IEC 7498-1]
correspondent (N)-entities	[ISO/IEC 7498-1]
correspondent DL-entities (N=2)	
correspondent Ph-entities (N=1)	
decentralized multi-end-point-connection	[ISO/IEC 7498-1]
DL-duplex-transmission	[ISO/IEC 7498-1]

(N)-entity	[ISO/IEC 7498-1]
DL-entity (N=2)	
Ph-entity (N=1)	
DL-facility	[ISO/IEC 7498-1]
flow control	[ISO/IEC 7498-1]
(N)-layer	[ISO/IEC 7498-1]
DL-layer (N=2)	
Ph-layer (N=1)	
layer-management	[ISO/IEC 7498-1]
DL-local-view	[ISO/IEC 7498-3]
multi-endpoint-connection	[ISO/IEC 7498-1]
DL-name	[ISO/IEC 7498-3]
naming-(addressing)-domain	[ISO/IEC 7498-3]
peer-entities	[ISO/IEC 7498-1]
primitive name	[ISO/IEC 7498-3]
DL-protocol	[ISO/IEC 7498-1]
DL-protocol-connection-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
DL-protocol-data-unit	[ISO/IEC 7498-1]
DL-relay	[ISO/IEC 7498-1]
reassembling	[ISO/IEC 7498-1]
reset	[ISO/IEC 7498-1]
responding-DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
routing	[ISO/IEC 7498-1]
segmenting	[ISO/IEC 7498-1]
(N)-service	[ISO/IEC 7498-1]
DL-service (N=2)	
Ph-service (N=1)	
(N)-service-access-point	[ISO/IEC 7498-1]
DL-service-access-point (N=2)	
Ph-service-access-point (N=1)	
DL-service-access-point-address	[ISO/IEC 7498-3]

DL-service-connection-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
DL-service-data-unit	[ISO/IEC 7498-1]
DL-simplex-transmission	[ISO/IEC 7498-1]
DL-subsystem	[ISO/IEC 7498-1]
systems-management	[ISO/IEC 7498-1]
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:

acceptor
 asymmetrical service
 confirm (primitive);
 requestor.deliver (primitive)
 deliver (primitive)
 DL-confirmed-facility
 DL-facility
 DL-local-view
 DL-mandatory-facility
 DL-non-confirmed-facility
 DL-provider-initiated-facility
 DL-provider-optional-facility
 DL-service-primitive,
 primitive
 DL-service-provider
 DL-service-user
 DL-user-optional-facility
 indication (primitive);
 acceptor.deliver (primitive)
 multi-peer
 request (primitive);
 requestor.submit (primitive)
 requestor
 response (primitive);
 acceptor.submit (primitive)
 submit (primitive)
 symmetrical service

3.3 Data-link service terms and definitions

3.3.1

acyclic data

data which is transferred from time to time for dedicated purposes

3.3.2

cell

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

3.3.3

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

3.3.4

cycle time

duration of a communication cycle

3.3.5

cyclic

events which repeat in a regular and repetitive manner

3.3.6

cyclic communication

periodic exchange of frames

3.3.7

cyclic data

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

3.3.8

cyclic data channel (CDC)

one or more frames, which are reserved for cyclic data

3.3.9

data

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

3.3.10

device

physical entity connected to the fieldbus

3.3.11

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

3.3.12

error

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

3.3.13

extended link

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

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

3.3.14

frame

denigrated synonym for DLPDU

3.3.15

gateway

device acting as a linking element between different protocols

3.3.16

interface

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

3.3.17

link

synonym for DL-segment

3.3.18

logical double line

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

3.3.19

master clock

global time base for the PCS mechanism

3.3.20

message

ordered sequence of octets intended to convey data

3.3.21

message channel

MSC

one or more DPUs (frames), which are reserved for acyclic data

3.3.22

network

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

3.3.23

open network

any network based on IEC 8802.3 with no further restrictions

3.3.24

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

3.3.25**precise clock synchronization****PCS**

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

3.3.26**process data**

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

3.3.27**protocol**

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

3.3.28**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

3.3.29**real time frame line****RTFL**

communication model communicating in a logical double line

3.3.30**real time frame network****RTFN**

communication model communicating in a switched network

3.3.31**switch**

MAC bridge as defined in IEEE 802.1D

3.3.32**timing signal**

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

3.3.33**topology**

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

3.4 Symbols and abbreviations

CDC	Cyclic data channel
CDCS	Cyclic data channel send
DA	Device address
DL-	Data-link layer (as a prefix)
DLL	DL-layer
DLS	DL-service

DMR	DL-DelayMeasurement read
DMS	DL-DelayMeasurement send
ID	Identification
IP	Internet protocol
IRQ	Interrupt request
MAC	Medium access control
MII	Media independent interface
MIIR	DL-Media independent interface read
MIIW	DL-Media independent interface write
MSC	Message channel
MSCDN	Message channel data notification
MSCR	Message channel read
MSCS	Message channel send
MSCSB	Message channel send broadcast
NV	DL-Network verification
OD	Ordinary device
OSI	Open systems interconnection
PID	Packet ID
PCS	Precise clock synchronization
PCSC	DL-PCS configuration
RD	Root device
RD CD	DL-Read configuration data
RTF	Real time frame
RTFL	Real time frame line
RTFLCFG	DL-RTFL configuration
RTFLCTL	DL-RTFL control

RTFN	Real time frame network
RTFNCE	DL-RTFN connection establishment
RTFNCR	DL-RTFN connection release
RTFNSNR	DL-RTFN Scan network read
SYNC	Synchronization
SYNC_MC	DL-Sync master configuration
SYNC_START	DL-Sync start
SYNC_STOP	DL-Sync stop

3.5 Common conventions

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

The service model, service primitives, and time-sequence diagrams used are entirely abstract descriptions; they do not represent a specification for implementation.

Service primitives, used to represent service user/service provider interactions (see ISO/IEC 10731), convey parameters that indicate information available in the user/provider interaction.

This standard uses a tabular format to describe the component parameters of the DLS primitives. The parameters that apply to each group of DLS primitives are set out in tables throughout the remainder of this standard. Each table consists of up to six columns, containing the name of the service parameter, and a column each for those primitives and parameter-transfer directions used by the DLS:

- the request primitive's input parameters;
- the request primitive's output parameters;
- the indication primitive's output parameters;
- the response primitive's input parameters; and
- the confirm primitive's output parameters.

NOTE The request, indication, response and confirm primitives are also known as requestor.submit, acceptor.deliver, acceptor.submit, and requestor.deliver primitives, respectively (see ISO/IEC 10731).

One parameter (or part of it) is listed in each row of each table. Under the appropriate service primitive columns, a code is used to specify the type of usage of the parameter on the primitive and parameter direction specified in the column:

M	parameter is mandatory for the primitive.
U	parameter is a User option, and may or may not be provided depending on the dynamic usage of the DLS-user. When not provided, a default value for the parameter is assumed.
C	parameter is conditional upon other parameters or upon the environment of the DLS-user.

(blank) parameter is never present.

Some entries are further qualified by items in brackets. These may be a parameter-specific constraint:

(=) indicates that the parameter is semantically equivalent to the parameter in the service primitive to its immediate left in the table.

In any particular interface, not all parameters need be explicitly stated. Some may be implicitly associated with the primitive.

In the diagrams which illustrate these interfaces, dashed lines indicate cause-and-effect or time-sequence relationships, and wavy lines indicate that events are roughly contemporaneous.

4 Data-link layer services and concepts

4.1 Operating principle

Type 22 of this series of international standards describes a technology for ISO/IEC 8802-3 based networks which was developed to meet the requirements of automation technology. For the purpose of fast intra-machine communication Type 22 describes a communication model (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 (RTFN). Type 22 is designed as a multi-master bus system to enable networking of individual control systems in a distributed automation solution.

A Type 22 network utilizes standard ISO/IEC 8802-3 DPUs (frames) for both communication models.

4.2 Communication models

4.2.1 Overview

Type 22 technology essentially specifies two communication models. RTFL communication is intended for fast machine communication while RTFN provides for the networking of individual machines or cells.

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 frame, writes its data and passes the frame on. A RTFL network requires exactly one root device. The last ordinary device of a RTFL network sends the processed frame back. The frame is transferred back in reverse device order to the root device so that it is returned by the first ordinary device to the root device as response frame. In backward direction, the ordinary devices read their relevant data from the frame.

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

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 Figure 1.

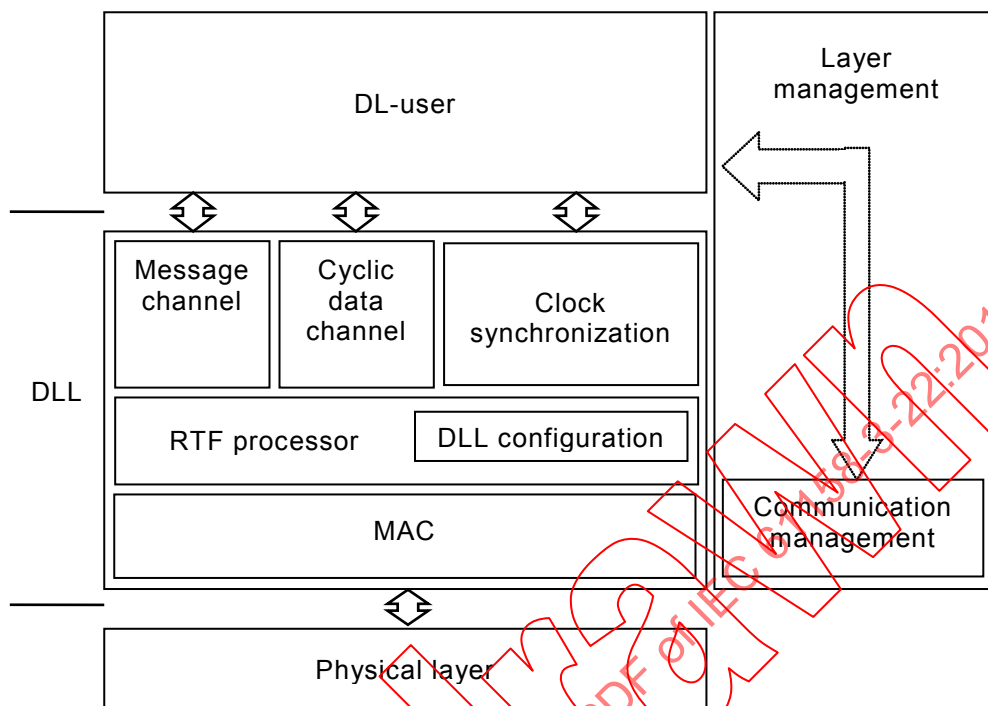


Figure 1 – RTFL device reference model

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 Figure 2.

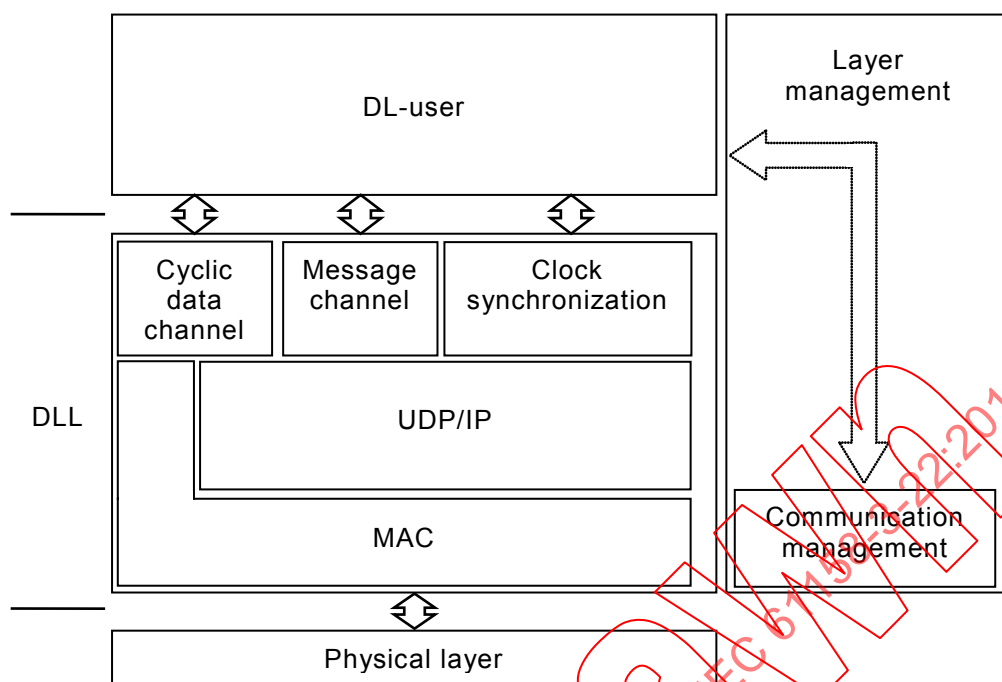


Figure 2 – RTFN device reference model

4.3 Topology

4.3.1 RTFL topology

A Type 22 network utilizing the RTFL communication model uses a logical double line topology. A logical double line is represented by the arrangement of all ordinary devices and the root device and the DLPDU processing in forward and backward direction. Data transfer is handled by DLPDU transfer from one device to the next device along the logical double line. The last ordinary device returns the frame back to the root device along all participating ordinary devices.

A logical double line is able to allow different network topologies. In a switch operated tree structure each ordinary device has a predecessor and a successor device although they are not physically located in a sequence. This is shown in Figure 3.

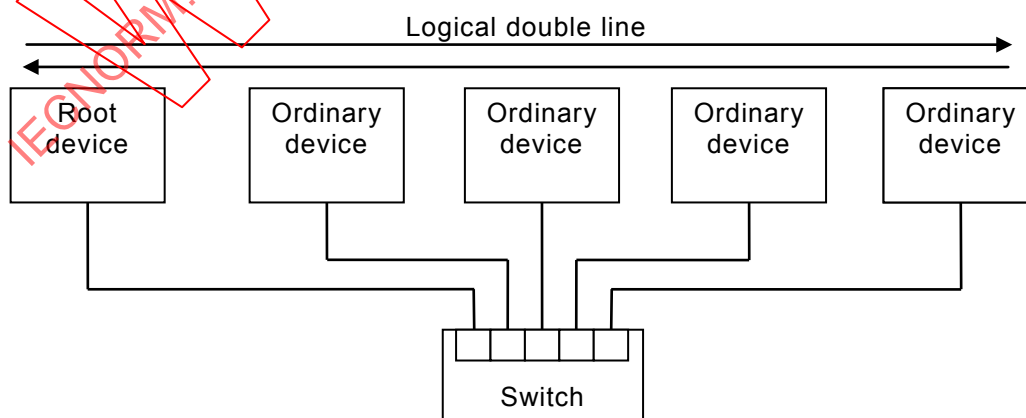


Figure 3 – Logical double line in a physical tree topology

The ordinary devices for the RTFL communication model should provide two ISO/IEC 8802.3 based communication interfaces. This allows set-up of a physical line structure as shown in

Figure 4. If the ordinary devices are arranged in a physical line DLPDUs shall be directly forwarded from one interface to the next interface and processed on-the-fly (cut-through).

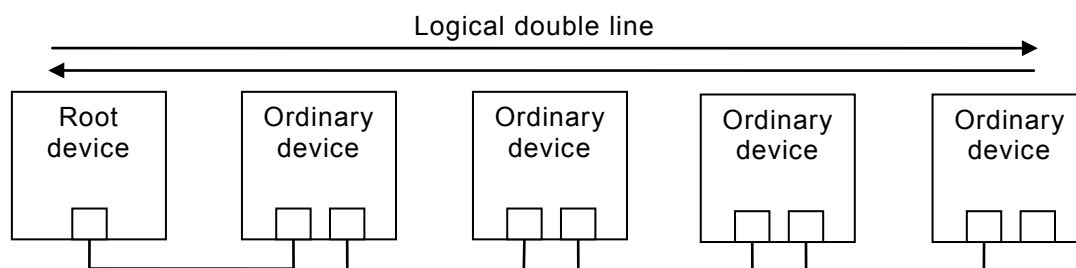


Figure 4 – Logical double line in a physical line topology

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

4.3.2 RTFN topology

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

4.4 Addressing

4.4.1 Overview

Different addressing modes are supported for Type 22 devices, as noted in Figure 5. A general differentiation exists for RTFL devices and RTFN devices.

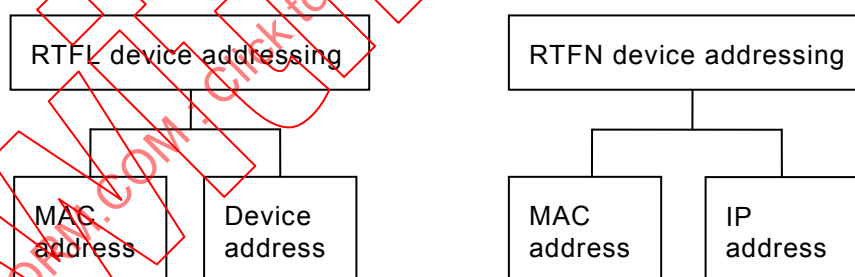


Figure 5 – Addressing modes

4.4.2 RTFL device addressing

MAC addresses as defined in ISO/IEC 8802.3 shall be used to address each device via its MAC address within the logical double line.

Device addresses shall be used to address devices via a configured device address assigned by the root device during the start-up phase. Device addresses shall be used for addressing devices within DL-user communication relationships.

4.4.3 RTFN device addressing

IP addresses as defined in RFC 791 shall be used to address devices within a RTFN network for cyclic or acyclic communication based on UDP DLPDUs (frames).

MAC addresses shall be used to address devices within a RTFN network for cyclic communication based on MAC DLPDUs.

4.5 Gateway

The gateway acts as linking element between RTFL and RTFN networks. In addition, it is a gateway between Type 22 networks and the open network. A device incorporating a gateway can be an ordinary device or can also include the root device. Address translation between the different addressing modes for RTFL and RTFN shall be performed by the gateway.

4.6 Interaction models

4.6.1 Overview

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

4.6.2 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.

4.6.3 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.

4.7 Synchronization concept

Clock synchronization within Type 22 networks is based on synchronization protocols. For DL-users, synchronization is achieved by using a set of DL-services.

Synchronization protocols enable all Type 22 devices to have the same system time. This system time is synchronized with a dedicated master clock. Based on this time, the concept of synchronized timing signals (IRQs) that can be generated independent of the communication cycle for DL-users is provided. Each timing signal is unambiguously identifiable within a Type 22 network and assigned to a dedicated synchronization master (SYNC master). The synchronization master shall maintain all required configuration information. DL-users which act as synchronization slaves (SYNC slave) shall request this information for configuration and activation purpose using a DL-service. The main properties of synchronized timing signals are:

- cycle time;
- time offset; and
- start time.

DL-users which act as synchronization master (SYNC master) shall use a local configuration service for the configuration.

Figure 6 illustrates the interactions between a SYNC slave and a SYNC master for configuration data exchange utilizing a time-sequence diagram.

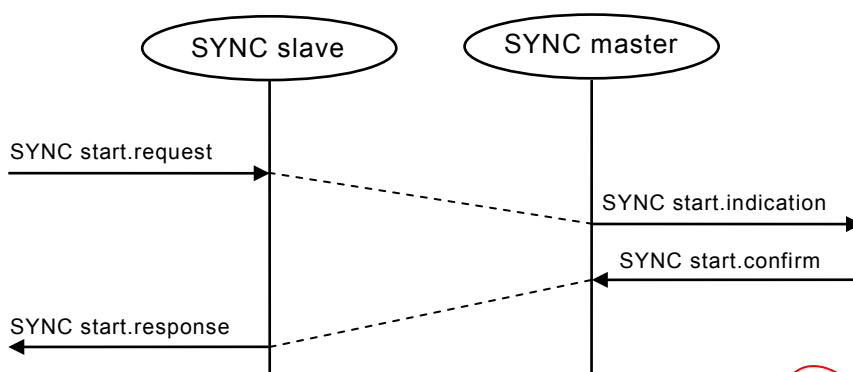


Figure 6 – Time sequence diagram for time SYNC_START service

Figure 7 illustrates the generation of synchronized timing signals (IRQs) for one SYNC slave and its corresponding SYNC master after successful slave configuration. Independent from the communication system synchronized timing signals (IRQs) are generated in both devices to the DL-user.

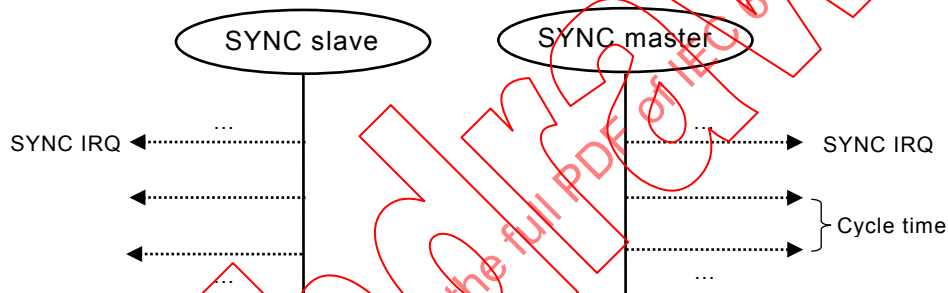


Figure 7 – Synchronized timing signals without offset

Figure 8 illustrates the generation of synchronized timing signals (IRQs) for one SYNC slave and its corresponding SYNC master after successful slave configuration. Independent from the communication system synchronized timing signals (IRQs) are generated in both devices to the DL-user. For the SYNC slave, a time offset relating to the SYNC master timing signal is configured.

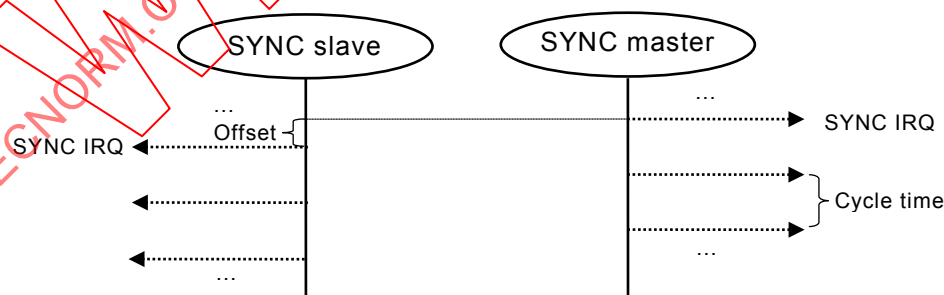


Figure 8 – Synchronized timing signals with offset

5 Communication services

5.1 Overview

The data-link layer specifies Type 22 services for reading and writing data from devices in a Type 22 network (see Table 1). There are four different types of services:

- communication management services (confirmed and unconfirmed, non-cyclic);
- cyclic data channel (CDC) services (unconfirmed, cyclic);
- message channel (MSC) services (confirmed and unconfirmed, non-cyclic);
- time synchronization services (confirmed, non-cyclic).

Table 1 – Summary of DL-services and primitives

Service	Primitive
Acknowledged connection oriented data transfer: Network verification (NV)	DL-NV request DL-NV indication DL-NV response DL-NV confirmation
Acknowledged connection oriented data transfer: RTFN scan network read (RTFNSNR)	DL-RTFNSNR request DL-RTFNSNR indication DL-RTFNSNR response DL-RTFNSNR confirmation
Acknowledged connection oriented data transfer: RTFN connection establishment (RTFNCE)	DL-RTFNCE request DL-RTFNCE indication DL-RTFNCE response DL-RTFNCE confirmation
Unacknowledged connectionless data transfer: RTFN connection release (RTFNCR)	DL-RTFNCR request DL-RTFNCR indication
Unacknowledged connectionless data transfer: RTFL control (RTFLCTL)	DL-RTFLCTL request DL-RTFLCTL indication
Acknowledged connection oriented data transfer: RTFL configuration (RTFLCFG)	DL-RTFLCFG request DL-RTFLCFG indication DL-RTFLCFG response DL-RTFLCFG confirmation
Unacknowledged connectionless data transfer: CDC send (CDCS)	CDCS request CDCS indication
Acknowledged connection oriented data transfer: MSC send (MSCS)	MSCS request MSCS indication MSCS response MSCS confirmation
Unacknowledged connectionless data transfer: MSC send broadcast (MSCSB)	MSCSB request MSCSB indication
Unacknowledged connectionless data transfer: DelayMeasurement start (DMS)	DL-DMS request DL-DMS indication
Acknowledged connection oriented data transfer: DelayMeasurement read (DMR)	DL-DMR request DL-DMR indication DL-DMR response DL-DMR confirmation
Unacknowledged connectionless data transfer: PCS configuration	DL-PCSC request DL-PCSC indication

Service	Primitive
Acknowledged connection oriented data transfer: Sync start (SYNC_START)	DL-SYNC_START request DL-SYNC_START indication DL-SYNC_START response DL-SYNC-START confirmation

5.2 Communication management services

5.2.1 Overview

With communication management services, Type 22 devices perform the initialization of a Type 22 network and connections.

5.2.2 Network verification

5.2.2.1 DL-Network verification service (NV)

With the NV service as specified in Table 2 a DL-user can verify the Type 22 RTFL network against a preset set of participating devices.

Table 2 – DL-Network verification service (NV)

Parameter name	Request input	Indication output	Response input	Confirmation output
Identification data list			M	M (=)
NOTE The method by which a confirm primitive is correlated with its corresponding preceding request primitive is a local matter. The method by which a response primitive is correlated with its corresponding preceding indication primitive is a local matter. See 1.2.				

Parameter description

Identification data list

This parameter shall contain the result of the RTFL network verification. It shall reflect the participating devices by a list consisting of one identification data set for each device.

5.2.2.2 DL-RTFN scan network read service (RTFNSNR)

The RTFNSNR service as specified in Table 3 allows to explore a RTFN network. All participating devices are identified by descriptive identification data.

Table 3 – DL-RTFN scan network read service (RTFNSNR)

Parameter name	Request input	Indication output	Response input	Confirmation output
Identification data list			M	M (=)
NOTE The method by which a confirm primitive is correlated with its corresponding preceding request primitive is a local matter. The method by which a response primitive is correlated with its corresponding preceding indication primitive is a local matter. See 1.2.				

Parameter description

Identification data list

This parameter shall contain the result of the RTFN topology exploration. It shall reflect the participating RTFN devices by a list consisting of one identification data set for each device.

5.2.3 Communication management

5.2.3.1 DL-RTFN connection establishment service (RTFNCE)

With the RTFNCE service as specified in Table 4 a device shall establish its CDC connections to other devices.

Table 4 – DL-RTFN connection establishment DLL service (RTFNCE)

Parameter name	Request input	Indication output	Response input	Confirmation output
Command	M	M (=)		
PID	M	M (=)		
UseUDP	M	M (=)		
Error code			M	M (=)
IP address			M	M (=)
NOTE The method by which a confirm primitive is correlated with its corresponding preceding request primitive is a local matter. The method by which a response primitive is correlated with its corresponding preceding indication primitive is a local matter. See 4.2.				

Parameter description

Command

This parameter shall indicate the connection management function performed for the dedicated CDC connection.

PID

This parameter shall identify the requested process data.

UseUDP

This parameter indicates whether transmission of cyclic data shall use either UDP or MAC frames.

Error code

This parameter shall contain the error code for the performed connection management function.

IP address

This parameter depicts the IP Address of the data publisher.

5.2.3.2 DL-RTFN connection release service (RTFNCR)

With the RTFNCR service as specified in Table 5 a device shall terminates its CDC connections with other devices.

Table 5 – DL-RTFN connection release service (RTFNCR)

Parameter name	Request input	Indication output
Command	M	M (=)
PID	M	M (=)

Parameter description

Command

This parameter shall indicate the connection management function performed for the dedicated CDC connection.

PID

This parameter shall identify the process data.

5.2.3.3 DL-RTFL control service (RTFLCTL)

The RTFLCTL service as specified in Table 6 is used by a root device to reset the communication system of participating devices.

Table 6 – DL-RTFL control service (RTFLCTL)

Parameter name	Request input	Indication output
Command	M	M (=)

Parameter description

Command

This parameter contains the reset command.

5.2.3.4 DL-RTFL configuration service (RTFLCFG)

The RTFLCFG service as specified in Table 7 is used by a root device to configure participating devices.

Table 7 – DL-RTFL configuration service (RTFLCFG)

Parameter name	Request input	Indication output	Response input	Confirmation output
Predecessor MAC	M	M (=)		
Successor MAC	M	M (=)		
Successor MAC altern.	M	M (=)		
Device Address	M	M (=)		
MSCShortMsgSize	M	M (=)		
Number of frames	M	M (=)		
Cycle time	M	M (=)		
RTF timeout	M	M (=)		
Master clock DA	M	M (=)		
IP configuration	C	C (=)		
Configuration summary			M	M (=)
NOTE The method by which a confirm primitive is correlated with its corresponding preceding request primitive is a local matter. The method by which a response primitive is correlated with its corresponding preceding indication primitive is a local matter. See 1.2.				

Parameter description

Predecessor MAC

This parameter indicates the MAC address of the preceding device within the logical double line.

Successor MAC

This parameter indicates the MAC address of the succeeding device within the logical double line.

Successor MAC alternative

This parameter indicates an alternative MAC address of a succeeding device within the logical double line.

Device address

This parameter indicates the device address which shall be used.

MSCShortMsgSize

This parameter indicates the maximum message size in octets for an un-segmented message transfer using MSC.

Number of frames

This parameter indicates the number of RTF frames used for both possible communication channels.

Cycle time

This parameter indicates the cycle time of the communication cycle.

RTF timeout

This parameter indicates a maximum delay time for the RTFL communication cycle time from the expected communication cycle time.

Master clock DA

This parameter indicates the device address of the device which integrates the master clock.

IP configuration

This parameter indicates IP configuration data.

Configuration summary

This parameter contains a summary of the performed device configuration in terms of state information for the configured parameters.

5.2.3.5 DL-Read configuration data service (RD CD)

The local RD CD service as specified in Table 8 is used by a DL-user to read the DL-configuration.

Table 8 – DL-Read configuration data service (RD CD)

Parameter name	Request input	Indication output	Response input	Confirmation Output
Predecessor MAC			M	M (=)
Successor MAC			M	M (=)
Successor MAC altern.			M	M (=)
Device Address			M	M (=)
MSCShortMsgSize			M	M (=)
Number of frames			M	M (=)
Cycle time			M	M (=)
RTF timeout			M	M (=)
Master clock DA			M	M (=)

Parameter name	Request input	Indication output	Response input	Confirmation Output
IP configuration			C	C (=)
NOTE The method by which a confirm primitive is correlated with its corresponding preceding request primitive is a local matter. The method by which a response primitive is correlated with its corresponding preceding indication primitive is a local matter. See 1.2.				

Parameter description

Predecessor MAC

This parameter indicates the MAC address of the preceding device within the logical double line.

Successor MAC

This parameter indicates the MAC address of the succeeding device within the logical double line.

Successor MAC alternative

This parameter indicates an alternative MAC address of a succeeding device within the logical double line.

Device address

This parameter indicates the device address which shall be used.

MSCShortMsgSize

This parameter indicates the maximum message size in octets for an un-segmented message transfer using MSC.

Number of frames

This parameter indicates the number of RTF frames used for both possible communication channels.

Cycle time

This parameter indicates the cycle time of the communication cycle.

RTF timeout

This parameter indicates a maximum delay time for the RTFL communication cycle time from the expected communication cycle time.

Master clock DA

This parameter indicates the device address of the device which integrates the master clock.

IP configuration

This parameter indicates IP configuration data.

5.3 Cyclic data channel service (CDC)

5.3.1 Overview

The cyclic data channel (CDC) is intended for cyclic real time data transfer. This mechanism shall be initiated by the DL-user.

5.3.2 CDC send service (CDCS)

With the CDCS service as specified in Table 9 a DL-user shall write the configured cyclic data for the next communication cycle.

Table 9 – CDC send service (CDCS)

Parameter name	Request input	Indication output
PID	M	M (=)
Data	M	M (=)

Parameter description

PID

This parameter shall identify the process data to be sent.

Data

This parameter shall contain the cyclic data which has to be sent.

5.4 Message channel services (MSC)

5.4.1 Overview

The message channel is used for acyclic communication. Data is transferred as variable-length segmented messages. The MSC service is a confirmed service.

5.4.2 MSC send service (MSCS)

A DL-user shall use the MSCS service as specified in Table 10 to send data to a device selected by a device or IP address.

Table 10 – MSC send service (MSCS)

Parameter name	Request input	Indication output	Response input	Confirmation output
Data	M	M (=)		
Destination DA	C	C (=)		
IP address	C	C (=)		
Error code			M	M (=)
NOTE The method by which a confirm primitive is correlated with its corresponding preceding request primitive is a local matter. The method by which a response primitive is correlated with its corresponding preceding indication primitive is a local matter. See 1.2.				

Parameter description

Data

This parameter shall contain the data which is sent to the device.

Destination DA

This parameter shall contain the destination device address

IP Address

This parameter shall contain the IP address (as defined in RFC 791) of the source or destination

Error code

This parameter shall contain the error code for the send request.

5.4.3 MSC send broadcast service (MSCSB)

A DL-user shall use the MSCSB service as specified in Table 11 to send data to all participating devices.

Table 11 – MSC send broadcast service (MSCSB)

Parameter name	Request input	Indication output
Data	M	M (=)

Parameter description

Data

This parameter shall contain the data which is sent to the device.

5.4.4 MSC data notification (MSCDN)

With the MSCDN service, the DL-user shall be notified that message data has been received. This service requires no parameters.

5.4.5 MSC read service (MSCR)

The MSCR service as specified in Table 12 is a local service and shall be used by a DL-user to read message data received from a device.

Table 12 – MSC read service (MSCR)

Parameter name	Request input	Indication output	Response input	Confirmation output
Data			M	M (=)
Error code			M	M (=)
NOTE The method by which a confirm primitive is correlated with its corresponding preceding request primitive is a local matter. The method by which a response primitive is correlated with its corresponding preceding indication primitive is a local matter. See 1.2.				

Parameter description

Data

This parameter shall contain the received data.

Error code

This parameter shall contain the error code for the read request.

5.5 Time synchronization

5.5.1 DL-DelayMeasurement start service (DMS)

With the DMS service as specified in Table 13 a root device in a Type 22 network starts the propagation delay measurement for PCS.

Table 13 – DL-DelayMeasurement start service (DMS)

Parameter name	Request input	Indication output
Repeat count	M	M (=)

Parameter description

Repeat count

This parameter shall indicate the number of communication cycles used for propagation delay measurement.

NOTE Refer to IEC 61158-4-22:2010 for further information about DelayMeasurement sequence.

5.5.2 DL-DelayMeasurement read service (DMR)

With the DMR service as specified in Table 14 a root device in a Type 22 network shall read the propagation delay measurement results.

Table 14 – DL-DelayMeasurement read service (DMR)

Parameter name	Request input	Indication output	Response input	Confirmation output
Delay			M	M (=)
NOTE The method by which a confirm primitive is correlated with its corresponding preceding request primitive is a local matter. The method by which a response primitive is correlated with its corresponding preceding indication primitive is a local matter. See 12.				

Parameter description

Delay

This parameter shall contain the delay measurement result.

NOTE Refer to IEC 61158-4-22:2010 for further information about DelayMeasurement sequence.

5.5.3 DL-PCS configuration service (PCSC)

With the PCSC service as specified in Table 15 a root device in a Type 22 network configures the participating devices according to the delay measurement results.

Table 15 – DL-PCS configuration service (PCSC)

Parameter name	Request input	Indication output
Clock configuration	M	M (=)

Parameter description

Clock configuration

This parameter contains the configuration data for clock adjustment.

5.5.4 DL-Sync master configuration service (SYNC_MC)

DL-users which act as synchronization master (SYNC master) shall use the local SYNC_MC service as specified in Table 16 for configuration.

Table 16 – DL-Sync master configuration service (SYNC_MC)

Parameter name	Request input
Sync ID	M
Start time	M
Cycle time	M

Parameter description

Sync ID

This parameter contains the network wide unique ID for the configured sync interrupt.

Start time

This parameter shall contain the absolute start time for the indication of sync interrupt signals in the SYNC master.

Cycle time

This parameter shall contain the cycle time of sync interrupt indication.

5.5.5 DL-Sync start service (SYNC_START)

DL-users which act as synchronization slaves (SYNC slave) shall request information for configuration and activation purposes using the SYNC start service. With the SYNC_START service as specified in Table 17 a Type 22 device shall request configuration information from the corresponding synchronization master and start the indication of sync interrupt signals to the DL-user.

Table 17 – DL-Sync start service (SYNC_START)

Parameter name	Request input	Indication output	Response input	Confirmation output
Sync ID	M	M (=)	M (=)	M (=)
Start time			M	M (=)
Cycle time			M	M (=)
NOTE The method by which a confirm primitive is correlated with its corresponding preceding request primitive is a local matter. The method by which a response primitive is correlated with its corresponding preceding indication primitive is a local matter. See 1.2.				

Parameter description

Sync ID

This parameter contains the network wide unique ID for the requested sync interrupt.

Start time

This parameter shall contain the absolute start time of sync interrupt signal indications in the SYNC master.

Cycle time

This parameter shall contain the cycle time of sync interrupt indication.

5.5.6 DL-Sync stop service (SYNC_STOP)

With the SYNC_STOP service as specified in Table 18 a DL-user shall stop the indication of sync interrupt signals to the DL-user.

Table 18 – DL-Sync stop service (SYNC_STOP)

Parameter name	Request input	Indication output
Sync ID	M	M (=)

Parameter description

Sync ID

This parameter indicates the network wide unique ID for the sync interrupt.

5.6 Media independent interface (MII) management services

5.6.1 Overview

The MII management contains a set of optional services. With these MII services registers within the MII can be manipulated.

5.6.2 DL-MII read service (MIIR)

With the local MIIR service as specified in Table 19 information from the MII can be read by the DL-user.

Table 19 – DL-MII read service (MIIR)

Parameter name	Request input	Confirmation output
Address register	M	
Data		M

Parameter description

Address register

This parameter indicates the address of the PHY register which is accessed by the read operation.

Data

This parameter contains the information of the read PHY register.

5.6.3 DL-MII write service (MIIW)

With the local MIIW service as specified in Table 20 information can be written to the MII by the DL-user.

Table 20 – DL-MII write service (MIIW)

Parameter name	Request input
Address register	M
Data	M

Parameter description**Address register**

This parameter indicates the address of the PHY register which is accessed by the write operation.

Data

This parameter contains the information to be written to the PHY register.

Bibliography

IEC 61158-4-22:2010¹, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-22: Data-link layer protocol specification – Type 22 elements*

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

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

¹ To be published.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-3-22:2010

Withdrawn

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	38
INTRODUCTION	40
1 Domaine d'application	41
1.1 Vue d'ensemble	41
1.2 Spécifications	41
1.3 Conformité	42
2 Références normatives	42
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	42
3.1 Termes et définitions du modèle de référence	42
3.2 Termes et définitions de convention pour les services	44
3.3 Termes et définitions pour les services de liaison de données	45
3.4 Symboles et abréviations	47
3.5 Conventions communes	49
4 Concepts et services de couche liaison de données	50
4.1 Principe de fonctionnement	50
4.2 Modèles de communication	51
4.3 Topologie	53
4.4 Adressage	55
4.5 Passerelle	55
4.6 Modèles d'interaction	56
4.7 Concept de synchronisation	56
5 Services de communication	58
5.1 Vue d'ensemble	58
5.2 Services de gestion de communication	59
5.3 Service "Cyclic data channel" (CDC)	64
5.4 Services de voie de message "Message channel" (MSC)	65
5.5 Synchronisation de l'heure	66
5.6 Services de gestion d'interfaces indépendantes du support (MII)	69
Bibliographie	71
Figure 1 – Modèle de référence des dispositifs RTFL	52
Figure 2 – Modèle de référence des dispositifs RTFN	53
Figure 3 – Double ligne logique dans une topologie arborescente physique	54
Figure 4 – Double ligne logique en une topologie de ligne physique	54
Figure 5 – Modes d'adressage	55
Figure 6 – Diagramme temps-séquence pour le service SYNC_START du temps	57
Figure 7 – Signaux de synchronisation synchronisés sans décalage	57
Figure 8 – Signaux de synchronisation synchronisés avec décalage	58
Tableau 1 – Résumé des services de DL et des primitives	58
Tableau 2 – Service "Network verification (NV)" de DL	60
Tableau 3 – Service "RTFN scan network read (RTFNSNR)" de DL	60
Tableau 4 – Service "RTFN connection establishment (RTFNCE)" de DL	61

Tableau 5 – Service "RTFN connection release (RTFNCR)" de DL	61
Tableau 6 – Service "RTFL control service (RTFLCTL)" de DL	62
Tableau 7 – Service "RTFL configuration (RTFLCFG)" de DL	62
Tableau 8 – Service "Read configuration data (RDCD)" de DL	63
Tableau 9 – Service 'CDC send' (CDCS).....	64
Tableau 10 – Service "MSC send" (MSCS)	65
Tableau 11 – Service "MSC send broadcast "(MSCSB).....	65
Tableau 12 – Service "MSC read" (MSCR).....	66
Tableau 13 – Service "DelayMeasurement start "(DMS) de DL	66
Tableau 14 – Service "DelayMeasurement read" (DMR) de DL	67
Tableau 15 – Service "PCS configuration" (PCSC) de DL	67
Tableau 16 – Service "Sync master configuration" (SYNC_MC) de DL	68
Tableau 17 – Service "Sync start" (SYNC_START) de DL	68
Tableau 18 – Service "Sync stop " (SYNC_STOP) de DL	69
Tableau 19 – Service "MII read " (MIIR) de DL	69
Tableau 20 – Service "MII write" (MIIR) de DL	70

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 3-22:Définition des services de couche liaison de données – Eléments de Type 22

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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 des questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux 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. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

NOTE 1 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 à un abandon limité des droits de propriété intellectuelle pris par les détenteurs de ces droits permet d'utiliser un type particulier de protocole de couche liaison de données avec des protocoles de couche physique et de couche application dans des combinaisons de types telles que spécifiées de façon explicite dans les parties profil. L'utilisation des divers types de protocoles dans d'autres combinaisons peut exiger la permission donnée par les détenteurs respectifs de leurs droits de propriété intellectuelle.

La Norme internationale CEI 61158-3-22 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux de communication industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

La présente norme annule et remplace la CEI/PAS 61158-3-22 publiée en 2009. Cette première édition constitue une révision technique.

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

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 65C/604/FDIS et 65C/618/RVD.

Le rapport de vote 65C/618/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61158, présentées sous le titre général *Réseaux de communication industriels – Spécifications de 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.

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

INTRODUCTION

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

Dans toute la série de normes relatives aux bus de terrain, le terme "service" se réfère à la capacité abstraite fournie par une couche du Modèle de référence de base de l'Interconnexion des systèmes ouverts (OSI) à la couche immédiatement supérieure. Ainsi, le service de la couche liaison de données défini dans la présente norme est un service architectural conceptuel, indépendant des divisions administratives et de mise en œuvre.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-3-22:2010

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 3-22:Définition des services de couche liaison de données – Eléments de Type 22

1 Domaine d'application

1.1 Vue d'ensemble

La présente partie de la CEI 61158 fournit les éléments communs pour les communications de messagerie de base à temps critique entre des dispositifs dans un environnement d'automatisation. Le terme "à temps critique" sert à représenter la présence d'une fenêtre temporelle, dans les limites de laquelle une ou plusieurs actions spécifiées sont tenues d'être parachevées avec un certain niveau défini de certitude. Le manquement à parachever les actions spécifiées dans les limites de la fenêtre temporelle risque d'entraîner la défaillance des applications qui demandent ces actions, avec le risque concomitant pour l'équipement, l'installation et éventuellement pour la vie humaine.

La présente norme définit de manière abstraite le service visible de l'extérieur fourni par la couche liaison de données de bus de terrain de Type 22 en termes

- a) des actions et événements primitifs du service;
- b) des paramètres associés à chaque action primitive et événement primitif, et la forme qu'ils prennent; et
- c) de l'interrelation entre ces actions et événements, et leurs séquences valides.

Le but de la présente norme est de définir les services fournis à

- la couche application de bus de terrain Type 22 au niveau de la frontière entre les couches application et liaison de données du modèle de référence de bus de terrain; et
- la gestion des systèmes au niveau de la frontière entre la couche liaison de données et la gestion des systèmes selon le modèle de référence de bus de terrain.

1.2 Spécifications

L'objectif principal de la présente norme est de spécifier les caractéristiques des services conceptuels d'une couche liaison de données qui sont adaptées à des communications à temps critique, et donc complètent le Modèle de référence de base de l'OSI en guidant le développement des protocoles de liaison de données pour les communications à temps critique. Un objectif secondaire est de fournir des trajets de migration à partir de protocoles de communications industrielles préexistants.

La présente spécification peut être utilisée comme la base pour les interfaces formelles de programmation à la couche de liaison (DL-Programming-Interfaces). Néanmoins, elle n'est pas une interface de programmation formelle et il sera nécessaire pour toute interface de ce type de traiter de questions de mise en œuvre qui ne sont pas couvertes par la présente spécification, y compris:

- a) les tailles et l'ordonnancement des octets pour les divers paramètres de service à plusieurs octets; et
- b) la corrélation de primitives appariées "request-confirm" (demande et confirmation) ou "indication-response" (indication et réponse).

1.3 Conformité

La présente norme ne spécifie pas de mises en œuvre individuelles ou de produits individuels ni ne contraint les mises en œuvre d'entités de liaison de données au sein des systèmes d'automation industriels.

Il n'y a pas de conformité d'équipement à la présente norme de définition des services de couche liaison de données. Au contraire, la conformité est obtenue par une mise en œuvre du protocole de liaison de données correspondant qui satisfait aux services de couche liaison de données de Type 22 définis dans la présente norme.

2 Références normatives

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

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

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

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

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

3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions

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

3.1 Termes et définitions du modèle de référence

La présente norme est basée en partie sur les concepts développés dans l'ISO/CEI 7498-1 et l'ISO/CEI 7498-3 et utilise les termes suivants y définis:

adresse de DL	[ISO/CEI 7498-3]
adresse de DL d'appelé	[ISO/CEI 7498-3]
adresse de DL d'appelant	[ISO/CEI 7498-3]
connexion de DL	[ISO/CEI 7498-1]
extrémité de connexion de DL	[ISO/CEI 7498-1]
identificateur d'extrémité de connexion de DL	[ISO/CEI 7498-1]
transmission en mode connexion de DL	[ISO/CEI 7498-1]

transmission en mode sans connexion de DL	[ISO/CEI 7498-1]
entités (N) correspondantes	[ISO/CEI 7498-1]
entités de DL correspondantes (N=2)	
entités de Ph correspondantes (N=1)	
connexion multipoint décentralisée	[ISO/CEI 7498-1]
transmission duplex de DL	[ISO/CEI 7498-1]
entité (N):	[ISO/CEI 7498-1]
entité de DL (N=2)	
entité de Ph (N=1)	
fonctionnalité de DL	[ISO/CEI 7498-1]
contrôle de flux	[ISO/CEI 7498-1]
couche (N)	[ISO/CEI 7498-1]
couche DL (N=2)	
couche Ph (N=1)	
gestion de couche	[ISO/CEI 7498-1]
vue locale de DL	[ISO/CEI 7498-3]
connexion multipoint:	[ISO/CEI 7498-1]
nom de DL	[ISO/CEI 7498-3]
domaine (d'adressage) de dénomination	[ISO/CEI 7498-3]
entités homologues	[ISO/CEI 7498-1]
nom primitif	[ISO/CEI 7498-3]
protocole de DL	[ISO/CEI 7498-1]
identificateur de connexion de protocole de DL	[ISO/CEI 7498-1]
unité de données de protocole de DL	[ISO/CEI 7498-1]
relais de DL	[ISO/CEI 7498-1]
réassemblage	[ISO/CEI 7498-1]
réinitialisation	[ISO/CEI 7498-1]
adresse de DL en réponse	[ISO/CEI 7498-3]
acheminement	[ISO/CEI 7498-1]
segmentation	[ISO/CEI 7498-1]

service (N):	[ISO/CEI 7498-1]
service de DL (N=2)	
service de Ph (N=1)	
point d'accès à des services (N)	[ISO/CEI 7498-1]
point d'accès à des services de DL (N=2)	
point d'accès à des services de Ph (N=1)	
adresse de point d'accès au service de DL; adresse de DLSAP	[ISO/CEI 7498-3]
identificateur de connexion de service de DL	[ISO/CEI 7498-1]
unité de données de service de DL	[ISO/CEI 7498-1]
transmission simplex de DL	[ISO/CEI 7498-1]
sous-système de DL	[ISO/CEI 7498-1]
gestion-système	[ISO/CEI 7498-1]
données d'utilisateur de 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:

accepteur
 service asymétrique
 (primitive) "confirm";
 (primitive) "requestor.deliver"
 (primitive) "deliver"
 fonctionnalité confirmée de DL
 fonctionnalité de DL
 vue locale de DL
 fonctionnalité obligatoire de DL
 fonctionnalité non confirmée de DL
 fonctionnalité de DL lancée par le fournisseur
 fonctionnalité facultative de fournisseur de DL
 primitive de service de DL;
 primitive
 fournisseur de service de DL
 utilisateur de service de DL
 fonctionnalité facultative d'utilisateur de DL
 (primitive) "indication";
 (primitive) "acceptor.deliver"
 multipoint homologue
 (primitive) "request";
 (primitive) "requestor.submit"

demandeur

(primitive) "response";

(primitive) "acceptor.submit"

(primitive) "submit"

service symétrique

3.3 Termes et définitions pour les services de liaison de données

3.3.1

donnée acyclique

donnée qui est transférée de temps à autre à des fins spécialisées

3.3.2

cellule

synonyme d'un segment de DL unique qui utilise le modèle de communication RTFL

3.3.3

cycle de communication

période de temps fixe pendant laquelle le dispositif-racine émet des trames vides pour le déclenchement d'une communication cyclique dans laquelle des données sont émises en utilisant la CDC et la MSC

3.3.4

temps de cycle

durée d'un cycle de communication

3.3.5

cyclique

événements qui se répètent d'une manière régulière et répétitive

3.3.6

communication cyclique

échange périodique de trames

3.3.7

donnée cyclique

donnée qui est transférée de manière régulière et répétitive à des fins spécialisées

3.3.8

voie de données cycliques (CDC)

une ou plusieurs trames, qui sont réservées à des données cycliques

3.3.9

donnée

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

3.3.10

dispositif

entité physique connectée au bus de terrain

3.3.11

segment de DL

sous-réseau de DL unique dans lequel toutes les éventuelles DLE connectées peuvent communiquer directement, sans intervention de relayage de DL, chaque fois que toutes celles des DLE qui participent à une instance de communication sont simultanément attentives au sous-réseau de DL pendant la/les période(s) de communication tentée

3.3.12

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)

3.3.13

liaison étendue

sous-réseau de DL, constitué de l'ensemble maximal de liaisons interconnectées par des relais de DL, partageant un même espace (d'adresses de DL) de noms de DL, dans lequel n'importe lesquelles des entités de DL connectées peuvent communiquer, les unes avec les autres, soit directement, soit avec l'aide d'une ou plusieurs entités relais de DL intermédiaires

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

3.3.14

trame

synonyme déconseillé de DLPDU

3.3.15

passerelle

dispositif agissant comme élément de liaison entre différents protocoles

3.3.16

interface

frontière partagée entre deux unités fonctionnelles, définies par les caractéristiques fonctionnelles, caractéristiques de signal ou autres caractéristiques selon le cas approprié

3.3.17

liaison

synonyme de segment de DL

3.3.18

double ligne logique

séquence de dispositif-racine et de tous les dispositifs ordinaires traitant la trame de communication dans le sens direct et inverse

3.3.19

horloge-mère

base de temps globale pour le mécanisme PCS

3.3.20

message

séquence ordonnée d'octets censés acheminer des données

3.3.21

voie de messages

MSC

une ou plusieurs DPU (trames), qui sont réservées à des données cycliques

3.3.22

réseau

ensemble de dispositifs reliés par un certain type de support de communication, notamment des répéteurs intermédiaires, ponts, routeurs et passerelles de couche inférieure

3.3.23

réseau ouvert

tout réseau basé sur la CEI 8802-3 sans autres restrictions

3.3.24**dispositif ordinaire****OD**

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

3.3.25**synchronisation d'horloge précise****PCS**

mécanisme pour synchroniser des horloges de dispositifs RTFL et maintenir une base de temps globale

3.3.26**donnée de processus**

donnée désignée pour être transférée de façon cyclique ou acyclique à des fins de traitement

3.3.27**protocole**

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

3.3.28**dispositif-racine****RD**

maître dans le système de communication qui organise, lance et régule l'échange de données cycliques et acycliques RTFL pour une même double ligne logique

3.3.29**ligne de trame temps réel****RTFL**

modèle de communication communiquant en une double ligne logique

3.3.30**réseau de trame temps réel****RTFN**

modèle de communication communiquant en un réseau commuté

3.3.31**commutateur**

pont MAC tel que défini dans l'IEEE 802.1D

3.3.32**signal de synchronisation**

indication temporelle de la survenue d'un événement, habituellement comme sous la forme d'un signal d'interruption, utilisée pour la synchronisation d'utilisateur de DL

3.3.33**topologie**

architecture de réseau physique en rapport avec la connexion entre les stations du système de communication

3.4 Symboles et abréviations

CDC

Voie de données cycliques (*Cyclic data channel*)

CDCS

Envoi de voie de données cycliques (*Cyclic data channel send*)

DA	Adresse du dispositif (<i>Device address</i>)
DL-	Couche liaison de données (comme préfixe) (<i>Data-link layer</i>)
DLL	Couche DL (<i>DL-layer</i>)
DLS	Service de DL (<i>DL-service</i>)
DMR	Mesure de retard de DL en lecture (<i>DelayMeasurement read</i>)
DMS	Mesure de retard de DL en envoi (<i>DelayMeasurement send</i>)
ID	Identification
IP	Protocole internet (<i>Internet Protocol</i>)
IRQ	Demande d'interruption (<i>Interrupt request</i>)
MAC	Commande d'accès au support (<i>Medium access control</i>)
MII	Interface indépendante du support (<i>Media independent interface</i>)
MIIR	Interface indépendante du support de DL en lecture (<i>DL-Media independent interface read</i>)
MIIW	Interface indépendante du support de DL en écriture (<i>DL-Media independent interface write</i>)
MSC	Voie de messages (<i>Message channel</i>)
MSCDN	Notification de données de voie de messages (<i>Message channel data notification</i>)
MSCR	Voie de messages en lecture (<i>Message channel read</i>)
MSCS	Voie de messages en envoi (<i>Message channel send</i>)
MSCSB	Voie de message en envoi de diffusion (<i>Message channel send broadcast</i>)
NV	Vérification de réseau de DL (<i>DL-Network verification</i>)
OD	Dispositif ordinaire (<i>Ordinary device</i>)
OSI	Interconnexion des systèmes ouverts (<i>Open Systems Interconnection</i>)
PID	Identificateur de paquet (<i>Packet ID</i>)
PCS	Synchronisation d'horloge précise (<i>Precise clock synchronization</i>)
PCSC	Configuration de la synchronisation d'horloge précise de DL (<i>DL-PCS configuration</i>)

RD	Dispositif-racine (<i>Root device</i>)
RDCD	Donnée de configuration en lecture de DL (<i>DL-Read configuration data</i>)
RTF	Trame temps réel (<i>Real time frame</i>)
RTFL	Ligne de trame temps réel (<i>Real time frame line</i>)
RTFLCFG	Configuration de ligne de trame temps réel de DL (<i>DL-RTFL configuration</i>)
RTFLCTL	Commande de ligne de trame temps réel de DL (<i>DL-RTFL control</i>)
RTFN	Réseau de trame temps réel (<i>Real time frame network</i>)
RTFNCE	Établissement de connexion de réseau de trame temps réel de DL (<i>DL-RTFN connection establishment</i>)
RTFNCR	Libération de connexion de réseau de trame temps réel de DL (<i>DL-RTFN connection release</i>)
RTFNSNR	Lecture d'exploration de réseau relative à un réseau de trame temps réel de DL (<i>DL-RTFN Scan network read</i>)
SYNC	Synchronisation
SYNC_MC	Configuration de maître de la synchronisation de DL (<i>DL-Sync master configuration</i>)
SYNC_START	Démarrage de la synchronisation de DL (<i>DL-Sync start</i>)
SYNC_STOP	Arrêt de la synchronisation de DL (<i>DL-Sync stop</i>)

3.5 Conventions communes

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

Le modèle de service, les primitives de service et les diagrammes de séquence temporelle utilisés sont des descriptions totalement abstraites; ils ne constituent pas une spécification pour une mise en œuvre.

Les primitives de service, utilisées pour représenter les interactions utilisateur de service/fournisseur de service (voir ISO/CEI 10731), acheminent des paramètres qui indiquent les informations disponibles dans l'interaction entre utilisateur et fournisseur.

La présente norme utilise un format de tableau pour décrire les paramètres de composants des primitives de DLS. Les paramètres qui s'appliquent à chaque groupe de primitives de DLS sont consignés en tableaux dans toute la suite de la présente norme. Chaque tableau comporte jusqu'à six colonnes, contenant le nom du paramètre de service, et une colonne chacune pour les primitives et les sens de transfert de paramètres utilisés par le DLS:

- les paramètres d'entrée de la primitive "request" (demande);
- les paramètres de sortie de la primitive "request" (demande);
- les paramètres de sortie de la primitive "indication";

- les paramètres d'entrée de la primitive "response" (réponse); et
- les paramètres de sortie de la primitive "confirm" (confirmation).

NOTE Les primitives "request", "indication", "response" et "confirm" sont aussi appelées respectivement primitives "requestor.submit", "acceptor.deliver", "acceptor.submit" et "requestor.deliver" (voir ISO/CEI 10731).

Un paramètre (ou une partie de celui-ci) est énuméré dans chaque rangée de chaque tableau. Dans les colonnes appropriées de la primitive de service, un code est utilisé pour spécifier le type d'usage du paramètre sur la primitive et le sens de paramètres spécifiés dans la colonne:

M	Le paramètre est obligatoire pour la primitive;
U	Le paramètre est une option de l'utilisateur et peut ou peut ne pas être fourni, cela dépendant de l'usage dynamique de l'utilisateur de DLS. Lorsqu'il n'est pas fourni, une valeur par défaut est supposée pour le paramètre;
C	Le paramètre est conditionné à d'autres paramètres ou à l'environnement de l'utilisateur de DLS,
(Blanc/Vide)	Le paramètre n'est jamais présent.

Certaines entrées sont en plus qualifiées par des éléments entre parenthèses. Ceux-ci peuvent être une constante spécifique au paramètre:

(=)	indique que le paramètre équivaut du point de vue de la sémantique au paramètre dans la primitive de service située immédiatement à sa gauche dans le tableau;
-----	--

Dans n'importe quelle interface particulière, il n'est pas indispensable d'énoncer tous les paramètres de façon explicite. Certains peuvent être associés de façon implicite à la primitive.

Dans les diagrammes qui illustrent ces interfaces, des lignes tiretées indiquent des relations de cause à effet ou de temps-séquence tandis que les traits ondulés indiquent que des événements sont grosso modo contemporains.

4 Concepts et services de couche liaison de données

4.1 Principe de fonctionnement

Le Type 22 de cette série de normes internationales décrit une technologie pour les réseaux basés sur l'ISO/CEI 8802-3 qui a été mise au point pour satisfaire aux exigences de la technologie de l'automatisation. Aux fins de communication intramachine rapide, le Type 22 décrit un modèle de communication (RTFL) pour la communication rapide temps réel. En outre, la mise en réseau de plusieurs parties intégrantes d'un système d'automatisation dans un système global est prise en charge par la spécification d'un second modèle de communication (RTFN). Le Type 22 est conçu comme un système de bus à plusieurs maîtres afin de permettre la mise en réseau de systèmes de commande individuels dans une solution d'automatisation distribuée.

Un réseau de Type 22 utilise des DPU (trames) ISO/CEI 8802-3 normalisées pour les deux modèles de communication.

4.2 Modèles de communication

4.2.1 Vue d'ensemble

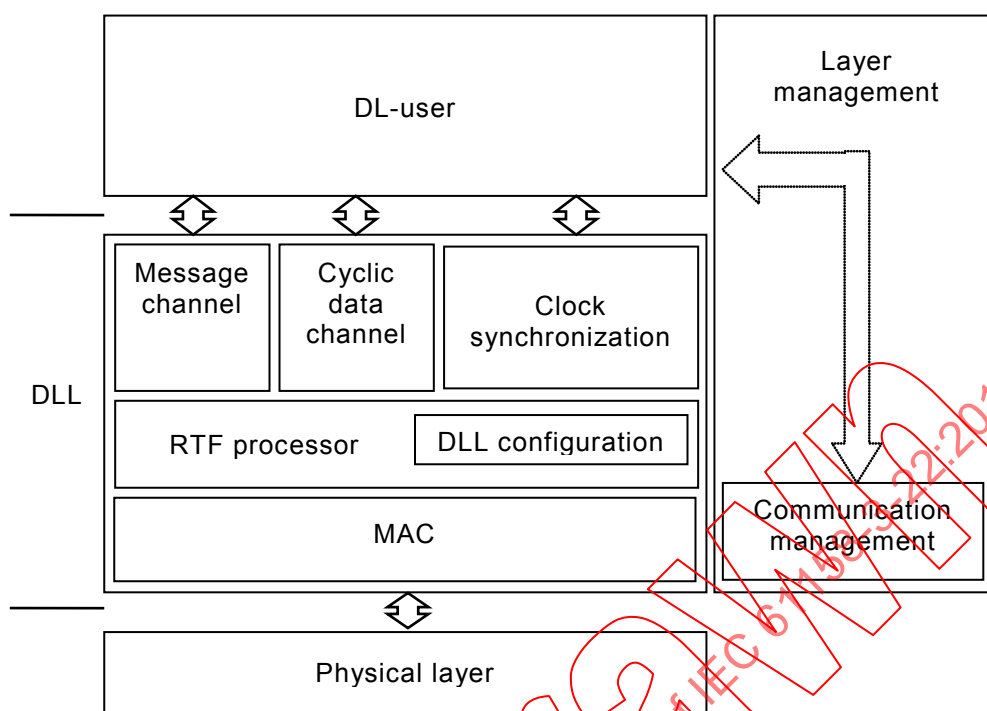
La technologie du Type 22 spécifie essentiellement deux modèles de communication. La communication RTFL est destinée à la communication rapide dans une machine alors que le modèle RTFN prévoit la mise en réseau de machines ou cellule individuelles.

Pour le modèle de communication RTFL, la communication suit une topologie en ligne. 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 dispositif spécial, à savoir le dispositif-racine (RD). Les dispositifs-racines agissent comme maître de communication pour lancer de manière cyclique la communication. Les DLPDU produites par le dispositif-racine sont transmises aux dispositifs ordinaires (OD) de Type 22. Chaque dispositif ordinaire reçoit la trame, écrit ses données et transmet la trame. Un réseau RTFL exige exactement un et un seul dispositif-racine. Le dernier dispositif ordinaire d'un réseau RTFL renvoie la trame traitée. La trame est renvoyée en étant transférée dans l'ordre inverse des dispositifs jusqu'au dispositif-racine et, donc, elle est retournée par le premier dispositif ordinaire vers le dispositif-racine comme trame de réponse. Dans le sens inverse, les dispositifs ordinaires lisent leurs données pertinentes dans la trame.

Pour le modèle de communication RTFN, la communication est basée sur des connexions point à point individuelles entre les dispositifs participants.

4.2.2 Modèle de référence des dispositifs RTFL

Les services de Type 22 sont décrits 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 de Type 22 définit la fonctionnalité de haut en bas d'un modèle de communications OSI complet. Les fonctions des couches OSI intermédiaires, les couches 3 à 6, sont consolidées soit en la couche liaison de données de Type 22, soit en l'utilisateur de données. Le modèle de référence des dispositifs pour les dispositifs RTFL de Type 22 est montré à la Figure 1.



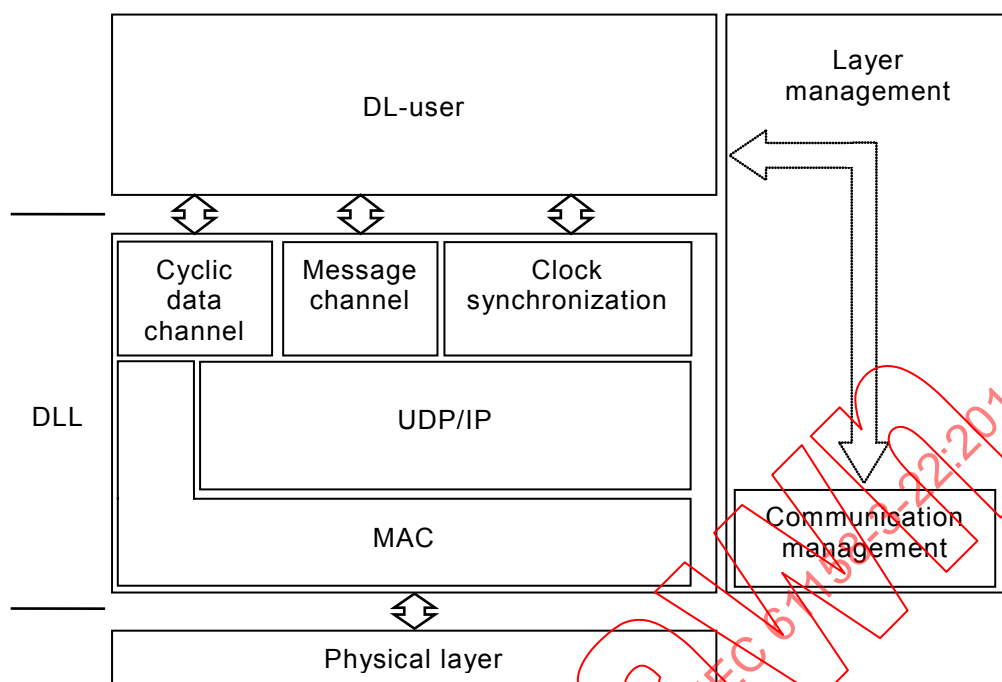
Légende

Anglais	Français
DL-user	Utilisateur de DL
Layer management	Gestion de couche
Message channel	Voie de messages
Cyclic data channel	Voie de données cycliques
Clock synchronization	Synchronisation d'horloge
RTF processor	Processeur de RTF (trames temps réel)
DLL configuration	Configuration de DLL
DLL	DLL (couche liaison de données)
MAC	MAC (commande d'accès au support)
Communication management	Gestion de communication
Physical layer	Couche physique

Figure 1 – Modèle de référence des dispositifs RTFL

4.2.3 Modèle de référence des dispositifs RTFN

Les services de Type 22 sont décrits 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 de Type 22 définit la fonctionnalité de haut en bas d'un modèle de communications OSI complet. Les fonctions des couches OSI intermédiaires, les couches 3 à 6, sont consolidées soit en la couche liaison de données de Type 22, soit en l'utilisateur de données. Le modèle de référence des dispositifs pour les dispositifs RTFN de Type 22 est montré à la Figure 2.



Légende

Anglais	Français
DL-user	Utilisateur de DL
Layer management	Gestion de couche
Cyclic data channel	Voie de données cycliques
Message channel	Voie de messages
Clock synchronization	Synchronisation d'horloge
DLL	DLL (couche liaison de données)
UDP/IP	UDP/IP
MAC	MAC (commande d'accès au support)
Communication management	Gestion de communication
Physical layer	Couche physique

Figure 2 – Modèle de référence des dispositifs RTFN

4.3 Topologie

4.3.1 Topologie de RTFL

Un réseau de Type 22 utilisant le modèle de communication RTFL utilise une topologie de double ligne logique. Une double ligne logique est représentée par l'agencement de tous les dispositifs ordinaires et du dispositif-racine et le traitement des DLPDU dans le sens direct et dans le sens inverse. Le transfert de données est géré par le transfert des DLPDU d'un dispositif au dispositif suivant le long d'une double ligne logique. Le dernier dispositif ordinaire renvoie la trame vers le dispositif-racine en passant par tous les dispositifs ordinaires participants.

Une double ligne logique est capable de permettre plusieurs topologies de réseau différentes. Dans une structure arborescente actionnée par commutation, chaque dispositif ordinaire a un dispositif prédécesseur et un dispositif successeur bien qu'ils ne soient pas localisés physiquement en une séquence. Ceci est montré à la Figure 3.

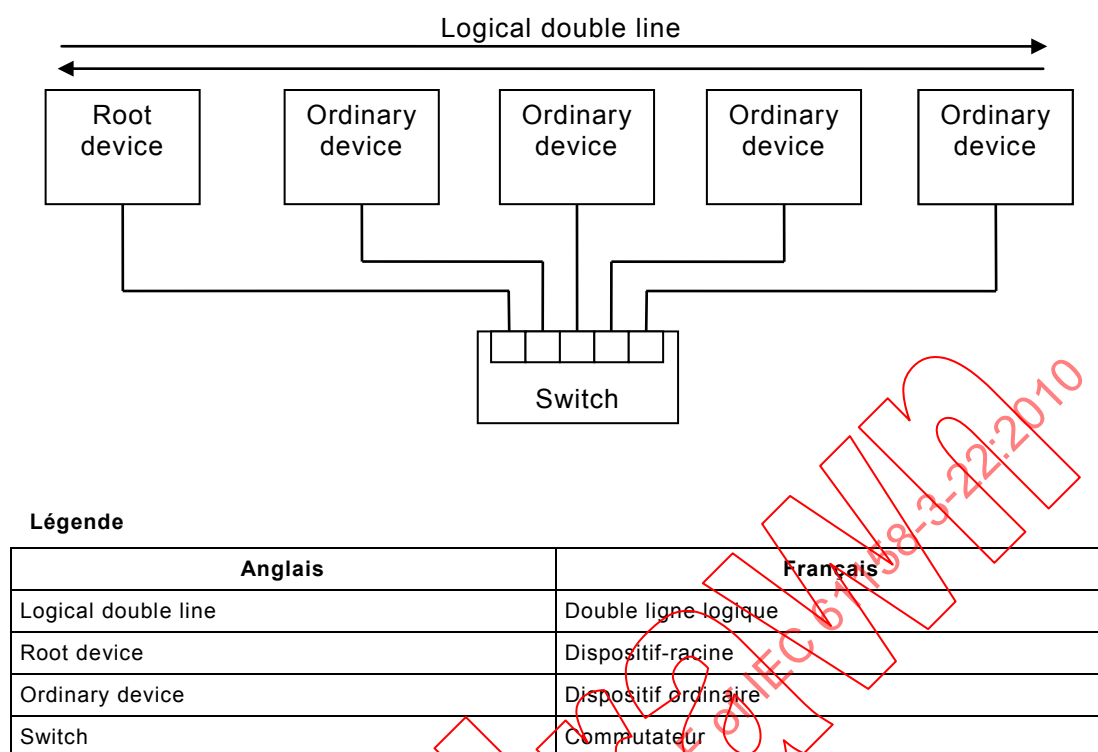


Figure 3 – Double ligne logique dans une topologie arborescente physique

Il convient que les dispositifs ordinaires pour le modèle de communication RTFL fournissent deux interfaces de communications selon l'ISO/CEI 8802.3. Ceci permet l'établissement d'une structure en ligne physique telle que montrée à la Figure 4. Si les dispositifs ordinaires sont agencés en une ligne physique, les DLPDU doivent être transmises directement d'une interface à la suivante et traitées à la volée (pseudo-transit).

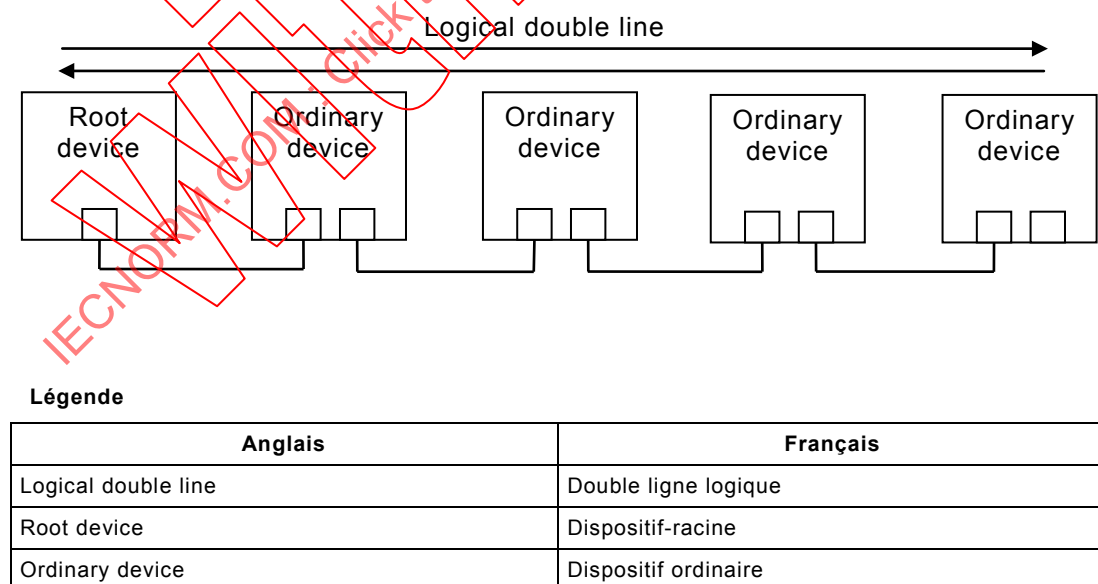


Figure 4 – Double ligne logique en une topologie de ligne physique

Pour un réseau de Type 22 utilisant le modèle de communication RTFL, le concept de pompe à trames est spécifié. Ce concept doit être appliqué par le dispositif-racine au sein d'un réseau RTFL pour lancer la communication de façon cyclique. Le pompage de trames décrit la génération d'une DLPDU RTFL dans le réseau RTFL devant être traitée par tous les dispositifs ordinaires participants pour les besoins de communication.

4.3.2 Topologie de RTFN

Un réseau de Type 22 utilisant le modèle de communication RTFN doit prendre en charge toutes les topologies d'usage courant comme la topologie en étoile, en arbre et en ligne.

4.4 Adressage

4.4.1 Vue d'ensemble

Différents modes d'adressage sont pris en charge pour les dispositifs de Type 22, comme noté à la Figure 5. Une différenciation générale existe entre dispositifs RTFL et dispositifs RTFN.

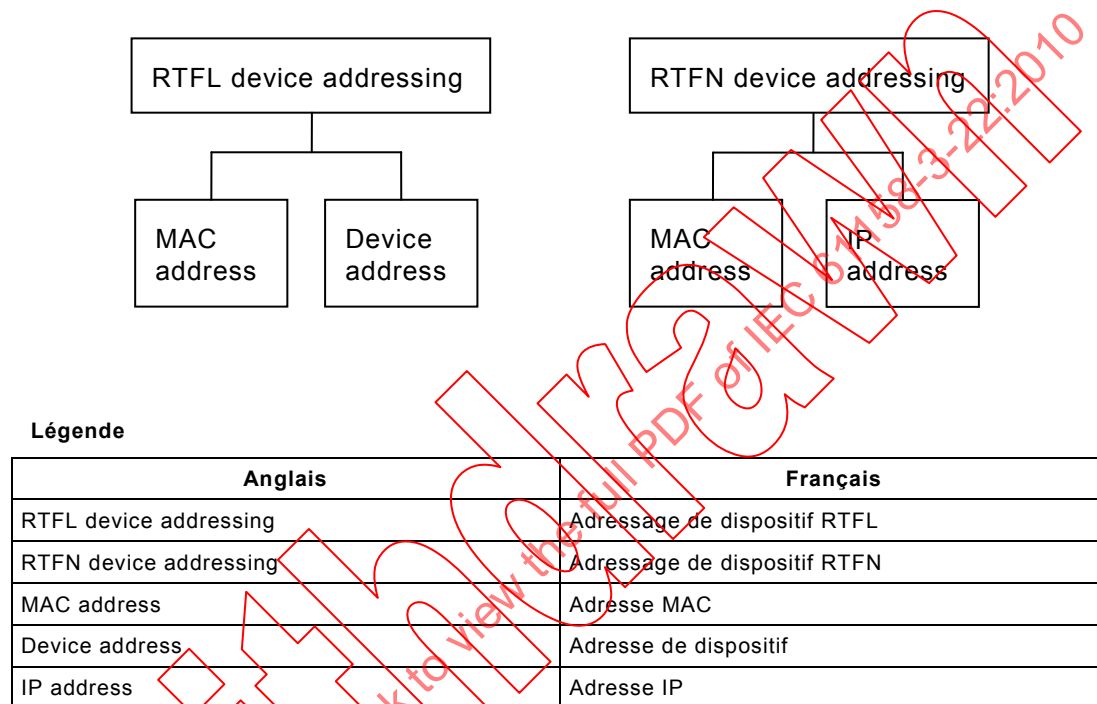


Figure 5 – Modes d'adressage

4.4.2 Adressage des dispositifs RTFL

Des adresses MAC telles que définies dans l'ISO/CEI 8802.3 doivent être utilisées pour adresser chaque dispositif par son adresse MAC au sein de la double ligne logique.

Des adresses de dispositif doivent être utilisées pour adresser des dispositifs par une adresse de dispositif configurée qui est attribuée par le dispositif-racine pendant la phase de démarrage. Des adresses de dispositif doivent être utilisées pour adresser des dispositifs au sein des relations de communication des utilisateurs de DL..

4.4.3 Adressage des dispositifs RTFN

Des adresses IP telles que définies dans la RFC 791 doivent être utilisées pour adresser des dispositifs au sein d'un réseau RTFN pour la communication cyclique ou acyclique basée sur les DLPDU (trames) du protocole UDP.

Des adresses MAC doivent être utilisées pour adresser des dispositifs au sein d'un réseau RTFN pour la communication cyclique basée sur les DLPDU de MAC.

4.5 Passerelle

La passerelle agit comme élément de liaison entre des réseaux RTFL et RTFN. De plus, il s'agit d'une passerelle entre les réseaux de Type 22 et le réseau ouvert. Un dispositif

comportant une passerelle peut être un dispositif ordinaire ou peut aussi inclure le dispositif-racine. La traduction d'adresse entre les différents modes d'adressage pour RTFL et RTFN doit être accomplie par la passerelle.

4.6 Modèles d'interaction

4.6.1 Vue d'ensemble

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

4.6.2 Producteur-consommateur

Le modèle de communication RTFL utilise le modèle d'interaction producteur-consommateur. Il implique un seul producteur et un groupe de zéro consommateur ou plus. Le modèle est caractérisé par un service non confirmé qui est demandé par le producteur afin de distribuer ses données cycliques et une indication de service corrélée dans tous les consommateurs disponibles.

4.6.3 Éditeur-abonné

Le modèle de communication RTFN utilise le modèle d'interaction "push" éditeur-abonné pour l'échange de données cycliques. Les interactions éditeur/abonné impliquent un seul éditeur et un groupe d'un ou plusieurs abonnés. Deux services sont utilisés, l'un confirmé et l'autre non confirmé. Le service confirmé est utilisé par l'abonné pour demander à rejoindre l'édition. La réponse à cette demande est retournée à l'abonné. Le service non confirmé est utilisé par l'éditeur pour distribuer ses données cycliques aux abonnés.

4.7 Concept de synchronisation

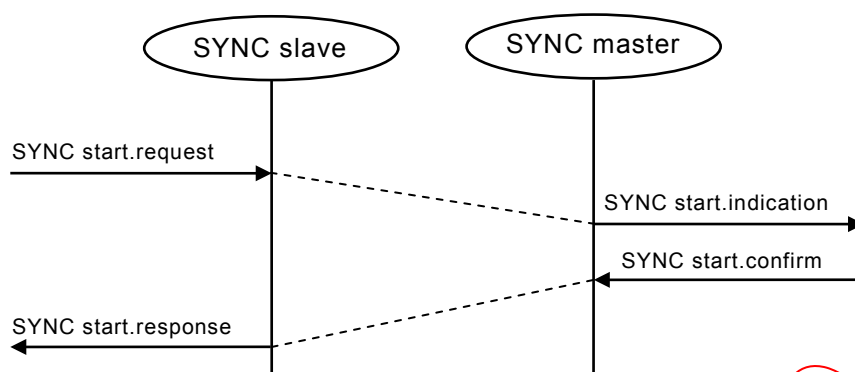
La synchronisation d'horloge au sein des réseaux de Type 22 est basée sur des protocoles de synchronisation. Pour les utilisateurs de DL, la synchronisation est réalisée à l'aide d'un jeu de services de DL.

Les protocoles de synchronisation permettent à tous les dispositifs de Type 22 d'avoir la même heure système. L'heure système est synchronisée avec une horloge-mère dédiée. Sur la base de cette heure, il est fourni le concept de signaux de synchronisation synchronisés (les IRQ) qui peuvent être générés indépendamment du cycle de communication pour les utilisateurs de DL. Chaque synchronisation, identifiable sans ambiguïté au sein d'un réseau de Type 22, est assignée à un maître de synchronisation (maître de SYNC) dédié. Le maître de synchronisation doit maintenir toutes les informations requises concernant la configuration. Les utilisateurs de DL qui agissent comme esclaves de synchronisation (esclave de SYNC) doivent demander ces informations à des fins de configuration et d'activation en utilisant un service de DL. Les principales propriétés des signaux de synchronisation synchronisés sont:

- le temps de cycle;
- le décalage temporel; et
- l'heure de début.

Pour la configuration, les utilisateurs de DL qui agissent comme maître de synchronisation (maître de SYNC) doivent utiliser un service local de configuration.

La Figure 6 illustre les interactions entre un esclave de SYNC et un maître de SYNC pour l'échange de données de configuration utilisant un diagramme temps-séquence.

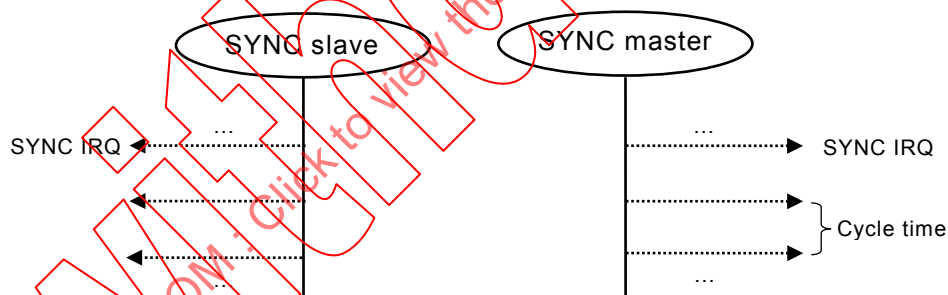


Légende

Anglais	Français
SYNC slave	Esclave de synchronisation
SYNC master	Maître de synchronisation

Figure 6 – Diagramme temps-séquence pour le service SYNC_START du temps

La Figure 7 illustre la génération de signaux de synchronisation synchronisés (les IRQ) pour un seul esclave de SYNC et son maître de SYNC correspondant après la configuration réussie de l'esclave. Indépendants du système de communication, les signaux de synchronisation synchronisés (les IRQ) sont générés dans tous les deux dispositifs à destination de l'utilisateur de DL.

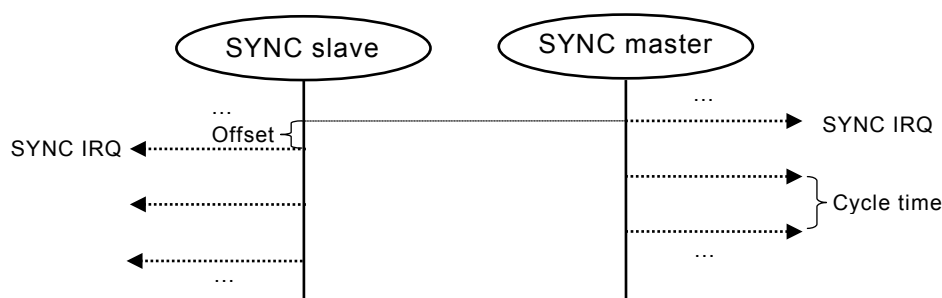


Légende

Anglais	Français
SYNC slave	Esclave de synchronisation
SYNC master	Maître de synchronisation
Cycle time	Temps de cycle
SYNC IRQ	Demande d'interruption de synchronisation

Figure 7 – Signaux de synchronisation synchronisés sans décalage

La Figure 8 illustre la génération de signaux de synchronisation synchronisés (les IRQ) pour un seul esclave de SYNC et son maître de SYNC correspondant après la configuration réussie de l'esclave. Indépendants du système de communication, les signaux de synchronisation synchronisés (les IRQ) sont générés dans tous les deux dispositifs à destination de l'utilisateur de DL. Pour l'esclave de SYNC, un décalage temporel relatif au signal de synchronisation du maître de SYNC est configuré.



Légende

Anglais	Français
SYNC slave	Esclave de synchronisation
SYNC master	Maître de synchronisation
Cycle time	Temps de cycle
SYNC IRQ	Demande d'interruption de synchronisation
Offset	Décalage

Figure 8 – Signaux de synchronisation synchronisés avec décalage

5 Services de communication

5.1 Vue d'ensemble

La couche liaison de données spécifie les services de Type 22 pour lire et écrire des données dans des dispositifs dans un réseau de Type 22 (voir le Tableau 1). Il y a quatre différents types de services:

- les services de gestion de communication (confirmés et non confirmés, non cycliques)
- les services de voie de données cycliques (CDC) (non confirmés, cycliques);
- les services de voie de messages (MSC) (confirmés et non confirmés, non cycliques);
- les services de synchronisation du temps (confirmés, non cycliques).

Tableau 1 – Résumé des services de DL et des primitives

Service	Primitive
Transfert acquitté de données orienté connexion: Network verification (NV «Vérification de réseau»)	"request" de NV de DL "indication" de NV de DL "response" de NV de DL confirmation de NV de DL
Transfert acquitté de données orienté connexion: RTFN scan network read (RTFNSNR, «lecture d'exploration de réseau RTFN»)	"request" de RTFNSNR de DL "indication" de RTFNSNR de DL "response" de RTFNSNR de DL "confirmation" de RTFNSNR de DL
Transfert acquitté de données orienté connexion: RTFN connection establishment (RTFNCE «établissement de connexion RTFN»)	"request" de RTFNCE de DL "indication" de RTFNCE de DL "response" de RTFNCE de DL "confirmation" de RTFNCE de DL