

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 4-14: Data-link layer protocol specification – Type 14 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications de bus de terrain –
Partie 4-14: Spécification du protocole de couche de liaison de données –
Éléments de Type 14**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

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

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

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –
Part 4-14: Data-link layer protocol specification – Type 14 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications de bus de terrain –
Partie 4-14: Spécification du protocole de couche de liaison de données –
Éléments de Type 14**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 25.04.40; 35.100.20; 35.110

ISBN 978-2-88912-859-4

**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 General.....	7
1.2 Specifications.....	7
1.3 Procedures.....	7
1.4 Applicability.....	8
1.5 Conformance.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....	8
3.1 Reference model terms and definitions.....	9
3.2 Service convention terms and definitions.....	11
3.3 ISO/IEC 8802-3 terms	11
3.4 Common terms and definitions	12
3.5 Symbols and abbreviations.....	15
4 Overview of the DL-protocol	16
4.1 General.....	16
4.2 Services provided by the DL.....	17
4.3 Structure of deterministic communication scheduling.....	18
5 Procedure of deterministic communication scheduling.....	19
5.1 Overview.....	19
5.2 State transitions.....	20
5.3 State table.....	22
5.4 Function descriptions	23
6 Structure and encoding of ECSME PDU.....	27
6.1 ECSME PDU structure.....	27
6.2 Encoding of ECSME packet.....	29
Bibliography.....	32
Figure 1 – Relationships of DLSAPs, DLSAP-addresses and group DL-addresses.....	13
Figure 2 – Communication model.....	16
Figure 3 – Type 14 packet identifier	18
Figure 4 – Time-sharing communication scheduling	18
Figure 5 – State transitions of ECSME.....	20
Figure 6 – Format of NonPeriodicDataAnnunciation PDU.....	27
Figure 7 – Format of EndofNonPeriodicDataSending PDU	28
Figure 8 – Format of Type 14 PDU.....	28
Figure 9 – Format of Type 14 PDU for FRT application	28
Table 1 – ECSME state transitions.....	22
Table 2 – NonperiodicDataSendingSuc() description.....	23
Table 3 – NonperiodicDataAnnunciation() description	23
Table 4 – NonperiodicDataSending() description	23
Table 5 – NonperiodicDataSendingSuc() description.....	24

Table 6 – FirstNonperiodicDataSending() description.....	24
Table 7 – NonperiodicDataPriority() description	24
Table 8 – NonperiodicDataTimeEnough() description.....	25
Table 9 – NonperiodicDataSending() description	25
Table 10 – EndOfNonperiodicDataSending() description	25
Table 11 – IsDeviceConfigured() description.....	26
Table 12 – CountOffsetTime() description	26
Table 13 – DataSendingTiming() description.....	26
Table 14 – RecEndofNonPeriodicDataSending() description	26
Table 15 – NonPeriodicDataAnnunciation message encoding	29
Table 16 – EndofNonPeriodicDataSending message encoding.....	30
Table 17 – Type 14 DL-management Tag encoding	30
Table 18 – Type 14 message encoding.....	31
Table 19 – Type 14 message for FRT application encoding	31

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS –
FIELDBUS SPECIFICATIONS –****Part 4-14: Data-link layer protocol specification –
Type 14 elements**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61158-4-14 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- Provide stability date for the publication;
- Update the Normative references and Bibliography;
- Corrections the edit error;
- specification changes for CPF3;
 - update of the requirements for all conformance classes;
 - update of the requirements for all conformance services.

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

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

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

Full information on the voting for the approval of this 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 ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the 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 61158-1.

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

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

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

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

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of a patent concerning Type 14 elements and possibly other types given in subclause 5 as follows:

CN200410088676.7 [SP] Scheduling method with deterministic communication based on Ethernet

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

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

[SP] Zhejiang SUPCON Technology Co., Ltd.
Dongqin FENG
Liuhe Road 309, Bingjiang District,
Hangzhou, 310053
China

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

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

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 4-14: Data-link layer protocol specification – Type 14 elements

1 Scope

1.1 General

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

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

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

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

1.2 Specifications

This standard specifies

- a) procedures for the timely transfer of data and control information from one data-link user entity to a peer user entity, and among the data-link entities forming the distributed data-link service provider;
- b) procedures for giving communications opportunities to all participating DL-entities, sequentially and in a cyclic manner for deterministic and synchronized transfer at cyclic intervals;
- c) procedures for giving communication opportunities available for time-critical data transmission together with non-time-critical data transmission without prejudice to the time-critical data transmission;
- d) procedures for giving cyclic and acyclic communication opportunities for time-critical data transmission with prioritized access;
- e) procedures for giving communication opportunities based on standard ISO/ IEC 8802-3 medium access control, with provisions for nodes to be added or removed during normal operation;
- f) the structure of the fieldbus DLPDUs used for the transfer of data and control information by the protocol of this standard, and their representation as physical interface data units.

1.3 Procedures

The procedures are defined in terms of

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

1.4 Applicability

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

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

1.5 Conformance

This standard also specifies conformance requirements for systems implementing these procedures. This standard does not contain tests to demonstrate compliance with such requirements.

2 Normative references

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

IEC/TR 61158-1:2010¹, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*

IEC 61158-5-14:2010¹, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-14: Application layer service definition – Type 14 elements*

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

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

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

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

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

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

3 Terms, definitions, symbols and abbreviations

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

¹ To be published

3.1 Reference model terms and definitions

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

3.1.1	called-DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.2	calling-DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.3	centralized multi-end-point-connection	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.4	correspondent (N)-entities correspondent DL-entities (N=2) correspondent Ph-entities (N=1)	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.5	demultiplexing	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.6	DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.7	DL-address-mapping	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.8	DL-connection	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.9	DL-connection-end-point	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.10	DL-connection-end-point-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.11	DL-connection-mode transmission	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.12	DL-connectionless-mode transmission	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.13	DL-data-sink	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.14	DL-data-source	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.15	DL-duplex-transmission	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.16	DL-facility	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.17	DL-local-view	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.18	DL-name	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.19	DL-protocol	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.20	DL-protocol-connection-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.21	DL-protocol-control-information	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.22	DL-protocol-data-unit	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.23	DL-protocol-version-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.24	DL-relay	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.25	DL-service-connection-identifier	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.26	DL-service-data-unit	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.27	DL-simplex-transmission	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.28	DL-subsystem	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.29	DL-user-data	[ISO/IEC 7498-1]

3.1.30	flow control	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.31	layer-management	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.32	multiplexing	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.33	naming-(addressing)-authority	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.34	naming-(addressing)-domain	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.35	naming-(addressing)-subdomain	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.36	(N)-entity DL-entity Ph-entity	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.37	(N)-interface-data-unit DL-service-data-unit (N=2) Ph-interface-data-unit (N=1)	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.38	(N)-layer DL-layer (N=2) Ph-layer (N=1)	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.39	(N)-service DL-service (N=2) Ph-service (N=1)	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.40	(N)-service-access-point DL-service-access-point (N=2) Ph-service-access-point (N=1)	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.41	(N)-service-access-point-address DL-service-access-point-address (N=2) Ph-service-access-point-address (N=1)	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.42	peer-entities	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.43	Ph-interface-control-information	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.44	Ph-interface-data	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.45	primitive name	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.46	reassembling	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.47	recombining	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.48	reset	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.49	responding-DL-address	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.50	routing	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.51	segmenting	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.52	sequencing	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.53	splitting	[ISO/IEC 7498-1]
3.1.54	synonymous name	[ISO/IEC 7498-3]
3.1.55	systems-management	[ISO/IEC 7498-1]

3.2 Service convention terms and definitions

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

- 3.2.1 acceptor
- 3.2.2 asymmetrical service
- 3.2.3 confirm (primitive);
requestor.deliver (primitive)
- 3.2.4 deliver (primitive)
- 3.2.5 DL-confirmed-facility
- 3.2.6 DL-facility
- 3.2.7 DL-local-view
- 3.2.8 DL-mandatory-facility
- 3.2.9 DL-non-confirmed-facility
- 3.2.10 DL-provider-initiated-facility
- 3.2.11 DL-provider-optional-facility
- 3.2.12 DL-service-primitive;
primitive
- 3.2.13 DL-service-provider
- 3.2.14 DL-service-user
- 3.2.15 DL-user-optional-facility
- 3.2.16 indication (primitive);
acceptor.deliver (primitive)
- 3.2.17 multi-peer
- 3.2.18 request (primitive);
requestor.submit (primitive)
- 3.2.19 requestor
- 3.2.20 response (primitive);
acceptor.submit (primitive)
- 3.2.21 submit (primitive)
- 3.2.22 symmetrical service

3.3 ISO/IEC 8802-3 terms

This standard also makes use of the following terms defined in ISO/IEC 8802-3 as they apply to the data-link layer:

- 3.3.1 destination address**
- 3.3.2 frame check sequence**
- 3.3.3 length/type**
- 3.3.4 MAC frame**
- 3.3.5 pad**
- 3.3.6 source address**

3.4 Common terms and definitions

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

3.4.1 communication macrocycle

set of basic cycles needed for a configured communication activity in a macro network segment

3.4.2 communication phase

elapsed fraction of a cycle, measured from some fixed origin

3.4.3 communication scheduling

algorithms and operation for data transfers occurring in a deterministic and repeatable manner

3.4.4 cyclic

repetitive in a regular manner

3.4.5 data DLPDU

DLPDU that carries a DLSDU from a local DLS-user to a remote DLS-user

3.4.6 destination FB Instance

FB instance that receives the specified parameters

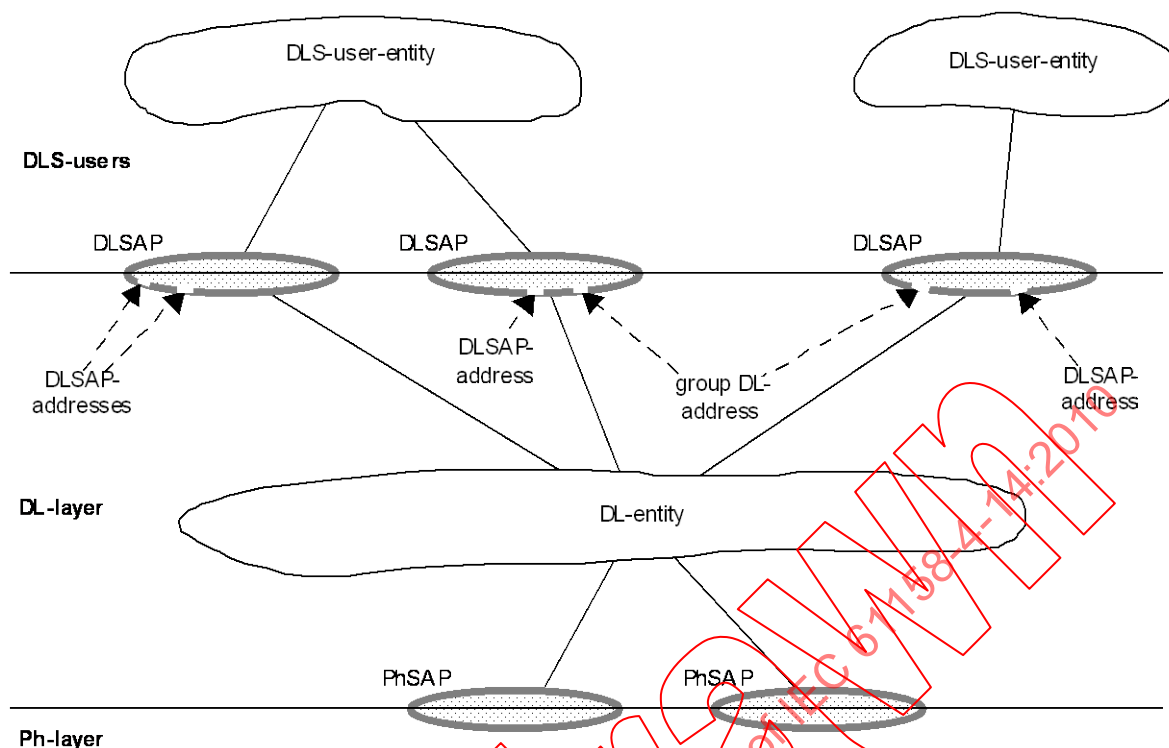
3.4.7 DL-segment, link, local link

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

3.4.8 DLSAP

distinctive point at which DL-services are provided by a single DL-entity to a single higher-layer entity.

NOTE This definition, derived from ISO/IEC 7498-1, is repeated here to facilitate understanding of the critical distinction between DLSAPs and their DL-addresses. (See Figure 1.)



NOTE 1 DLSAPs and PhSAPs are depicted as ovals spanning the boundary between two adjacent layers.

NOTE 2 DL-addresses are depicted as designating small gaps (points of access) in the DLL portion of a DLSAP.

NOTE 3 A single DL-entity may have multiple DLSAP-addresses and group DL-addresses associated with a single DLSAP.

Figure 1 – Relationships of DLSAPs, DLSAP-addresses and group DL-addresses

3.4.9

DL(SAP)-address

either an individual DLSAP-address, designating a single DLSAP of a single DLS-user, or a group DL-address potentially designating multiple DLSAPs, each of a single DLS-user.

NOTE This terminology is chosen because ISO/IEC 7498-3 does not permit the use of the term DLSAP-address to designate more than a single DLSAP at a single DLS-user

3.4.10

(individual) DLSAP-address

DL-address that designates only one DLSAP within the extended link

NOTE A single DL-entity may have multiple DLSAP-addresses associated with a single DLSAP.

3.4.11

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.

3.4.12

FCS error

error that occurs when the computed frame check sequence value after reception of all the octets in a DLPDU does not match the expected residual

3.4.13

frame

denigrated synonym for DLPDU

3.4.14

group DL-address

DL-address that potentially designates more than one DLSAP within the extended link. A single DL-entity may have multiple group DL-addresses associated with a single DLSAP. A single DL-entity also may have a single group DL-address associated with more than one DLSAP

3.4.15

micro segment

part of a network, where special scheduling is implemented.

3.4.16

multipoint connection

connection from one node to many nodes.

NOTE Multipoint connections allows data transfer from a single publisher to be received by many subscriber nodes.

3.4.17

node

single DL-entity as it appears on one local link

3.4.18

offset

number of octets from a specially designated position

3.4.19

real-time

ability of a system to provide a required result in a bounded time

3.4.20

real-time communication

transfer of data in real-time.

3.4.21

real-time Ethernet (RTE)

ISO/IEC 8802-3-based network that includes real-time communication

NOTE 1 Other communication can be supported, providing the real-time communication is not compromised.

NOTE 2 This definition is dedicated, but not limited, to ISO/IEC 8802-3. It could be applicable to other IEEE 802 specifications, for example IEEE 802.11.

3.4.22

receiving DLS-user

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

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

3.4.23

schedule

temporal arrangement of a number of related operations.

3.4.24

scheduling macrocycle

time interval to implement a specific schedule.

3.4.25**sending DLS-user**

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

3.4.26**time offset**

time difference from a specially designated time

3.5 Symbols and abbreviations

ARP	Address resolution protocol
Cnf	Confirmation
CSMA/CD	Carrier sense multiple access with collision detection (protocol)
DHCP	Dynamic host configuration protocol
DL-	(as a prefix) Data-link-
DLCEP	Data-link connection endpoint
DLL	Data-link layer
DLE	Data-link entity
DLM	Data-link-management
DLS	Data-link service
DLSAP	Data-link service access point
DLSDU	DL-service-data-unit
ECSME	Type 14 communication scheduling management entity
EM_	(as a prefix) Type 14 management
FRT	Fast Real-time
Ind	Indication
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
IP	Internet protocol
LLC	Logical link control
LMP	Link management protocol
MAC	Medium access control
MAU	Medium attachment unit
PAD	Pad (bits)
PDU	Protocol data unit
Req	Request
Rsp	Response
RTE	Real-time Ethernet
RT-Ethernet	Real-time Ethernet
SAP	Service access point
SDU	Service data unit
SME	System management entity
SNTP	Simple network time protocol
TCP	Transmission control protocol
UDP	User datagram protocol

.cnf	Confirm primitive
.ind	Indication primitive
.req	Request primitive
.rsp	Response primitive

4 Overview of the DL-protocol

4.1 General

4.1.1 DLL architecture

According to the basic fieldbus reference model defined in IEC/TR 61158-1, the Type 14 DLL is modeled in Figure 2 as an integrated Data link layer with UDP(TCP), IP, MAC and LLC sublayers defined in ISO/IEC 8802-3 and an extension protocol defined in this part of the IEC 61158 series, where

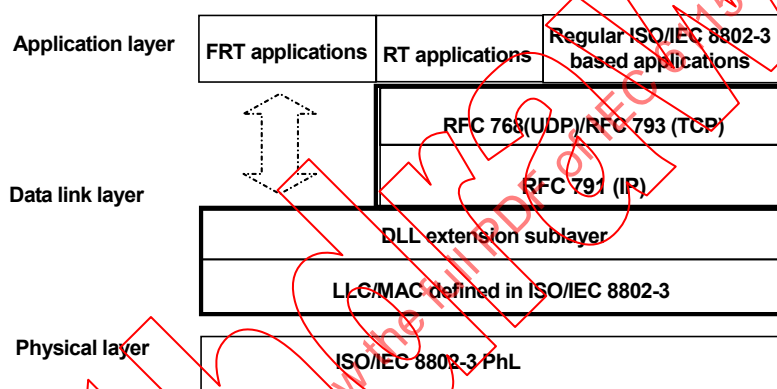


Figure 2 – Communication model

- the Transfer Control Protocol (TCP) defined in RFC 793 is applied;
- the User Datagram Protocol (UDP) defined in RFC 768 is applied;
- the Internet Protocol (IP) defined in RFC 791 is applied;
- the Logic Link Control (LLC) protocol defined in ISO/IEC 8802-3 is applied;
- the Medium Access Control (MAC) layer protocol defined in ISO/IEC 8802-3 is applied.

Additionally, a DLL extension sublayer is defined as the Type 14 communication scheduling management entity (ECSME) on ISO/IEC 8802-3 data link protocol to manage the deterministic communication and regular communication.

This ECSME provides the following functions:

- transparent data transferring between DLE and DLS_User specified in ISO/IEC 8802-3 without modifying the data;
- receiving DLS_User DATA from DLS_User and buffering them;
- transferring DLS_User DATA to DLE in configured order and priority. The DLE will send it to Ethernet network using the protocols defined in ISO/IEC 8802-3;
- transferring decoded DLPDU from DLE to DLS_User.

ECSME supports two ways of communication scheduling:

- free competitive communication scheduling based on the CSMA/CD;
- deterministic communication based on the time-sharing scheduling policy defined later.

When the former scheduling is used, ECSME shall directly transfer the data between DLE and DLS_User without any buffering or handling.

When the latter k) is used, the ECSME in each Type 14 device shall transfer DLS_User DATA to DLE according to the pre-configured timing order and priority, the DLE shall process the data and send it to PhL, so that the collision is avoided.

4.1.2 Type 14 communication scheduling management entity (ECSME)

ECSME is the extension based on LLC defined in ISO/IEC 8802-3. It transfers data between DLS_User and LLC without any changing.

ECSME does not alter the services provided by DLL to DLS_User defined in ISO/IEC 8802-3 as well as the interface between PhL and MAC. It only provides the transmission management of the DLS_User data.

4.1.3 Transaction between DLL and PhL

The transactions between DLL and PhL defined in ISO/IEC 8802-3 are applied without any changes.

4.1.4 Time synchronization

The time in all Type 14 devices shall be synchronized for the purpose of communication scheduling (see IEC 61158-5-14).

4.2 Services provided by the DL

4.2.1 Overview

The DLL provides connectionless data transfer services and connection-mode data transfer services defined in ISO/IEC 8802-3, RFC 791, RFC 768 and RFC 793 protocols.

4.2.2 Priority

Six levels of priority for packet transmission are defined in this specification, namely 0, 1, 2, 3, 4, 5. These are associated with the services defined in IEC 61158-5-14. The highest priority, that is 0, is used for the cyclic sending of DLSDUs. The execution timing for this fieldbus scheduled service shall be accurate and repeatable to less than 1 ms for RT applications. Services with the highest priority are used with UDP/IP protocols. And for FRT applications, the execution timing for this fieldbus scheduled service shall be accurate and repeatable to less than 1 μ s for RT application. Services with the highest priority are used with DLL protocols directly.

The low priorities provide for sending of DLSDUs only on an as-available basis. Data on these priorities are sent only when all other higher data priorities have been sent and a sending opportunity is available. For FRT applications, only one device can send the Nonperiodicdata in a communication macrocycle. It is recommended that the device which gets opportunity to send the Nonperiodicdata should send all its Nonperiodicdatas unless non-periodic packet transferring phase is not enough.

4.2.3 Ethernet type identifier

This specification adopts a registered value of 0x88CB assigned by IANA for LENGTH/TYPE field in Ethernet frame to identify a Type 14 packet (see Figure 3).

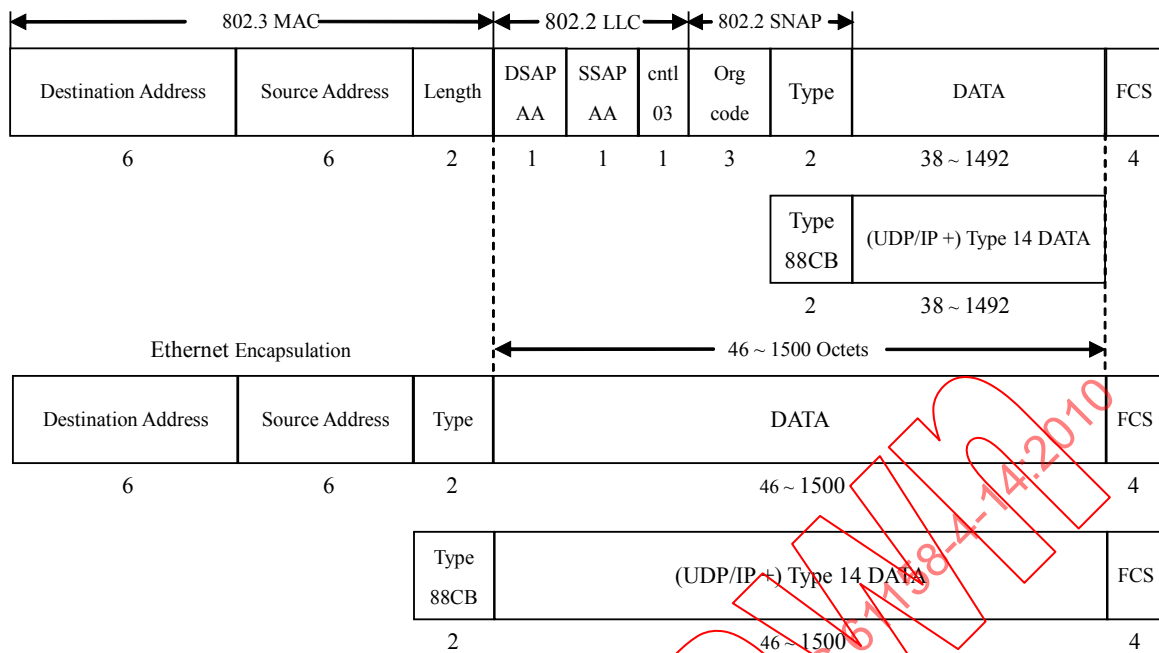


Figure 3 – Type 14 packet identifier

4.2.4 Time synchronization

The time in all Type 14 devices shall be synchronized for the purpose of communication scheduling.

4.3 Structure of deterministic communication scheduling

Within a Type 14 micro-segment, the communication procedure is repeated. The time to complete a communication procedure is called communication macrocycle and marked as T. Each communication macrocycle (T) is divided into two phases, periodic packet transferring phase (Tp) and non-periodic packet transferring phase (Tn) (see Figure 4).

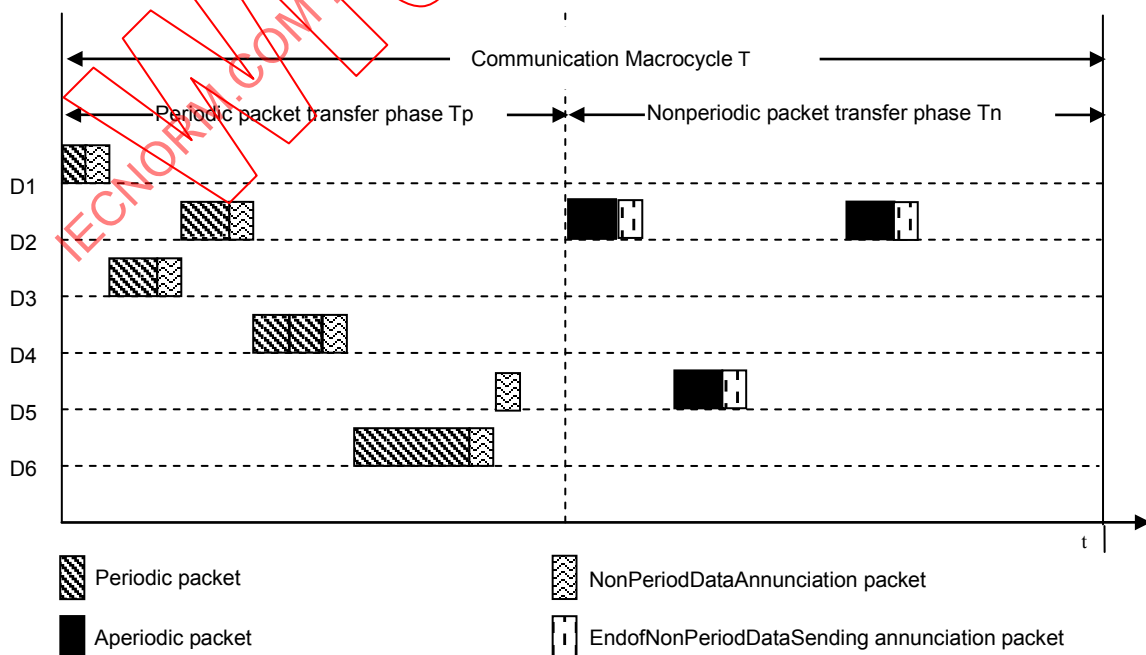


Figure 4 – Time-sharing communication scheduling

In the periodic packet transferring phase (Tp), the ECSME of each Type 14 device delivers periodic DLS_User data to local DLE in a configured order. Local DLE will packet and send the data on the network after it receives them.

Periodic DLS_User data contain the data relevant to process parameters, such as measurement and control data which need to be transmitted periodically in the control loop, or the input/output data which need to be updated cyclically between function blocks. Periodic DLS_User data has the highest priority to be sent.

In non-periodic packet transferring phase (Tn), the ECSME of each Type 14 device delivers non-periodic DLS_User data to local DLE according to their priority and the local IP address or MAC address. The Local DLE will packetize and send the data on the network after it receives them.

Non-periodic DLS_User data contain the data which do not need to send out in every macrocycle. That is, non-periodic DLS_User data are not produced cyclically. In Type 14 systems, non-periodic DLS_User data are the primitives of program upload/download, variable read/write, event notification, trend report and RARP, HTTP, FTP, TFTP, ICMP, IGMP application data, etc. In other cases, the primitives of SNMP and DHCP services are regarded as non-periodic DLS_User data.

Non-periodic data are sent out according to their priority, local IP address or MAC address in time-available way. That is,

- if time is available, the non-periodic packet with high priority is sent first;
- if two or more non-periodic packets in local device have identical priority, the one produced first is sent first;
- if two or more non-periodic packets are located in different devices, those located in the devices with smaller IP address are sent out first.

For FRT applications:

- DL-management packets shall not be send;
- DL-management tag is an optional segment in the periodic packets to indicate the priority of the next non-periodic packet ;
- if there are no non-periodic packets to be sent or managed at any time, DL-management can be omitted,
- during a single macrocycle, only one device can send non-periodic packets.

5 Procedure of deterministic communication scheduling

5.1 Overview

The mechanism of ECSME can be described in four states: Standby, Ready, PeriodicDataSending and NonPeriodicDataSending. The transitions between these four states are shown in Figure 5.

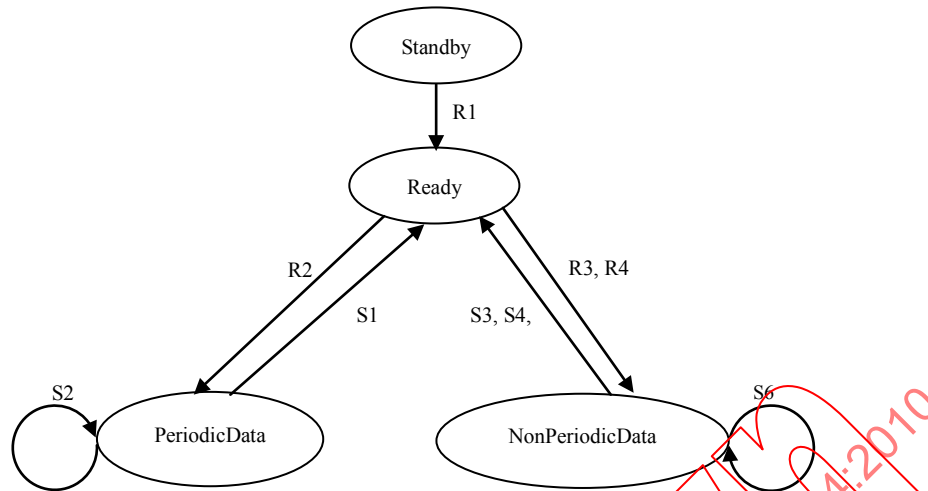


Figure 5 – State transitions of ECSME

5.2 State transitions

5.2.1 Standby

After being powered up, the Type 14 device shall verify all necessary operation parameters. If these parameters have not been configured, the ECSME enters the Standby state until the device is configured.

In *Standby* state, ECSME delivers data between DLS and DLS_User direct without any processing and buffering.

After the configuration of Type 14 Communication Scheduling Management Class of local device is finished, ECSME will enter the *Ready* state automatically, and calculate the time offset from local current time to the starting time of a communication macrocycle (T) according to the following formula:

$$\text{time offset} = \text{MOD}(\text{local current time}, T)$$

Then, the starting time of its first communication macrocycle (T) is:

$$\text{starting time} = \text{current time} + \text{time offset}$$

5.2.2 Ready

In *Ready* state,

- When receiving DLS_User data from the DLS_User, ECSME shall put it into the responding unsent message queue according to its transmission priority;

NOTE 1 ECSME shall establish different queues for DLS_User data to be sent with different priorities.

NOTE 2 The queue with priority 0 should be managed according to the value of SendingTimeOffset corresponding to each DLS_User data.

- When receiving DLPDU from DLE,
 - if the DLPDU is a NonPeriodicDataAnnunciation message, ECSME shall maintain local non-periodic packet transferring management list using the remote IP addresses and transmission priorities from the DLPDUs;
 - for FRT applications, if the DLPDU is a PeriodicData, ECSME shall get DL-management tag in the packet and maintain non-periodic packet transferring

management segment in the Local DL-management tag, then deliver the DLPDU to DLS_User;

— otherwise, ECSME shall deliver the DLPDU to DLS_User direct.

5.2.3 PeriodicDataSending

When the following event of

$$\text{MOD}(\text{Current time}, T) = \text{SendingTimeOffset of periodic packets}$$

is detected, the state of ECSME shall be changed into *PeriodicDataSending*.

In *PeriodicDataSending* state, ECSME deliver the DLS_User data to DLE in order, and DLE transfer them on the network through PhLE, then it shall transmit the NonPeriodicDataAnnunciation message if there is some non-periodic packet to be sent in local device. After doing the above, the state of ECSME is changed to Ready.

For FRT applications, in *PeriodicDataSending* state, ECSME deliver the DLS_User data and DL-management tag to DLE in order, and DLE transfer them on the network through PhLE, then it shall transmit the NonPeriodicDataAnnunciation message if there is some non-periodic packet to be sent in local device. The state of ECSME is changed to Ready after PeriodicData was sent.

5.2.4 NonPeriodicDataSending

When the following event of

$$\text{MOD}(\text{current time}, T) = \text{NonPeriodicDataTransferOffset}$$

is detected, or local ECSME receive the EndofNonPeriodDataSending message from remote device, ECSME enters *NonPeriodicDataSending* state.

In this state,

- if there is no non-periodic DLS_User data – whose priority is not equal to 0 – to be sent in local device, ECSME takes step g), otherwise it takes step b);
- if the priority of the first non-periodic DLS_User data in local device is lower than those in local non-periodic packet transferring management list for remote devices, ECSME takes step g), otherwise it takes step c);
- if the priority of the first non-periodic DLS_User data in local device is higher than those in remote devices, ECSME takes step e), otherwise it takes the next step;
- when the priority of the first non-periodic DLS_User data in local device is equal to at least one of those in remote devices, and this priority is the highest, and if the IP address of local device is larger than that of all other remote devices with the same priority, ECSME takes step g), otherwise it takes the next step;
- if the remaining time of current communication macrocycle is enough to transmit it, ECSME delivers the non-periodic DLS_User data to DLE for sending to the network, then ECSME goes to the next step, otherwise ECSME reserves the data for the next transmission and goes to step g);
- if there is more non-periodic packet to be transmitted, ECSME goes to step b);
- if local device has transmitted at least one non-periodic DLS_User data, ECSME transmits EndofNonPeriodicDataSending annunciation message on the network to notify remote devices;
- the state of ECSMA is changed into Ready state.

For FRT applications, the device that can send non-periodic data is indicated by the DL-Management tag, so step m, n, o, r can be omitted.

5.3 State table

The state transitions of ECSME are illustrated in Table 1.

Table 1 – ECSME state transitions

#	Current state	Event or condition => Actions	Next state
S1	PeriodicDataSending	Epnnon-periodicDataSendingSuc()=1 => NonPeriodicDataAnnunciation()	Ready
S2	PeriodicDataSending	Epnnon-periodicDataSendingSuc()=2 => Epnnon-periodicDataSending()	PeriodicDataSending
S3	NonPeriodicDataSending	NonPeriodicDataSendingSuc()=3 (FirstNonPeriodicDataSending()=TRUE && (NonPeriodicDataPriority()=FALSE NonPeriodicDataTimeEnough()=FALSE)) => (no actions taken)	Ready
S4	NonPeriodicDataSending	NonPeriodicDataSendingSuc()=1 => EndofNonPeriodicDataSending()	Ready
S5	NonPeriodicDataSending	NonPeriodicDataSendingSuc()=2 && (NonPeriodicDataPriority()=FALSE (NonPeriodicDataPriority()=TRUE && NonPeriodicDataTimeEnough()=FALSE)) => NonPeriodicDataAnnunciation()	Ready
S6	NonPeriodicDataSending	NonPeriodicDataPriority()=TRUE && NonPeriodicDataTimeEnough()=TRUE => NonPeriodicDataSending()	NonPeriodicDataSending
R1	Standby	IsDeviceConfigured()=TRUE => CountOffsetTime()	Ready
R2	Ready	DataSendingTiming()=1 => Epnnon-periodicDataSending()	PeriodicDataSending
R3	Ready	DataSendingTiming()=2 => (no actions taken)	NonPeriodicDataSending
R4	Ready	RecEndofNonPeriodicDataSending() =TRUE	NonPeriodicDataSending

#	Current state	Event or condition => Actions	Next state
		=> (no actions taken)	

For FRT applications, S3, S5, R4 can be omitted, and the device that can send non-periodic data is indicated by the DL-Management tag.

5.4 Function descriptions

Table 2 through Table 14 describe the functions referenced by the preceding state transitions table.

5.4.1 NonperiodicDataSendingSuc()

The description of function NonperiodicDataSendingSuc() is illustrated in Table 2.

Table 2 – NonperiodicDataSendingSuc() description

Name	NonperiodicDataSendingSuc()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		data of Unsigned8 data type	
Function	Checks whether all periodic packets have been transmitted in the current Communication Macrocycle: if yes, returns the value of 1; if no, returns the value of 2		

5.4.2 NonperiodicDataAnnunciation()

The description of function NonPeriodicDataAnnunciation() is illustrated in Table 3.

Table 3 – NonperiodicDataAnnunciation() description

Name	NonperiodicDataAnnunciation()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		(none)	
Function	Transmits NonPeriodicDataAnnunciation packet (no actions taken for FRT applications).		

5.4.3 NonperiodicDataSending()

The description of function NonperiodicDataSending() is illustrated in Table 4.

Table 4 – NonperiodicDataSending() description

Name	NonperiodicDataSending()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		(none)	
Function	Transmits periodic packet		

5.4.4 NonperiodicDataSendingSuc()

The description of function NonperiodicDataSendingSuc() is illustrated in Table 5.

Table 5 – NonperiodicDataSendingSuc() description

Name	NonperiodicDataSendingSuc()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		data of Unsigned8 data type	
Function	Checks whether all non-periodic packets have been transmitted in current Communication Macrocycle: if yes, returns the value of 1; if no, returns the value of 2; if none of non-periodic packet needs to be transmitted, returns the value of 3; otherwise, returns the value of zero		

5.4.5 FirstNonperiodicDataSending()

The description of function FirstNonperiodicDataSending() is illustrated in Table 6.

Table 6 – FirstNonperiodicDataSending() description

Name	FirstNonperiodicDataSending()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		TRUE or FALSE	
Function	Checks whether it is the first time to transmit non-periodic packet in current Communication Macrocycle: if yes, returns TRUE; otherwise returns FALSE		

5.4.6 NonperiodicDataPriority()

The description of function NonperiodicDataPriority() is illustrated in Table 7.

Table 7 – NonperiodicDataPriority() description

Name	NonperiodicDataPriority()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		TRUE or FALSE	
Function	Checks whether the priority of non-periodic packet that the local device is ready to transmit is the highest in local non-periodic packet transfer management list. If yes, returns TRUE, otherwise returns FALSE NOTE If the priority of non-periodic packet that local device is ready to transmit is equal to that of one remote device or several remote devices, moreover the priority is the highest in the non-periodic packet transfer management list, however the IP address of local device is larger than that of all other remote devices with the same priority, then still returns FALSE		

5.4.7 NonperiodicDataTimeEnough()

The description of function NonperiodicDataTimeEnough() is illustrated in Table 8.

Table 8 – NonperiodicDataTimeEnough() description

Name	NonperiodicDataTimeEnough ()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		TRUE or FALSE	
Function			
Checks whether the remaining time in current Communication Macrocycle is enough to transmit the non-periodic packet as well as its annunciation message or not. If yes, returns TRUE; otherwise returns FALSE			

5.4.8 NonperiodicDataSending()

The description of function NonPeriodicDataSending() is illustrated in Table 9.

Table 9 – NonperiodicDataSending() description

Name	NonPeriodicDataSending()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		(none)	
Function	Transmits non-periodic packet		

5.4.9 EndOfNonperiodicDataSending()

The description of function EndOfNonperiodicDataSending() is illustrated in Table 10.

Table 10 – EndOfNonperiodicDataSending() description

Name	EndOfNonperiodicDataSending()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		(none)	
Function			
Transmits EndOfNonPeriodicDataSending annunciation packet (no actions taken for FRT applications).			

5.4.10 IsDeviceConfigured()

The description of function IsDeviceConfigured() is illustrated in Table 11.

Table 11 – IsDeviceConfigured() description

Name	IsDeviceConfigured()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		TRUE or FALSE	
Function			
After the local device is powered up, this function is called to check whether the device has been configured or not. If yes, returns TRUE, otherwise returns FALSE.			

5.4.11 CountOffsetTime()

The description of function CountOffsetTime() is illustrated in Table 12.

Table 12 – CountOffsetTime() description

Name	CountOffsetTime()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		Data of Unsigned32 type	
Function			
Calculates MOD(local current time ,T), returns the remainder of Unsigned32 data type, its unit is microsecond.			

5.4.12 DataSendingTiming()

The description of function DataSendingTiming() is illustrated in Table 13.

Table 13 – DataSendingTiming() description

Name	DataSendingTiming()	Used in	ECSME
Input		Output	Data of Unsigned8 type
(none)			
Function			
Calls CountOffsetTime() to get the remainder. If the remainder is equal to the value of SendingTimeOffset, returns the value of 1; if the remainder is equal to the value of NonPeriodicDataTransferOffset, returns the value of 2; otherwise, returns the value of zero.			

5.4.13 RecEndofNonPeriodicDataSending()

The description of function RecEndofNonPeriodicDataSending() is illustrated in Table 14.

Table 14 – RecEndofNonPeriodicDataSending() description

Name	RecEndofNonPeriodicDataSending()	Used in	ECSME
Input		Output	
(none)		TRUE or FALSE	
Function			
Checks whether an EndofNonPeriodicDataSending annunciation packet from the remote device is received or not. If yes, returns TRUE; otherwise returns FALSE. (no actions taken for FRT applications).			

For FRT applications, the device that can send non-periodic data is indicated by the DL-Management tag. If there is no non-periodic data to send, the state of "NonPeriodicDataSending" can be omitted.

6 Structure and encoding of ECSME PDU

6.1 ECSME PDU structure

6.1.1 NonPeriodicDataAnnunciation PDU

The format of NonPeriodicDataAnnunciation PDU is described in Figure 6.

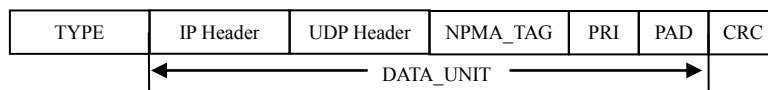


Figure 6 – Format of NonPeriodicDataAnnunciation PDU

TYPE

Protocol type, the length of this field is two octets. Its value is 0x88CB.

IP Header

IP header, the length of this field is 20 octets referring to RFC 791, Internet Protocol (IP).

UDP Header

UDP header, the length of this field is 8 octets referring to RFC 768, User Datagram Protocol (UDP).

NPMA_TAG

NonPeriodicDataAnnunciation PDU identifier, the length of this field is one octet. Its value is 0x20.

PRI

Priority, the length of this field is one octet, the value of this field indicates the priority of the next non-periodic packet, if the value of this field is equal to 0xFF, it is illustrated that no non-periodic packet needs to be transmitted.

PAD

Pad octets, the length of this field is 44 octets, all values of this field are set 0x20.

FCS

Frame check sequence of 4 octets of ISO/IEC 8802-3, sent most significant octet first.

DATA_UNIT

Data unit, the length of this field is 46 octets.

For FRT applications, the device that can send non-periodic data is indicated by the DL-Management tag. If there is no non-periodic data to send, the state of "NonPeriodicDataSending" can be omitted.

6.1.2 EndofNonPeriodicDataSending PDU

The format of EndofNonPeriodicDataSending PDU is described in Figure 7.

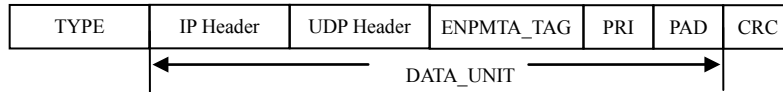


Figure 7 – Format of EndofNonPeriodicDataSending PDU

TYPE

Protocol type, the length of this field is two octets. Its value is 0x88CB.

IP Header

IP header, the length of this field is 20 octets referring to RFC 791, Internet Protocol (IP).

UDP Header

UDP header, the length of this field is 8 octets referring to RFC 768, User Datagram Protocol (UDP).

ENPMTA_TAG

EndofNonPeriodicDataSending PDU identifier, the length of this field is one octet. Its value is 0x21.

PRI

Priority, the length of this field is one octet, indicating the priority of the unsent non-periodic packet. The value of 0xFF indicates that no non-periodic packet needs to be transmitted.

PAD

Pad octets, the length of this field is 44 octets, all values of this field are set 0x20.

FCS

Frame check sequence of 4 octets of ISO/IEC 8802-3, sent most significant octet first.

DATA_UNIT

Data unit, the length of this field is 46 octets.

For FRT applications, "EndofNonPeriodicDataSending" is never used.

6.1.3 Type 14 PDU

The format of Type 14 PDU is described in Figure 8.

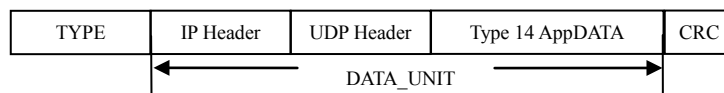


Figure 8 – Format of Type 14 PDU

The format of Type 14 PDU for FRT applications is described in Figure 9.

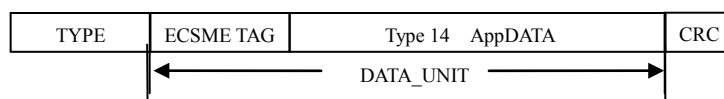


Figure 9 – Format of Type 14 PDU for FRT application

TYPE

Protocol type, the length of this field is two octets. Its value is 0x88CB.

IP Header

IP header, the length of this field is 20 octets referring to RFC 791, Internet Protocol (IP).

UDP Header

UDP header, the length of this field is 8 octets referring to RFC 768, User Datagram Protocol (UDP).

Type 14 AppDATA

Type 14 application layer primitives.

ECSME TAG

DL-management Tag, the length of this field is 12 octets.

FCS

Frame check sequence of 4 octets of ISO/IEC 8802-3, sent most significant octet first.

DATA_UNIT

Data unit, the minimum length of this field is 46 octets.

6.2 Encoding of ECSME packet**6.2.1 Encoding of NonPeriodicDataAnnunciation message**

The encoding of NonPeriodicDataAnnunciation message is described in Table 15.

Table 15 – NonPeriodicDataAnnunciation message encoding

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Number octets	Description
1	Type	Unsigned16	0	2	Protocol type, the value is 0x88CB
2	IP Header	OctetString	2	20	IP header, referring to RFC 791, Internet Protocol (IP)
3	UDP Header	OctetString	22	8	UDP header, referring to RFC 768, User Datagram Protocol(UDP)
2	NPMA_TAG	Unsigned8	30	1	NonPeriodicDataAnnunciation PDU identifier, the value is 0x20
3	PRI	Unsigned8	31	1	Priority, indicates the priority of next non-periodic data to be transmitted; the value of 0xff indicates no non-periodic data need to be transmitted
4	PAD	OctetString	32	44	Pad octets, all values are 0x20
5	CRC	Unsigned32	76	4	Cyclic Redundancy Check value

6.2.2 Encoding of EndofNonPeriodicDataSending message

The encoding of EndofNonPeriodicDataSending Message is described in Table 16.

Table 16 – EndofNonPeriodicDataSending message encoding

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Number octets	Description
1	Type	Unsigned16	0	2	Protocol type,the value is 0x88CB
2	IP Header	OctetString	2	20	IP header, referring to RFC 791, Internet Protocol (IP)
3	UDP Header	OctetString	22	8	UDP header, referring to RFC 768, User Datagram Protocol(UDP)
2	ENPMTA_TAG	Unsigned8	30	1	EndofNonPeriodicDataSending PDU identifier, the value is 0x21
3	PRI	Unsigned8	31	1	Priority, indicates the priority of next non-periodic data to be transmitted; the value of 0xff indicates no non-periodic data need to be transmitted
4	PAD	OctetString	32	44	Pad octets, all values are 0x20
5	CRC	Unsigned32	76	4	Cyclic Redundancy Check value

6.2.3 Encoding of DL-management Tag

The encoding of DL-management Tag is described in Table 17.

Table 17 – Type 14 DL-management Tag encoding

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Number octets	Description
1	PRI	Unsigned8	0	1	Priority, indicates the priority of next non-periodic data to be transmitted; the value of 0xff indicates no non-periodic data need to be transmitted
2	IND	Unsigned8	1	1	Indication, indicates the device which is allowed by the master device to send non-periodic packets
3	Reserved	Unsigned16	2	2	Reserved, the length of this field is two octets, all values of this field are set to 0x20. This field is reserved
4	TimeStamp	TimeDifference	4	8	Timestamp, the length of this field is eight octets, the value of this field indicates the timestamp of last DL-management service is sent.

6.2.4 Encoding of Type 14 message

The encoding of Type 14 message is described in Table 18.

Table 18 – Type 14 message encoding

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Number octets	Description
1	TYPE	Unsigned16	0	2	Protocol type, the value is 0x88CB
2	IP Header	OctetString	2	20	IP header, referring to RFC 791, Internet Protocol (IP)
3	UDP Header	OctetString	22	8	UDP header, referring to RFC 768, User Datagram Protocol (UDP)
4	Type 14 AppDATA	OctetString	30	N	The data of Type 14 application layer, the minimum length is 46 octets
5	CRC	Unsigned32	30+N	4	Cyclic Redundancy Check value

The encoding of Type 14 message for FRT application is described in Table 19.

Table 19 – Type 14 message for FRT application encoding

No.	Parameter name	Data type	Octet offset	Number octets	Description
1	TYPE	Unsigned16	0	2	Protocol type, the value is 0x88CB
2	ECSME Tag	OctetString	2	2	DL-management Tag
3	Type 14 AppDATA	OctetString	4	N	The data of Type 14 application layer, the minimum length is 46 bytes
4	CRC	Unsigned32	4+N	4	Cyclic Redundancy Check value

Bibliography

IEC 61158-3-14:2010¹, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-14:2010¹: Data-link layer service definition – Type 14 elements*

IEC 61158-6-14:2010¹, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-14: Application layer protocol specification – Type 14 elements*

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

IEC 61784-2:2010¹, *Industrial communication networks – Profiles – Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3*

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

ISO 646, *Information technology – ISO 7-bit coded character set for information interchange*

ISO 2375, *Information technology – Procedure for registration of escape sequences and coded character sets*

IETF RFC 792, *Internet Control Message Protocol*

IETF RFC 793, *Transmission Control Protocol*

IETF RFC 826, *An Ethernet Address Resolution Protocol*

IETF RFC 919, *Broadcasting Internet Datagrams*

IETF RFC 922, *Broadcasting Internet Datagrams In the Presence of Subnets*

IETF RFC 959, *File Transfer Protocol (FTP)*

IETF RFC 1112, *Host Extensions for IP Multicasting*

IETF RFC 1157, *A Simple Network Management Protocol (SNMP)*

IETF RFC 1533, *DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions*

IETF RFC 1541, *Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)*

IETF RFC 2030, *Simple Network Time Protocol (SNTP) Version 4 for IPv4, IPv6 and OSI*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-14:2010

Withdrawn

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	36
INTRODUCTION.....	38
1 Domaine d'application	40
1.1 Généralités.....	40
1.2 Spécifications.....	40
1.3 Procédures.....	40
1.4 Applicabilité.....	41
1.5 Conformité	41
2 Références normatives.....	41
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	42
3.1 Termes et définitions du modèle de référence	42
3.2 Termes et définitions de convention de service	44
3.3 Termes de l'ISO/CEI 8802-3.....	45
3.4 Termes et définitions communs	45
3.5 Symboles et abréviations	48
4 Vue d'ensemble du protocole DL	49
4.1 Généralités.....	49
4.2 Services fournis par la DL	51
4.3 Structure de la planification de communication déterministe.....	52
5 Procédure de la planification de communication déterministe	54
5.1 Vue d'ensemble.....	54
5.2 Transitions d'état.....	55
5.3 Table d'états	56
5.4 Descriptions de fonctions	58
6 Structure et codage de la PDU de l'ECSME.....	61
6.1 Structure de la PDU de l'ECSME.....	61
6.2 Codage du paquet de données ECSME.....	65
Bibliographie.....	68
Figure 1 – Relations entre les DLSAP, les adresses DLSAP et les adresses DL de groupe.....	46
Figure 2 – Modèle de communication.....	50
Figure 3 – Identifiant de paquets de Type 14	52
Figure 4 – Planification de communication de partage de temps	53
Figure 5 – Transitions d'états de l'ECSME	54
Figure 6 – Format de la PDU de la fonction NonPeriodicDataAnnunciation	62
Figure 7 – Format de la PDU de la fonction EndofNonPeriodicDataSending.....	63
Figure 8 – Format de la PDU de Type 14	64
Figure 9 – Format de la PDU de Type 14 pour une application FRT	64
Tableau 1 – Transitions d'états de l'ECSME.....	57
Tableau 2 – Description de la fonction Non-periodicDataSendingSuc()	58
Tableau 3 – Description de la fonction NonperiodicDataAnnunciation().....	58
Tableau 4 – Description de la fonction NonperiodicDataSending()	58

Tableau 5 – Description de la fonction NonperiodicDataSendingSuc()	59
Tableau 6 – Description de la fonction FirstNonperiodicDataSending()	59
Tableau 7 – Description de la fonction NonperiodicDataPriority()	59
Tableau 8 – Description de la fonction NonperiodicDataTimeEnough()	60
Tableau 9 – Description de la fonction NonperiodicDataSending()	60
Tableau 10 – Description de la fonction EndOfNonperiodicDataSending()	60
Tableau 11 – Description de la fonction IsDeviceConfigured()	60
Tableau 12 – Description de la fonction CountOffsetTime()	61
Tableau 13 – Description de la fonction DataSendingTiming()	61
Tableau 14 – Description de la fonction RecEndOfNonperiodicDataSending()	61
Tableau 15 – Codage du message NonPeriodicDataAnnunciation	65
Tableau 16 – Codage du message EndofNonPeriodicDataSending	65
Tableau 17 – Codage de la balise de gestion DL de Type 14	66
Tableau 18 – Codage du message de Type 14	66
Tableau 19 – Codage du message de Type 14 pour une application FRT	67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DE BUS DE TERRAIN –

Partie 4-14: Spécification du protocole de couche de liaison de données – Eléments de Type 14

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61158-4-14 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.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition parue en 2007. Cette édition constitue une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont énumérées ci-dessous:

- Indication d'une date de stabilité pour la publication;
- Actualisation des références normatives et de la Bibliographie;
- Corrections des erreurs de mise en forme;
- modifications de spécification pour CPF3;
 - mise à jour des exigences de toutes les classes de conformité;
 - mise à jour des exigences de tous les services de conformité.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

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

- a) guider les implémenteurs et les concepteurs;
- b) réaliser les essais et acquérir l'équipement;
- c) dans le cadre d'un accord d'intégration des systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- d) dans le cadre d'une meilleure compréhension des communications à contrainte de temps au sein de l'OSI.

La présente norme porte en particulier sur la communication et l'interfonctionnement des capteurs, des effecteurs et d'autres dispositifs d'automatisation. Grâce à la présente norme associée à d'autres normes des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, des systèmes par ailleurs incompatibles peuvent fonctionner ensemble, quelle que soit leur combinaison.

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

La commission électrotechnique internationale (CEI) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec le présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet concernant les éléments de Type 14 et éventuellement d'autres types donnés dans le paragraphe 5 comme suit:

CN200410088676.7 [SP] Scheduling method with deterministic communication based on Ethernet

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

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

[SP] Zhejiang SUPCON Technology Co., Ltd.
Dongqin FENG
Liuhe Road 309, Bingjiang District,
Hangzhou, 310053
Chine

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

L'ISO (www.iso.org/patents) et la CEI (http://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) maintiennent à disposition des bases de données en ligne des brevets relatifs à leurs normes. Les utilisateurs sont invités à les consulter pour obtenir les dernières informations relatives à ces brevets.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61158-4-14:2010

Withdrawing

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DE BUS DE TERRAIN –

Partie 4-14: Spécification du protocole de couche de liaison de données – Eléments de Type 14

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

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

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

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

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

1.2 Spécifications

La présente norme spécifie

- a) les procédures de transfert opportun des données et des informations de commande entre une entité utilisateur de liaison de données et une entité utilisateur homologue, et parmi les entités de liaison de données formant le fournisseur de service de liaison de données distribué;
- b) les procédures permettant à toutes les entités DL participantes de communiquer, de manière séquentielle et cyclique dans le cadre d'un transfert déterministe et synchronisé, à intervalles cycliques;
- c) les procédures permettant à la transmission de données à contrainte de temps de communiquer avec une transmission de données sans contrainte de temps, sans préjudice pour la première;
- d) les procédures permettant à la transmission de données à contrainte de temps de communiquer de manière cyclique et acyclique, avec un accès en priorité;
- e) les procédures permettant d'assurer la communication en fonction du contrôle d'accès au support ISO/CEI 8802-3, avec des dispositions relatives aux nœuds à ajouter ou à retirer pendant le fonctionnement normal;
- f) la structure des DLPDU de bus de terrain utilisée par le protocole de la présente norme pour le transfert des données et des informations de commande, et leur représentation sous forme d'unités de données d'interface physique.

1.3 Procédures

Les procédures sont définies en termes

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

- c) d'interactions entre un fournisseur DLS et un fournisseur de service Ph au sein du même système par l'échange de primitives de service Ph.

1.4 Applicabilité

Ces procédures s'appliquent aux instances de communication entre des systèmes qui prennent en charge des services de communications à contrainte de temps dans la couche de liaison de données des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, et qui peuvent être connectées dans un environnement d'interconnexion de systèmes ouverts.

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

1.5 Conformité

La présente norme spécifie également les exigences de conformité relatives aux systèmes mettant en œuvre ces procédures. La présente norme ne comporte aucun essai visant à démontrer la conformité à ces exigences.

2 Références normatives

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

IEC/TR 61158-1:2010¹, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series* (disponible uniquement en anglais)²

IEC 61158-5-14:2010¹, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-14: Application layer service definition – Type 14 elements* (disponible uniquement en anglais)

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

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

ISO/IEC 8802-3, *Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications* (disponible uniquement en anglais)

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

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

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

¹ A publier

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

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

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

3.1 Termes et définitions du modèle de référence

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

3.1.1	adresse DL appelée	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.2	adresse DL appelante	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.3	connexion centralisée à plusieurs extrémités	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.4	entités (N) correspondantes entités DL correspondantes (N=2) entités Ph correspondantes (N=1)	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.5	démultiplexage	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.6	adresse DL	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.7	mappage d'adresse DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.8	connexion DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.9	extrémité de connexion DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.10	identifiant d'extrémité de connexion DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.11	transmission en mode de connexion DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.12	transmission en mode sans connexion DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.13	collecteur de données DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.14	source de données DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.15	transmission duplex DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.16	installation DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.17	vue locale DL	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.18	nom DL	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.19	protocole DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.20	identifiant de connexion de protocole DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.21	informations de commande de protocole DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.22	unité de données de protocole DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.23	identifiant de version de protocole DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.24	relais DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.25	identifiant de connexion de service DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.26	unité de données de service DL	[ISO/CEI 7498-1]

3.1.27	transmission simplex DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.28	sous-système DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.29	données utilisateur DL	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.30	contrôle de flux	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.31	gestion de couche	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.32	multiplexage	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.33	autorité (d'adressage) de dénomination	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.34	domaine (d'adressage) de dénomination	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.35	sous-domaine (d'adressage) de dénomination	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.36	entité (N) entité DL entité Ph	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.37	unité de données d'interface (N) unité de données de service DL (N=2) unité de données d'interface Ph (N=1)	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.38	couche (N) couche DL (N=2)- couche Ph (N=1)	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.39	service (N) service DL (N=2) service Ph (N=1)	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.40	point d'accès au service (N) point d'accès au service DL (N=2) point d'accès au service Ph (N=1)	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.41	adresse de point d'accès au service (N) adresse de point d'accès au service DL (N=2)- adresse de point d'accès au service Ph (N=1)	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.42	entités homologues	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.43	informations de contrôle d'interface Ph	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.44	données d'interface Ph	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.45	nom de primitive	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.46	réassemblage	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.47	recombinaison	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.48	réinitialisation	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.49	adresse DL de réponse	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.50	acheminement	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.51	segmentation	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.52	séquencement	[ISO/CEI 7498-1]

3.1.53	éclatement	[ISO/CEI 7498-1]
3.1.54	nom synonyme	[ISO/CEI 7498-3]
3.1.55	gestion-système	[ISO/CEI 7498-1]

3.2 Termes et définitions de convention de service

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

3.2.1	accepteur
3.2.2	service asymétrique
3.2.3	(primitive de) confirmation; requestor.deliver (primitive)
3.2.4	(primitive de) remise
3.2.5	installation DL confirmée
3.2.6	installation DL
3.2.7	vue locale DL
3.2.8	installation DL obligatoire
3.2.9	installation DL non confirmée
3.2.10	installation DL lancée par le fournisseur
3.2.11	installation DL facultative du fournisseur
3.2.12	primitive de service DL; primitive
3.2.13	fournisseur de service DL
3.2.14	utilisateur de service DL
3.2.15	installation DL facultative de l'utilisateur
3.2.16	(primitive d') indication acceptor.deliver (primitive)
3.2.17	à partenaires multiples
3.2.18	(primitive de) demande; requestor.submit (primitive)
3.2.19	demandeur
3.2.20	(primitive de) réponse; acceptor.submit (primitive)
3.2.21	(primitive de) soumission
3.2.22	service symétrique

3.3 Termes de l'ISO/CEI 8802-3

La présente norme utilise également les termes suivants définis dans l'ISO/CEI 8802-3 tels qu'ils s'appliquent à la couche de liaison de données:

3.3.1 adresse de destination

3.3.2 séquence de contrôle de trame (Frame Check Sequence)

3.3.3 longueur/type

3.3.4 trame MAC

3.3.5 assembleur-désassembleur de paquets

3.3.6 adresse source

3.4 Termes et définitions communs

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

3.4.1

macro-cycle de communication

ensemble de cycles de base nécessaires pour une activité de communication configurée dans un segment de macro réseau

3.4.2

phase de transmission

fraction écoulée d'un cycle, mesurée par rapport à un certain point d'origine fixe

3.4.3

planification de communication

algorithmes et opération de transferts de données se produisant de manière déterministe et reproductible

3.4.4

cyclique

répétitif de manière régulière

3.4.5

DLPDU de données

DLPDU acheminant une DLSDU d'un utilisateur DLS local vers un utilisateur DLS éloigné

3.4.6

instance FB de destination

instance FB de réception des paramètres spécifiés

3.4.7

segment DL, liaison, liaison locale

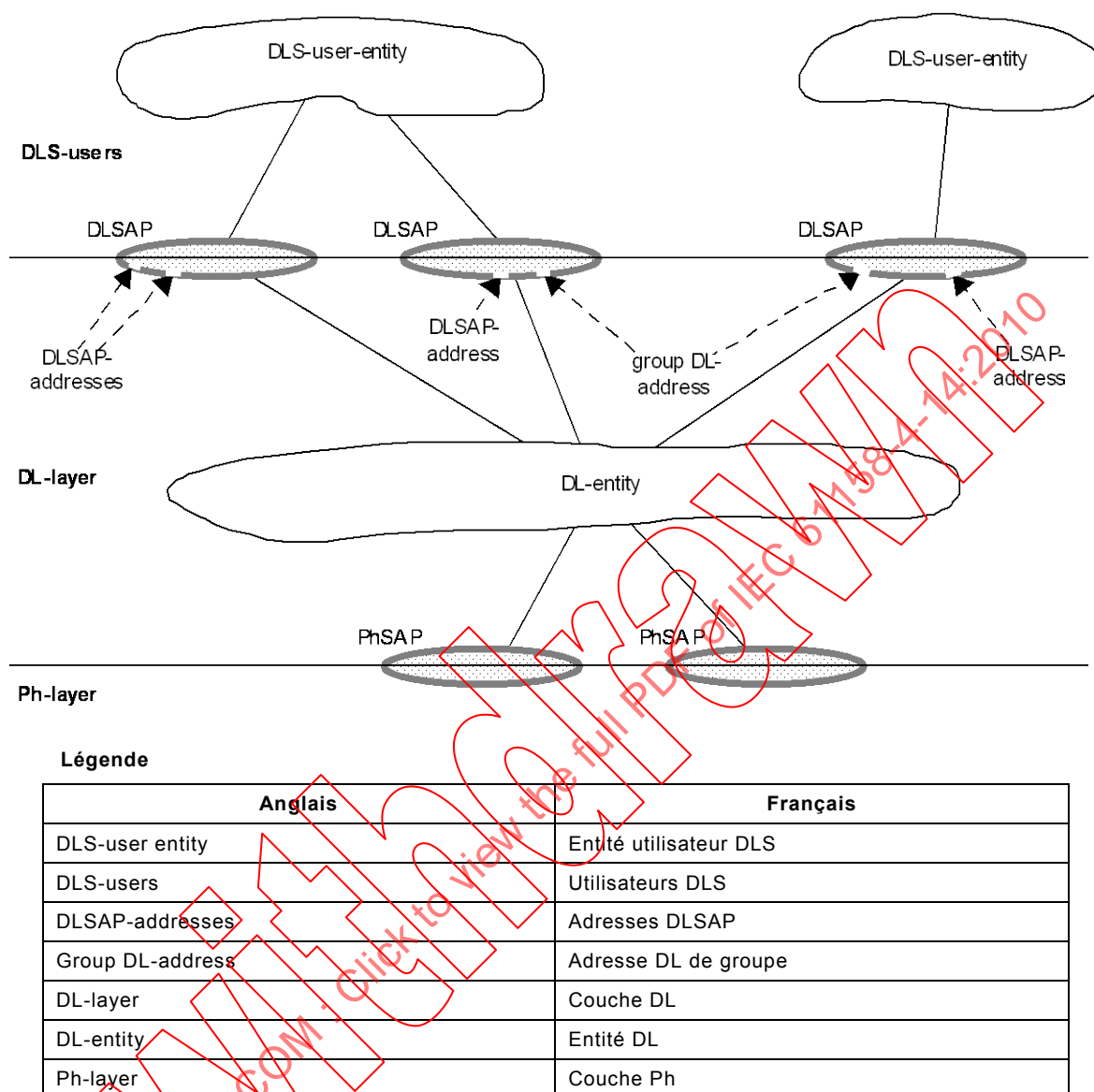
sous-réseau DL unique dans lequel l'une des DLE connectées peut communiquer directement sans l'intervention d'un relais DL, à chaque fois que toutes les DLE participant à une instance de communication sont simultanément attentives au sous-réseau DL pendant la/les période(s) de tentative de communication

3.4.8

DLSAP

point distinctif au niveau duquel des services DL sont fournis par une seule entité DL à une seule entité de couche supérieure.

NOTE Cette définition, déduite de l'ISO/CEI 7498-1, est reprise ici pour faciliter la compréhension de la distinction critique entre les DLSAP et leurs adresses DL. (Voir Figure 1.)



NOTE 1 Les DLSAP et PhSAP sont décrits comme des éléments ovales à cheval sur la limite entre deux couches adjacentes.

NOTE 2 Les adresses DL sont décrites comme désignant de petits écarts (points d'accès) dans la partie DLL d'un DLSAP.

NOTE 3 Une seule entité DL peut comporter plusieurs adresses DLSAP et adresses DL de groupe associées à un seul DLSAP.

Figure 1 – Relations entre les DLSAP, les adresses DLSAP et les adresses DL de groupe

3.4.9

DL(SAP)-address

adresse DLSAP individuelle désignant le DLSAP d'un utilisateur DLS unique ou adresse DL de groupe désignant plusieurs DLSAP, chacun d'eux appartenant à un seul utilisateur DLS.

NOTE Cette terminologie a été choisie car l'ISO/CEI 7498-3 ne permet pas d'utiliser le terme adresse DLSAP pour désigner plusieurs DLSAP uniques d'un seul utilisateur DLS

3.4.10**adresse DLSAP (individuelle)**

adresse DL qui ne désigne qu'un seul DLSAP dans la liaison étendue

NOTE Une entité DL unique peut comporter plusieurs adresses DLSAP avec un seul DLSAP.

3.4.11**liaison étendue**

sous-réseau DL composé du nombre maximal de liaisons interconnectées par des relais DL et partageant un espace de noms DL unique (adresse DL) dans lequel toutes les entités DL connectées peuvent communiquer, soit directement, soit à l'aide d'une ou de plusieurs de ces entités relais

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

3.4.12**erreur FCS**

erreur qui se produit lorsque la valeur de la séquence de contrôle de trame calculée après réception de tous les octets d'une DLPDU ne correspond pas à la valeur résiduelle prévue

3.4.13**trame**

synonyme discrédité de DLPDU

3.4.14**adresse DL de groupe**

adresse DL qui désigne potentiellement plusieurs DLSAP dans la liaison étendue. Une entité DL unique peut comporter plusieurs adresses DL de groupe avec un seul DLSAP. Une entité DL unique peut également comporter une seule adresse DL de groupe avec plusieurs DLSAP

3.4.15**micro segment**

partie d'un réseau sur laquelle est mise en œuvre une planification spéciale

3.4.16**connexion multipoint**

connexion entre un nœud et plusieurs autres nœuds

NOTE Les connexions multipoint permettent de transférer des données d'un éditeur unique vers plusieurs nœuds d'abonnés.

3.4.17**nœud**

entité DL unique telle qu'elle se présente sur une liaison locale

3.4.18**décalage**

nombre d'octets par rapport à une position spécialement désignée

3.4.19**temps réel**

aptitude d'un système à fournir un résultat requis dans un temps limité

3.4.20**communication en temps réel**

transfert de données en temps réel

3.4.21

Ethernet en temps réel (Real-Time Ethernet - RTE)

réseau de type ISO/CEI 8802-3 comprenant une communication en temps réel

NOTE 1 Une autre communication peut être prise en charge, à condition de ne pas compromettre la communication en temps réel.

NOTE 2 Cette définition est dédiée, sans toutefois s'y limiter, à l'ISO/CEI 8802-3. Elle peut s'appliquer à d'autres spécifications IEEE 802, par exemple, IEEE 802.11.

3.4.22

utilisateur DLS destinataire

utilisateur du service DL auquel sont destinées les données utilisateur DL

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

3.4.23

planification

disposition temporelle d'un certain nombre d'opérations liées

3.4.24

macro-cycle de planification

intervalle de temps de mise en oeuvre d'une planification spécifique

3.4.25

utilisateur DLS expéditeur

utilisateur du service DL à la source des données utilisateur DL

3.4.26

décalage horaire

décalage horaire par rapport à une heure spécialement désignée

3.5 Symboles et abréviations

ARP	Protocole de résolution d'adresse (<i>Address Resolution Protocol</i>)
Cnf	Confirmation
CSMA/CD	Accès multiple par surveillance du signal et détection de collision (protocole) (<i>Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection</i>)
DHCP	Protocole de configuration d'hôte dynamique (<i>Dynamic host configuration protocol</i>)
DL-	(comme préfixe) Liaison de données-
DLCEP	Extrémité de connexion de liaison de données (<i>Data-link connection endpoint</i>)
DLL	Couche de liaison de données (<i>Data-link layer</i>)
DLE	Entité de liaison de données (<i>Data-link entity</i>)
DLM	Gestion de liaison de données (<i>Data-link-management</i>)
DLS	Service de liaison de données (<i>Data-link service</i>)
DLSAP	Point d'accès au service de liaison de données (<i>Data-link service access point</i>)
DLSDU	Unité de données de service DL (<i>DL-service-data-unit</i>)
ECSME	Entité de gestion de planification de communication de Type 14 (<i>Type 14 communication scheduling management entity</i>)
EM_	(comme préfixe) gestion de Type 14
FRT	Temps réel rapide (<i>Fast Real-Time</i>)
Ind	Indication

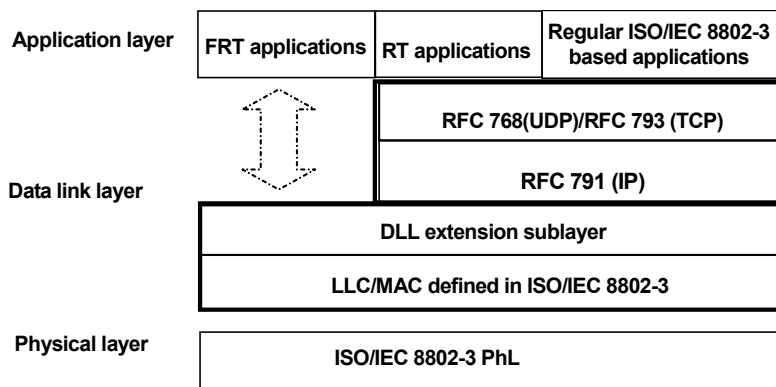
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
IP	Protocole Internet (<i>Internet Protocol</i>)
LLC	Contrôle de liaison logique (<i>Logical link control</i>)
LMP	Protocole de gestion de liaison (<i>Link management protocol</i>)
MAC	Contrôle d'accès au support (<i>Medium access control</i>)
MAU	Unité de connexion au support (<i>Medium attachment unit</i>)
PAD	Assembleur-désassembleur de paquets_(bits)
PDU	Unité de données de protocole (<i>Protocol Data Unit</i>)
Req	Demande
Rsp	Réponse
RTE	Ethernet en temps réel (<i>RT-Ethernet</i>)
RT-Ethernet	Ethernet en temps réel (<i>RT-Ethernet</i>)
SAP	Point d'accès au service (<i>Service access point</i>)
SDU	Unité de données de service (<i>Service data unit</i>)
SME	Entité de gestion de système (<i>System management entity</i>)
SNTP	Protocole de temps de réseau simple (<i>Simple network time protocol</i>)
TCP	Protocole de contrôle de transmission (<i>Protocole TCP</i>)
UDP	Protocole de datagramme utilisateur (<i>User datagram protocol</i>)
.cnf	Primitive de confirmation (<i>Confirm primitive</i>)
.ind	primitive d'indication (<i>Indication primitive</i>)
.req	primitive de demande (<i>Request primitive</i>)
.rsp	primitive de réponse (<i>Response primitive</i>)

4 Vue d'ensemble du protocole DL

4.1 Généralités

4.1.1 Architecture DLL

Selon le modèle de référence de bus de terrain de base défini dans la CEI/TR 61158-1, la DLL de Type 14 est modélisée dans la Figure 2 en tant que couche de liaison de données intégrée avec les sous-couches UDP(TCP), IP, MAC et LLC définies dans l'ISO/CEI 8802-3, et un protocole d'extension défini dans la présente partie de la série CEI 61158, où



Légende

Anglais	Français
Application layer	Couche application
FRT applications	Applications FRT
RT applications	Applications RT
Data link layer	Couche de liaison de données
DLL extension sublayer	Sous-couche d'extension DLL
LLC/MAC defined in ISO/IEC 8802-3	LLC/MAC définis dans l'ISO/CEI 8802-3
Physical layer	Couche physique
ISO/IEC 8802-3 PhL	PhL ISO/CEI 8802-3
Regular ISO/IEC 8802-3 based applications	Applications régulières ISO/CEI 8802-3

Figure 2 – Modèle de communication

- le protocole de contrôle de transfert (TCP) défini dans la norme RFC 793 est appliqué;
- le protocole de datagramme utilisateur (UDP) défini dans la norme RFC 768 est appliqué;
- le protocole Internet (IP) défini dans la norme RFC 791 est appliqué;
- le protocole de contrôle de liaison logique (LLC) défini dans l'ISO/CEI 8802-3 est appliqué;
- le protocole de couche de contrôle d'accès au support (MAC) défini dans l'ISO/CEI 8802-3 est appliqué.

De plus, une sous-couche d'extension DLL est définie comme l'entité de gestion de planification de communication (ECSME) de Type 14 du protocole de liaison de données ISO/CEI 8802-3 destinée à gérer la communication déterministe et la communication régulière.

Cette entité ECSME offre les fonctions suivantes:

- transfert de données transparent entre la DLE et DLS_User spécifié dans l'ISO/CEI 8802-3 sans modification des données;
- réception de DLS_User DATA en provenance de DLS_User et mise en mémoire tampon;
- transfert de DLS_User DATA à la DLE selon un ordre et une priorité donnés. La DLE envoie ces données au réseau Ethernet en utilisant les protocoles définis dans l'ISO/CEI 8802-3;
- transfert des DLPDU décodées de la DLE à DLS_User.

L'ECSME prend en charge deux méthodes de planification de communication, à savoir:

- planification de communication libre concurrentielle basée sur le CSMA/CD;
- communication déterministe basée sur la politique de planification de partage de temps définie ultérieurement.

Lorsque la planification précédente est utilisée, l'ECSME doit transférer directement les données entre DLE et DLS_User sans aucune mise en mémoire tampon ou aucun traitement.

Lorsque le dernier cas k) est appliqué, l'ECSME de chaque dispositif de Type 14 doit transférer DLS_User DATA vers la DLE selon l'ordre de synchronisation et la priorité pré-configurés, la DLE doit traiter les données et les transmettre à la PhL, de manière à éviter toute collision.

4.1.2 Entité de gestion de planification de communication de Type 14 (ECSME)

L'ECSME est l'extension basée sur la LLC définie dans l'ISO/CEI 8802-3. Elle transfère les données entre DLS_User et LLC sans aucune modification.

L'ECSME ne modifie pas les services fournis par la DLL à DLS_User définis dans l'ISO/CEI 8802-3, ainsi que l'interface entre PhL et MAC. Elle prévoit uniquement la gestion de transmission des données DLS_User.

4.1.3 Transaction entre DLL et PhL

Les transactions entre les DLL et PhL définies dans l'ISO/CEI 8802-3 sont appliquées sans aucune modification.

4.1.4 Synchronisation temporelle

La fonction temps de tous les dispositifs de Type 14 doit être synchronisée aux fins de planification de communication (voir CEI 61158-5-14).

4.2 Services fournis par la DL

4.2.1 Présentation générale

La DLL offre des services de transfert de données sans connexion et des services de transfert de données en mode connexion définis dans les protocoles de l'ISO/CEI 8802-3, RFC 791, RFC 768 et RFC 793.

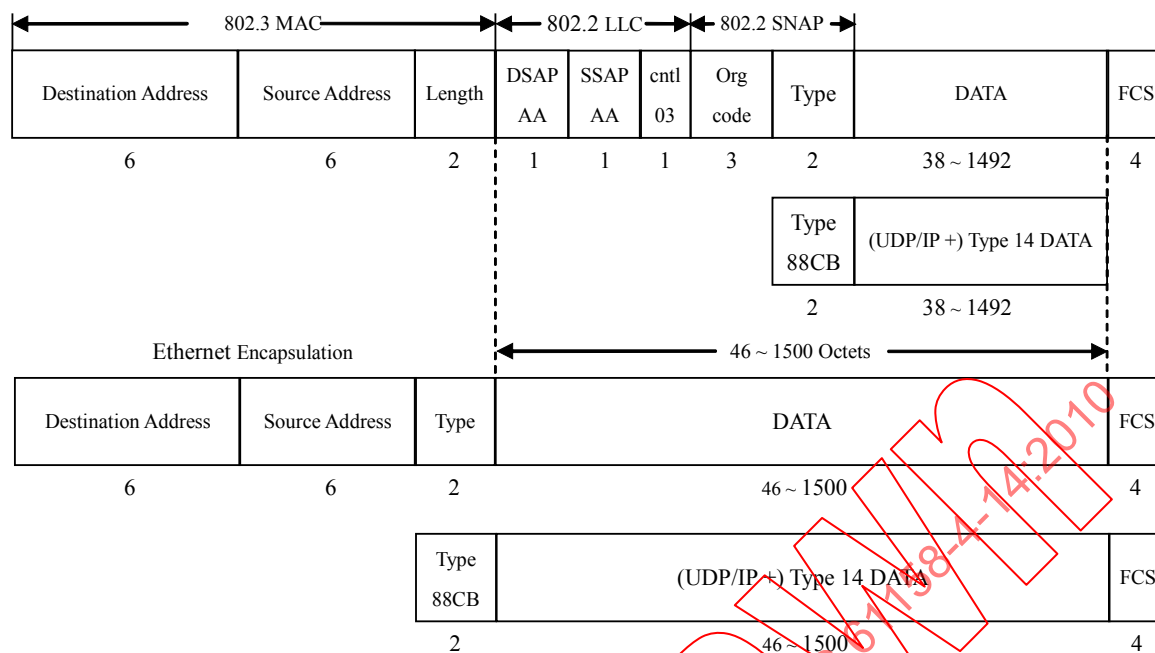
4.2.2 Priorité

Six niveaux de priorité pour la transmission de paquets sont définis dans cette spécification, à savoir 0, 1, 2, 3, 4, 5. Ces niveaux sont associés aux services définis dans la CEI 61158-5-14. La transmission cyclique des DLSDU utilise la priorité maximale, c'est-à-dire 0. Le déroulement d'exécution de ce service planifié de bus de terrain doit être précis et reproductible à 1 ms près pour les applications en temps réel. Les services de priorité maximale sont utilisés avec les protocoles UDP/IP. Dans le cas des applications FRT, le déroulement d'exécution de ce service planifié de bus de terrain doit être précis et reproductible à 1 us près pour une application en temps réel. Les services de priorité maximale sont directement utilisés avec les protocoles DLL.

Les services de priorité basse assurent l'envoi des DLSDU uniquement en fonction des disponibilités. Les données relatives à ces priorités sont envoyées uniquement lorsque toutes les autres priorités de données supérieures ont été envoyées et qu'une opportunité d'envoi est disponible. Pour les applications FRT, seul un dispositif peut envoyer les Nonperiodicdata dans un macro-cycle de communication. Il convient que le dispositif ayant la possibilité d'envoyer les Nonperiodicdata transmette toutes ses données de ce type à moins que la phase de transfert de paquets non périodiques ne se révèle insuffisante.

4.2.3 Identifiant de type Ethernet

Cette spécification adopte une valeur enregistrée de 0x88CB attribuée par l'IANA pour le champ LENGTH/TYPE dans la trame afin d'identifier un paquet de Type 14 (voir Figure 3).



Légende

Anglais	Français
Destination Address	Adresse de destination
Source Address	Adresse source
Length	Longueur
Org code	Code org.
Ethernet Encapsulation	Encapsulation Ethernet

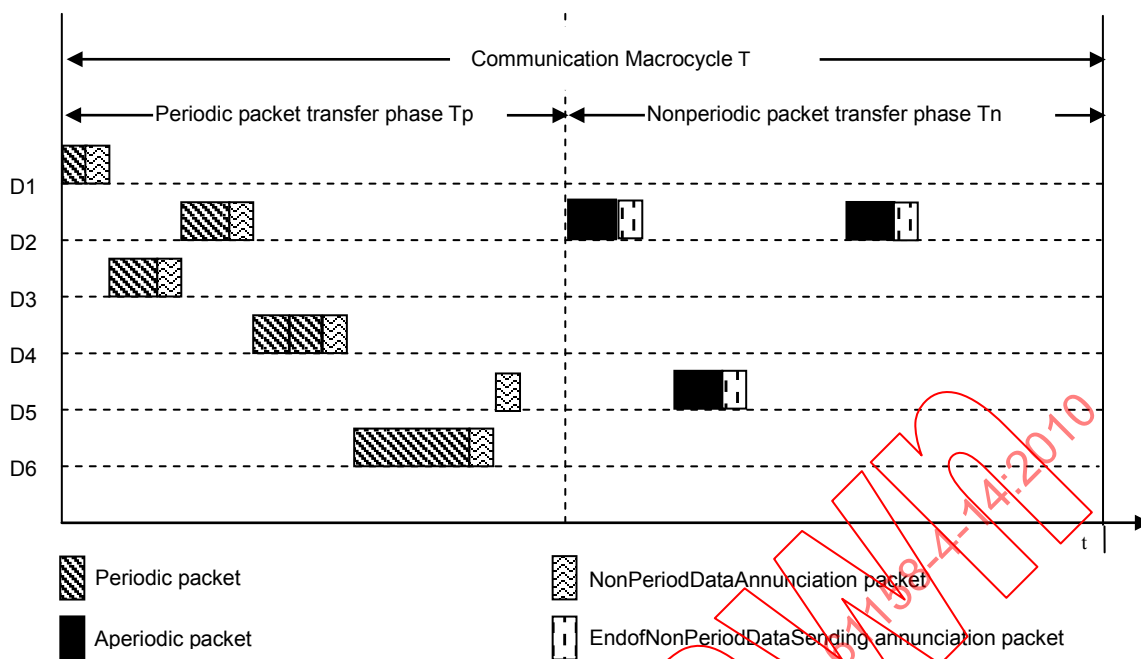
Figure 3 – Identifiant de paquets de Type 14

4.2.4 Synchronisation temporelle

La fonction temps de tous les dispositifs de Type 14 doit être synchronisée aux fins de planification de communication.

4.3 Structure de la planification de communication déterministe

La procédure de communication interne à un micro-segment de Type 14 se répète. Le temps nécessaire à la réalisation d'une procédure de communication est appelé macro-cycle de communication et porte le marquage T. Chaque macro-cycle de communication (T) est divisé en deux phases, à savoir une phase de transfert de paquets périodiques (Tp) et une phase de transfert de paquets non périodiques (Tn) (voir Figure 4).



Légende

Anglais	Français
Communication Macrocycle	Macro-cycle de communication
Periodic packet transfer phase	Phase de transfert de paquets périodiques
Nonperiodic packet transfer phase	Phase de transfert de paquets non périodiques
Periodic packet	Paquet de données périodiques
Aperiodic packet	Paquet de données aperiodiques
NonPeriodDataAnnunciation packet	Paquet de données NonPeriodDataAnnunciation
EndofNonPeriodDataSending annunciation packet	Paquet de données d'indication EndofNonPeriodDataSending

Figure 4 – Planification de communication de partage de temps

Dans la phase de transfert de paquets périodiques (T_p), l'ECSME de chaque dispositif de Type 14 fournit des données DLS_User périodiques à une DLE locale dans un ordre configuré. Cette DLE locale transforme ces données en paquets et les transmet au réseau une fois qu'elle les reçoit.

Les données DLS_User périodiques contiennent les données pertinentes pour les paramètres de processus, telles que les données de mesure et de contrôle devant être transmises de manière périodique à la boucle de commande, ou les données d'entrée/sortie devant faire l'objet d'une actualisation cyclique entre les blocs de fonctions. La priorité d'envoi des données DLS_User périodiques est maximale.

Dans la phase de transfert de paquets non périodiques (T_n), l'ECSME de chaque dispositif de Type 14 fournit des données DLS_User non périodiques à une DLE locale selon leur priorité et l'adresse IP ou l'adresse MAC locale. Cette DLE locale transforme ces données en paquets et les transmet au réseau une fois qu'elle les reçoit.

Les données DLS_User non périodiques contiennent les données qu'il n'est pas nécessaire de transmettre dans chaque macro-cycle. En d'autres termes, les données DLS_User non périodiques ne sont pas produites de manière cyclique. Dans les systèmes de Type 14, les données DLS_User non périodiques sont les primitives de téléchargement amont/aval des programmes, la variable lecture/écriture, la notification d'événements, le rapport de tendance et les données d'application RARP, HTTP, FTP, TFTP, ICMP, IGMP, etc. Dans d'autres cas,

les primitives des services SNTP et DHCP sont considérées comme des données DLS_User non périodiques.

Les données non périodiques sont envoyées selon leur priorité et leur adresse IP ou MAC locale dans des conditions de disponibilité temporelle. En d'autres termes,

- en cas de disponibilité temporelle, le paquet de données non périodiques à priorité haute est transmis en premier;
- lorsque le dispositif local comporte deux paquets de données non périodiques ou plus ayant une priorité identique, le paquet produit en premier est transmis en premier;
- lorsque deux paquets de données non périodiques ou plus sont intégrés à des dispositifs différents, les paquets situés dans les dispositifs ayant une adresse IP plus courte sont transmis en premier.

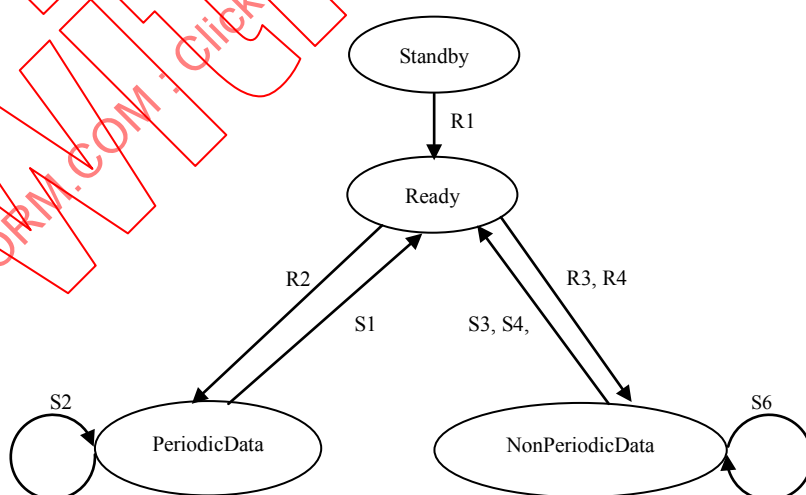
Pour les applications FRT:

- les paquets de gestion DL ne doivent pas être transmis;
- la balise de gestion DL est un segment facultatif des paquets périodiques destiné à indiquer la priorité du paquet de données non périodiques suivant;
- la gestion DL peut être ignorée en l'absence de paquets de données non périodiques à transmettre ou à gérer;
- un seul dispositif peut transmettre des paquets de données non périodiques au cours d'un macro-cycle unique.

5 Procédure de la planification de communication déterministe

5.1 Vue d'ensemble

Le mécanisme de l'ECSME peut être décrit en quatre états différents: En veille (Standby), Prêt (Ready), PeriodicDataSending et NonPeriodicDataSending. Les transitions entre ces quatre états sont présentées à la Figure 5.



Légende

Anglais	Français
Standby	En veille
Ready	Prêt

Figure 5 – Transitions d'états de l'ECSME

5.2 Transitions d'état

5.2.1 En veille

Après mise sous tension, le dispositif de Type 14 doit vérifier tous les paramètres de fonctionnement nécessaires. En l'absence de configuration de ces paramètres, l'ECSME passe à l'état *En veille* jusqu'à ce que le dispositif soit configuré.

A l'état *En veille*, l'ECSME fournit des données entre le DLS et DLS_User directement sans aucun traitement, ni aucune mise en mémoire tampon.

Une fois la configuration de la classe de gestion de planification de communication de Type 14 du dispositif local achevée, l'ECSME passe automatiquement dans l'état *Prêt*, et calcule le décalage horaire entre l'heure locale en cours et l'heure de début d'un macro-cycle de communication (T) selon la formule suivante:

$$\text{décalage horaire} = \text{MOD}(\text{heure locale en cours}, T)$$

Alors, l'heure de début de son premier macro-cycle de communication (T) est définie comme suit:

$$\text{heure de début} = \text{heure en cours} + \text{décalage horaire}$$

5.2.2 Prêt

A l'état *Prêt*,

- Lorsqu'elle reçoit les données du DLS_User, l'ECSME doit les placer dans la file de messages de réponse non transmis selon sa priorité de transmission;

NOTE 1 L'ECSME doit déterminer différentes files dédiées à la transmission des données DLS_User avec des priorités différentes.

NOTE 2 Il convient de gérer la file de priorité 0 selon la valeur de SendingTimeOffset correspondant à chaque donnée DLS_User.

- Lors de la réception d'une DLPDU transmise par une DLE,
 - si la DLPDU est un message NonPeriodicDataAnnunciation, l'ECSME doit conserver une liste de gestion de transfert de paquets de données non périodiques, en utilisant les adresses IP à distance et les priorités de transmission issues des DLPDU;
 - pour les applications FRT, si la DLPDU est un message PeriodicData, l'ECSME doit placer la balise de gestion DL dans le paquet de données et maintenir le segment de gestion de transfert de paquets non périodiques dans la balise de gestion DL locale, puis fournir la DLPDU au DLS_User;
 - à défaut, l'ECSME doit fournir directement la DLPDU au DLS_User.

5.2.3 PeriodicDataSending

Lors de la détection de l'événement suivant

$$\text{MOD}(\text{Heure en cours}, T) = \text{SendingTimeOffset des paquets de données périodiques}$$

l'état de l'ECSME doit passer à l'état *PeriodicDataSending*.

A l'état *PeriodicDataSending*, l'ECSME fournit à la DLE les données DLS_User dans l'ordre de priorité, la DLE transférant pour sa part les données sur le réseau via la PhLE. Elle doit ensuite transmettre le message NonPeriodicDataAnnunciation si certains paquets de données non périodiques doivent être transmis au dispositif local. Une fois exécutée la phase susmentionnée, l'état de l'ECSME passe à l'état *Prêt*.