IEC 61158-4-11

Edition 3.0 2014-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-11: Data-link layer protocol specification – Type 11 elements

Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 4-11: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Eléments de type 11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE XH
CODE PRIX

ICS 25.040.40; 35.100.20; 35.110

ISBN 978-2-8322-1723-8

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 9
1 Scope 11
1.1 General 11
1.2 Specifications 11
1.3 Procedures 11
1.4 Applicability 12
1.5 Conformance 12
2 Normative references 12
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations 12
3.1 Reference model terms and definitions 12
3.2 Service convention terms and definitions 14
3.3 Terms and definitions 15
3.4 Symbols and abbreviations 19
4 Overview of the DL-protocol 20
4.1 General 20
4.2 Overview of the medium access control 21
4.3 Service assumed from the PhL 22
4.4 DLL architecture 23
4.5 Access control machine and schedule support functions 27
4.6 Local parameters, variables, counters, timers and queues 28
5 General structure and encoding of PhIDU and DLPDU and related elements of procedure 47
5.1 Overview 47
5.2 PhIDU structure and encoding 47
5.3 Common MAC frame structure, encoding and elements of procedure 48
5.4 Elements of the MAC frame 48
5.5 Order of bit transmission 53
5.6 Invalid DLPDU 53
6 DLPDU-specific structure, encoding and elements of procedure 54
6.1 General 54
6.2 Synchronization DLPDU (SYN) 54
6.3 Transmission complete DLPDU (CMP) 60
6.4 In-ring request DLPDU (REQ) 61
6.5 Claim DLPDU (CLM) 63
6.6 Command DLPDU (COM) 64
6.7 Cyclic data and cyclic data with transmission complete DLPDU (DT) and (DT-CMP) 65
6.8 RAS DLPDU (RAS) 67
6.9 Loop repeat request DLPDU (LRR) 68
6.10 Loop diagnosis DLPDU (LPD) 72
7 DLE elements of procedure 72
7.1 DLE elements of procedure for star-architecture 72
7.2 DLE elements of procedure for loop-architecture 96
7.3 Serializer and deserializer 150
7.4 DLL management protocol 150

Bibliography 161

Figure 1 – Relationships of DLSAPs, DLSAP-addresses and group DL-addresses 16
Figure 2 – Basic principle of medium access control 21
Figure 3 – Interaction of PhS primitives to DLE 23
Figure 4 – Data-link layer internal architecture of star-architecture 25
Figure 5 – Data-link layer internal architecture of loop-architecture 27
Figure 6 – Common MAC frame format for DLPDUs 48
Figure 7 – Structure of FC field 49
Figure 8 – Structure of SYN DLPDU 55
Figure 9 – Structure of CMP DLPDU 60
Figure 10 – Structure of REQ DLPDU 61
Figure 11 – Structure of CLM DLPDU 63
Figure 12 – Structure of COM DLPDU 65
Figure 13 – Structure of DT DLPDU 66
Figure 14 – Structure of RAS DLPDU 67
Figure 15 – Structure of User data of loop-architecture 67
Figure 16 – Structure of LRR DLPDU 68
Figure 17 – Open-ring under control 70
Figure 18 – Structure of LPD DLPDU 72
Figure 19 – Overall structure of DLL 73
Figure 20 – DLE state transition 74
Figure 21 – State transition diagram of CTRC 76
Figure 22 – State transition diagram of STRC 79
Figure 23 – State transition diagram of ACM 83
Figure 24 – State transition diagram of RMC sending and send arbitration 91
Figure 25 – State transition diagram of RMC receiving 94
Figure 26 – Overall structure of DLL 97
Figure 27 – DLE state transition 98
Figure 28 – State transition diagram of CTRC 100
Figure 29 – State transition diagram of STRC 104
Figure 30 – State transition diagram of ACM for 100 Mbps operation 108
Figure 31 – State transition diagram of ACM for 1 000 Mbps operation 109
Figure 32 – State transition diagram of RMC for 100 Mbps operation 129
Figure 33 – State transition diagram of RMC for 1 000 Mbps operation 130
Figure 34 – State transition diagram of DLM 153
Figure 35 – State transition diagram of DLM 157

Table 1 – Data-link layer components of star-architecture 24
Table 2 – Data-link layer components of loop-architecture 26
Table 3 – DLE-variables and permissible values of star-architecture 29
Table 4 – Observable variables and their value ranges of star-architecture 31
Table 5 – DLE variables and permissible values of loop-architecture 32
Table 6 – Observable variables and their value ranges of loop-architecture 35
Table 7 – F-type: DLPDU type 50
Table 8 – FCS length, polynomials and constants 51
Table 9 – PN-parameter: 3rd octet 55
Table 10 – Structure of CW: 4th octet 56
Table 11 – PM parameter 56
Table 12 – RMSEL parameter 56
Table 13 – Structure of CW: 4th octet 57
Table 14 – ST-parameter: 5th octet 57
Table 15 – Th-parameter: 6th, 7th and 8th octets 57
Table 16 – Tm-parameter: 9th and 10th octets 58
Table 17 – Ts-parameter: 11th and 12th octet 58
Table 18 – Tl parameter: 13th and 14th octets 58
Table 19 – LL parameters: 15th to 46th octets 59
Table 20 – NM parameter 61
Table 21 – RN parameter 62
Table 22 – CLM parameter: 4th octet 63
Table 23 – DT parameter: 3rd and 4th octets 66
Table 24 – RAS parameter: 3rd and 4th octets 67
Table 25 – Format of the PS parameter: 3rd octet 69
Table 26 – The value of the PP parameter 69
Table 27 – The value of the send-enable-A/-B 69
Table 28 – The value of the receive-enable-A/-B 69
Table 29 – The value of the forward-enable-A/-B 70
Table 30 – RN parameter: 4th octet 70
Table 31 – Operational condition of the node 71
Table 32 – Primitives exchanged between DLS-user and CTRC 75
Table 33 – Primitives exchanged between CTRC and ACM 75
Table 34 – Parameters used with primitives exchanged between DLS-user and CTRC 76
Table 35 – CTRC state table 77
Table 36 – CTRC functions table 78
Table 37 – Primitives exchanged between DLS-user and STRC 78
Table 38 – Primitives exchanged between STRC and ACM 79
Table 39 – Parameters used with primitives exchanged between DLS-user and STRC 79
Table 40 – STRC state table 80
Table 41 – STRC functions table 81
Table 42 – Primitives exchanged between ACM and RMC 82
Table 43 – Parameters used with primitives exchanged between ACM and RMC 82

Table 44 – Primitives exchanged between ACM and CTRC 82
Table 45 – Parameters used with primitives exchanged between ACM and CTRC 82
Table 46 – Primitives exchanged between ACM and STRC 83
Table 47 – Parameters used with primitives exchanged between ACM and STRC 83
Table 48 – ACM state table 84
Table 49 – ACM function table 89
Table 50 – Primitives exchanged between ACM and RMC 90
Table 51 – Primitives exchanged between RMC and serializer / deserializer 90
Table 52 – Primitives exchanged between RMC and Ph-layer 90
Table 53 – Parameters between RMC and ACM 90
Table 54 – Parameters between RMC and Ph-layer 91
Table 55 – State table of RMC sending 92
Table 56 – State table of RMC send arbitration 93
Table 57 – State table for RMC receiving 94
Table 58 – RMC function table 96
Table 59 – Primitives exchanged between DLS-user and CTRC 99
Table 60 – Primitives exchanged between CTRC and ACM 100
Table 61 – Parameters used with primitives exchanged between DLS-user and CTRC 100
Table 62 – CTRC state table 101
Table 63 – CTRC functions table 102
Table 64 – Primitives exchanged between DLS-user and STRC 103
Table 65 – Primitives exchanged between STRC and ACM 103
Table 66 – Parameters used with primitives exchanged between DLS-user and STRC 103
Table 67 – STRC state table 104
Table 68 – STRC functions table 105
Table 69 – Primitives exchanged between ACM and RMC 106
Table 70 – Parameters used with primitives exchanged between ACM and RMC 106
Table 71 – Primitives exchanged between ACM and CTRC 106
Table 72 – Parameters used with primitives exchanged between ACM and CTRC 106
Table 73 – Primitives exchanged between ACM and STRC 107
Table 74 – Parameters used with primitives exchanged between ACM and STRC 107
Table 75 – ACM state table for 100 Mbps operation 110
Table 76 – ACM state table for 1 000 Mbps operation 117
Table 77 – ACM function table 126
Table 78 – Primitives exchanged between ACM and RMC 127
Table 79 – Primitives exchanged between RMC and Serializer / Deserializer 127
Table 80 – Primitives exchanged between RMS and Ph-layer 127
Table 81 – Parameters between RMC and ACM 128
Table 82 – Parameters between RMC and Serializer / Deserializer, Ph-layer 128
Table 83 – State table of RMC for 100 Mbps operation 130
Table 84 – State table of RMC for 1 000 Mbps operation 140
Table 85 – The RMC function table 150
Table 86 – Primitives exchanged between DLMS-user and DLM 151

Table 87 – Parameters used with primitives exchanged between DL-user and DLM 151
Table 88 – Event-related state change variables 152
Table 89 – DLM state table 153
Table 90 – DLM function table 155
Table 91 – Primitives exchanged between DLMS-user and DLM 156
Table 92 – Parameters used with primitives exchanged between DL-user and DLM 156
Table 93 – Event-related state change variables 157
Table 94 – DLM state table 158
Table 95 – DLM function table 160

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 4-11: Data-link layer protocol specification – Type 11 elements

FOREWORD

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

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

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

International Standard IEC 61158-4-11 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

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

The main changes with respect to the previous edition are addition in the loop (ring)-architecture. More details:

- Subclauses 4.6.1, 4.6.4 and 5.4.6, Clause 6 and 7.2 for the loop-architecture are modified to cover the additional specifications for the higher data rate in the loop-architecture;
- specifications for existing star-architecture are maintained as they are.

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

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

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

This publication has been drafted in accordance with 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.

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.

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

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of patents concerning Type 11 elements and possibly other types given in 4.2, 4.4, 4.5, 5.4, 6.2 to 6.10, 7.1 and 7.2 as follows:

AU 2007320662(B2) [TO] Double ring network system, communication control method thereof, transmission station, and communication control program of double ring network system

ZL 200780042584.7 [TO] Double ring network system, communication control method thereof, transmission station, and communication control program of double ring network system

JP 4991254(B2) [TO] Control method for double-ring network, initializing method for double-ring network, transmission station of double-ring network, restructuring method for abnormality occurrence of double-ring network, network system, control method for network system, transmission station, and program of transmission station

KR 101149837(B1) [TO] Double ring network system, communication control method thereof, transmission station, and communication control program of double ring network system

RU 2420899(C2) [TO] Double-ring network system and method of controlling communication in said network, transmission station and programme for transmission stations

US 8411559(B2 [TO] Double ring network system and communication control method thereof, and transmission station, and program for transmission stations

EP 2093942(A1) [TO] Double ring network system, communication control method thereof, transmission station, and communication control program of double ring network system

US 6711131(B1) [TO] Data transmitting apparatus, network interface apparatus, and data transmitting system

JP 3461954(B2) [TO] Data transmitter

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

The holders of these patent rights have assured the IEC that they are 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 holders of these patent rights is registered with IEC. Information may be obtained from:

[TO] Toshiba Corporation
1, Toshiba -cho
Fuchu-shi
Tokyo 183-8511, Japan
Attention: Intellectual Property Rights Section

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

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

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 4-11: Data-link layer protocol specification – Type 11 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 up to one millisecond;

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

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

IEC 61158-3-11:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-11: Data-link layer service definition – Type 11 elements*

IEC 61158-5-11:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-11: Application layer service definition – Type 11 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 8802-3:2000, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 167
INTRODUCTION 169
1 Domaine d'application 171
1.1 Généralités 171
1.2 Spécifications 171
1.3 Procédures 171
1.4 Applicabilité 172
1.5 Conformité 172
2 Références normatives 172
3 Termes, définitions, symboles et abréviations 173
3.1 Termes et définitions du modèle de référence 173
3.2 Termes et définitions de convention de service 175
3.3 Termes et définitions 176
3.4 Symboles et abréviations 180
4 Présentation du protocole DL 181
4.1 Généralités 181
4.2 Présentation du contrôle d'accès au support 182
4.3 Service supposé provenir de PhL 183
4.4 Architecture DLL 184
4.5 Machine de contrôle d'accès et fonctions de support de planification 189
4.6 Paramètres locaux, variables, compteurs, temporisateurs et files d'attente 189
5 Structure générale et codage de PhIDU et DLPDU et des éléments de procédure connexes 211
5.1 Présentation 211
5.2 Structure PhlDU et codage 211
5.3 Structure, codage et éléments de procédure de la trame MAC commune 211
5.4 Éléments de la trame MAC 212
5.5 Ordre de transmission binaire 217
5.6 DLPDU non valide 217
6 Structure, codage et éléments de procédure spécifiques à la DLPDU 218
6.1 Généralités 218
6.2 DLPDU de synchronisation (SYN) 218
6.3 DLPDU de transmission complète (CMP) 224
6.4 DLPDU de demande dans l'anneau (REQ) 226
6.5 DLPDU de revendication (CLM) 228
6.6 Commande DLPDU (COM) 229
6.7 Données cycliques et données cycliques avec DLPDU de transmission complète (DT) et (DT-CMP) 231
6.8 DLPDU RAS (RAS) 232
6.9 DLPDU de demande de répétition de boucle (LRR) 233
6.10 DLPDU de diagnostic de boucle (LPD) 237
7 Eléments de procédure DLE 238
7.1 Éléments de procédure DLE d'une architecture en étoile 238
7.2 Éléments de procédure DLE d'une architecture en boucle 264
7.3 Convertisseur parallèle-série et convertisseur série-parallèle 319
7.4 Protocole de gestion DLL 319

Bibliographie 330

Figure 1 – Relations des DLSAP, des adresses DLSAP et des adresses DL de groupe 177
Figure 2 – Principe de base du contrôle d'accès au support 182
Figure 3 – Interaction des primitives PhS et de la DLE 184
Figure 4 – Architecture interne de la couche liaison de données de l'architecture en étoile 186
Figure 5 – Architecture interne de la couche liaison de données de l'architecture en boucle 188
Figure 6 – Format de trame MAC commune pour les DLPDU 212
Figure 7 – Structure du champ de contrôle de trame (FC) 214
Figure 8 – Structure de DLPDU SYN 219
Figure 9 – Structure de DLPDU CMP 225
Figure 10 – Structure de DLPDU REQ 226
Figure 11 – Structure de DLPDU CLM 228
Figure 12 – Structure de DLPDU COM 230
Figure 13 – Structure de DLPDU DT 231
Figure 14 – Structure de DLPDU RAS 232
Figure 15 – Structure des données utilisateur de l'architecture en boucle 233
Figure 16 – Structure de DLPDU LRR 234
Figure 17 – Anneau ouvert sous contrôle 236
Figure 18 – Structure de DLPDU LPD 238
Figure 19 – Structure générale de la DLL 239
Figure 20 – Transition d'états DLE 240
Figure 21 – Diagramme de transition d'état de la commande CTRC 243
Figure 22 – Diagramme de transition d'état de la commande STRC 247
Figure 23 – Diagramme de transition d'état de l'ACM 251
Figure 24 – Diagramme de transition d'état de la commande RMC d'envoi et d'arbitrage d'envoi 259
Figure 25 – Diagramme de transition d'état de la commande RMC de réception 262
Figure 26 – Structure générale de la DLL 265
Figure 27 – Transition d'états DLE 266
Figure 28 – Diagramme de transition d'état de la commande CTRC 269
Figure 29 – Diagramme de transition d'état de la commande STRC 272
Figure 30 – Diagramme de transition d'état de la commande ACM pour le fonctionnement à 100 Mbps 277
Figure 31 – Diagramme de transition d'état de la commande ACM pour le fonctionnement à 1 000 Mbps 278
Figure 32 – Diagramme de transition d'état de la commande RMC pour le fonctionnement à 100 Mbps 298
Figure 33 – Diagramme de transition d'état de la commande RMC pour le fonctionnement à 1 000 Mbps 299
Figure 34 – Diagramme de transition d'état de la commande DLM 322
Figure 35 – Diagramme de transition d'état de la commande DLM 327

Tableau 1 – Composants de la couche liaison de données de l'architecture en étoile 185
Tableau 2 – Composants de la couche liaison de données de l'architecture en boucle 187
Tableau 3 – Variables DLE et valeurs admises de l'architecture en étoile 191
Tableau 4 – Variables observables et leurs plages de valeurs de l'architecture en étoile 193
Tableau 5 – Variables DLE et valeurs admises de l'architecture en boucle 194
Tableau 6 – Variables observables et leurs plages de valeurs de l'architecture en boucle 197
Tableau 7 – F-type: Type de DLPDU 214
Tableau 8 – Longueur, polynômes et constantes FCS 215
Tableau 9 – Paramètre PN: 3ème octet 220
Tableau 10 – Structure de CW: 4ème octet 220
Tableau 11 – Paramètre PM 221
Tableau 12 – Paramètre RMSEL 221
Tableau 13 – Structure de CW: 4ème octet 221
Tableau 14 – Paramètre ST: 5ème octet 222
Tableau 15 – Paramètre Th: 6ème, 7ème et 8ème octets 222
Tableau 16 – Paramètre Tm: 9ème et 10ème octets 222
Tableau 17 – Paramètre Ts: 11ème et 12ème octet 223
Tableau 18 – Paramètre TI: 13ème et 14ème octets 223
Tableau 19 – Paramètres LL: 15ème à 46ème octets 224
Tableau 20 – Paramètre NM 226
Tableau 21 – Paramètre RN 227
Tableau 22 – Paramètre CLM: 4ème octet 228
Tableau 23 – Paramètre DT: 3ème et 4ème octets 231
Tableau 24 – Paramètre RAS: 3ème et 4ème octets 232
Tableau 25 – Format du paramètre PS: 3ème octet 234
Tableau 26 – Valeur du paramètre PP 234
Tableau 27 – Valeur des paramètres send-enable-A/-B 235
Tableau 28 – Valeur des paramètres receive-enable-A/-B 235
Tableau 29 – Valeur des paramètres forward-enable-A/-B 235
Tableau 30 – Paramètre RN: 4ème octet 235
Tableau 31 – Etat de fonctionnement du nœud 236
Tableau 32 – Primitives échangées entre l'utilisateur DLS et la commande CTRC 242
Tableau 33 – Primitives échangées entre la commande CTRC et l'ACM 242
Tableau 34 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'utilisateur DLS et la commande CTRC 242
Tableau 35 – Table d'états CTRC 244
Tableau 36 – Table de fonctions CTRC 245
Tableau 37 – Primitives échangées entre l'utilisateur DLS et la commande STRC 246
Tableau 38 – Primitives échangées entre la commande STRC et l'ACM 246
Tableau 39 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'utilisateur DLS et la commande STRC 246
Tableau 40 – Table d'états STRC 247

Tableau 41 – Table de fonctions STRC 248
Tableau 42 – Primitives échangées entre l'ACM et la commande RMC 249
Tableau 43 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'ACM et la commande RMC 249
Tableau 44 – Primitives échangées entre l'ACM et la commande CTRC 249
Tableau 45 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'ACM et la commande CTRC 250
Tableau 46 – Primitives échangées entre l'ACM et la commande STRC 250
Tableau 47 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'ACM et la commande STRC 250
Tableau 48 – Table d'états ACM 252
Tableau 49 – Table de fonctions ACM 256
Tableau 50 – Primitives échangées entre l'ACM et la commande RMC 257
Tableau 51 – Primitives échangées entre la commande RMC et le convertisseur parallèle-série/série-parallèle 258
Tableau 52 – Primitives échangées entre la commande RMC et la couche Ph 258
Tableau 53 – Paramètres entre la commande RMC et l'ACM 258
Tableau 54 – Paramètres entre la commande RMC et la couche Ph 258
Tableau 55 – Table d'états de la commande RMC d'envoi 260
Tableau 56 – Table d'états de la commande RMC d'arbitrage d'envoi 261
Tableau 57 – Table d'états de la commande RMC de réception 262
Tableau 58 – Table de fonctions RMC 264
Tableau 59 – Primitives échangées entre l'utilisateur DLS et la commande CTRC 268
Tableau 60 – Primitives échangées entre la commande CTRC et l'ACM 268
Tableau 61 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'utilisateur DLS et la commande CTRC 269
Tableau 62 – Table d'états CTRC 269
Tableau 63 – Table de fonctions CTRC 270
Tableau 64 – Primitives échangées entre l'utilisateur DLS et la commande STRC 271
Tableau 65 – Primitives échangées entre la commande STRC et l'ACM 272
Tableau 66 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'utilisateur DLS et la commande STRC 272
Tableau 67 – Table d'états STRC 273
Tableau 68 – Table de fonctions STRC 274
Tableau 69 – Primitives échangées entre l'ACM et la commande RMC 275
Tableau 70 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'ACM et la commande RMC 275
Tableau 71 – Primitives échangées entre l'ACM et la commande CTRC 275
Tableau 72 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'ACM et la commande CTRC 276
Tableau 73 – Primitives échangées entre l'ACM et la commande STRC 276
Tableau 74 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'ACM et la commande STRC 276
Tableau 75 – Table d'états ACM pour le fonctionnement à 100 Mbps 279
Tableau 76 – Table d'états ACM pour le fonctionnement à 1 000 Mbps 286
Tableau 77 – Table de fonctions ACM 295

Tableau 78 – Primitives échangées entre l'ACM et la commande RMC 296
Tableau 79 – Primitives échangées entre la commande RMC et le convertisseur parallèle-série/série-parallèle 296
Tableau 80 – Primitives échangées entre la commande RMS et la couche Ph 297
Tableau 81 – Paramètres entre la commande RMC et l'ACM 297
Tableau 82 – Paramètres entre la commande RMC et le convertisseur parallèle-série / série-parallèle, et la couche Ph 297
Tableau 83 – Table d'états RCM pour le fonctionnement à 100 Mbps 299
Tableau 84 – Table d'états RCM pour le fonctionnement à 1 000 Mbps 309
Tableau 85 – Table de fonctions RMC 319
Tableau 86 – Primitives échangées entre l'utilisateur DLMS et la commande DLM 320
Tableau 87 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'utilisateur DL et la commande DLM 320
Tableau 88 – Variables de changement d'état relatives aux événements 321
Tableau 89 – Table d'états DLM 322
Tableau 90 – Table de fonctions DLM 324
Tableau 91 – Primitives échangées entre l'utilisateur DLMS et la commande DLM 325
Tableau 92 – Paramètres utilisés avec les primitives échangées entre l'utilisateur DL et la commande DLM 325
Tableau 93 – Variables de changement d'état relatives aux événements 326
Tableau 94 – Table d'états DLM 327
Tableau 95 – Table de fonctions DLM 329

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPECIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-11: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Eléments de type 11

AVANT-PROPOS

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

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

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

La Norme internationale CEI 61158-4-11 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

Les modifications majeures par rapport à l'édition précédente sont l'ajout d'une architecture en (anneau) boucle. Plus de détails:

– les Paragraphes 4.6.1, 4.6.4 et 5.4.6, l'Article 6 et 7.2 pour l'architecture en boucle ont été modifiés pour couvrir les spécifications supplémentaires relatives au débit de données plus élevé dans l'architecture en boucle;
– les spécifications relatives à l'architecture en étoile existante sont conservées en l'état.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61158 appartient à la série de normes visant à faciliter l'interconnexion des composants du système d'automatisation. Elle est liée aux autres normes de la série telle que définie par le modèle de référence de bus de terrain « à trois couches » décrit dans la CEI 61158-1.

Le protocole de liaison de données fournit le service de liaison de données en utilisant les services disponibles à partir de la couche physique. La présente norme a pour principal objet de préciser un ensemble de règles de communication, exprimées sous la forme de procédures devant être réalisées par des entités de liaison de données homologues (DLE) au moment de la communication. Ces règles de communication ont pour vocation d'assurer une base de développement solide pour atteindre plusieurs 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 prioritaires (ou 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 appareils 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.

L'attention est attirée sur le fait que 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 à la propriété intellectuelle prévus par les détenteurs de ces droits permet d'utiliser un type de protocole de couche liaison de données particulier avec les protocoles de couche physique et de couche d'application dans les combinaisons de type, comme spécifié explicitement dans les parties relatives au profil. L'utilisation de différents types de protocole dans d'autres combinaisons peut impliquer d'obtenir l'autorisation auprès de leurs détenteurs de droit de propriété intellectuelle respectifs.

La commission électrotechnique internationale (CEI) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec le présent document peut impliquer l'utilisation de brevets relatifs aux éléments de Type 11 et éventuellement aux autres types présentés en 4.2, 4.4, 4.5, 5.4, 6.2 à 6.10, 7.1 et 7.2 comme suit:

AU 2007320662(B2) [TO] Double ring network system, communication control method thereof, transmission station, and communication control program of double ring network system

ZL 200780042584.7 [TO] Double ring network system, communication control method thereof, transmission station, and communication control program of double ring network system

JP 4991254(B2) [TO] Control method for double-ring network, initializing method for double-ring network, transmission station of double-ring network, restructuring method for abnormality occurrence of double-ring network, network system, control method for network system, transmission station, and program of transmission station

KR 101149837(B1) [TO] Double ring network system, communication control method thereof, transmission station, and communication control program of double ring network system

RU 2420899(C2) [TO] Double-ring network system and method of controlling communication in said network, transmission station and programme for transmission stations

US 8411559(B2 [TO] Double ring network system and communication control method thereof, and transmission station, and program for transmission stations

EP 2093942(A1) [TO] Double ring network system, communication control method thereof, transmission station, and communication control program of double ring network system

US 6711131(B1) [TO] Data transmitting apparatus, network interface apparatus, and data transmitting system

JP 3461954(B2) [TO] Data transmitter

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

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

[TO] Toshiba Corporation
1, Toshiba -cho
Fuchu-shi
Tokyo 183-8511, Japan
Attention: Intellectual Property Rights Section

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

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

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPECIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 4-11: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Eléments de type 11

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La couche liaison de données assure la communication de messagerie prioritaire entre les appareils d'un environnement d'automatisation.

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

a) de manière cyclique et synchrone, selon une planification préalablement établie, et

b) de manière cyclique ou acyclique et asynchrone, comme demandé par chaque cycle de chacune de ces entités de liaison de données.

Par conséquent, ce protocole peut se caractériser comme assurant un accès cyclique et acyclique asynchrone, mais avec un redémarrage synchrone de chaque cycle.

1.2 Spécifications

La présente norme spécifie

a) les procédures de transfert 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 d'une milliseconde au maximum;

c) les procédures permettant à la transmission de données prioritaires de communiquer avec une transmission de données non prioritaires, sans préjudice pour la première;

d) les procédures permettant à la transmission de données prioritaires 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 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 prioritaires dans la couche liaison de données des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, et qui peuvent être connectés dans un environnement d'interconnexion de systèmes ouverts.

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

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

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

CEI 61158-3-11:2007, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-11: Définition des services de la couche liaison de données – Eléments de type 11*

IEC 61158-5-11:2007, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-11: Application layer service definition – Type 11 elements* (disponible en anglais seulement)

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

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

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

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