



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) –
Part 3-3: CANopen Consist Network (CCN)**

**Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) –
Partie 3-3: Réseau de rame CANopen (CCN)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XE

ICS 45.060

ISBN 978-2-88912-072-7

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

CONTENTS

FOREWORD.....	10
INTRODUCTION.....	12
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms, definitions and abbreviations	14
3.1 Terms and definitions	14
3.2 Abbreviations	15
3.3 Conventions	15
4 Architecture.....	15
4.1 Content	15
4.2 Logical CANopen-based consist network.....	15
4.3 Network topology.....	16
4.4 Addressing	16
4.5 Data classes	17
5 Physical layer.....	17
5.1 Content	17
5.2 Cabling.....	17
5.3 Connector	17
5.4 Physical medium attachment	19
5.5 Physical signaling.....	19
6 Data Link layer	19
6.1 Content	19
6.2 CANopen data link layer.....	20
7 CANopen application layer	20
7.1 Content	20
7.2 Reference model.....	20
7.3 Field device model	20
7.4 CANopen communication objects	22
7.5 CANopen object dictionary	22
7.6 Predefined CANopen communication objects	24
7.6.1 Content	24
7.6.2 Object 1000 _h : Device type	24
7.6.3 Object 1001 _h : Error register.....	24
7.6.4 Object 1014 _h : COB-ID emergency object.....	24
7.6.5 Object 1017 _h : Heartbeat producer	24
7.6.6 Object 1018 _h : Identity object.....	24
7.6.7 Object 1029 _h : Error behavior	24
7.6.8 Object 67FF _h : Device type.....	25
7.6.9 Service data objects (SDOs).....	25
7.6.10 Process data objects (PDOs).....	25
8 Application data.....	25
8.1 Content	25
8.2 CANopen application data representation.....	25
8.3 Recommended representation principle of application data	25
8.3.1 Content	25

8.3.2	Application data for door control	25
8.3.3	Consumed door control application objects	26
8.3.4	Produced door control application objects	27
9	CANopen network management	29
9.1	Content	29
9.2	CANopen NMT slave functionality	30
9.3	CANopen manager functionality	30
9.3.1	General	30
9.3.2	Object dictionary usage	31
9.3.3	Redundant networks	31
9.4	CANopen NMT start-up	32
9.4.1	NMT startup	32
9.4.2	NMT startup simple	35
9.4.3	Start process boot NMT slave	36
9.5	Boot NMT slave	37
9.5.1	Check configuration	42
9.5.2	Check NMT state	43
9.5.3	NMT flying master start up	43
9.5.4	Error status	44
9.6	Error control	45
9.6.1	Start error control	45
9.6.2	Error handler	46
9.6.3	Startup handler	47
9.7	Additional NMT master services and protocols	47
9.8	Object dictionary entries	47
9.8.1	Object 1020 _h : Verify configuration	47
9.8.2	Object 102A _h : NMT inhibit time	48
9.8.3	Object 1F20 _h : Store DCF	49
9.8.4	Object 1F22 _h : Concise DCF	50
9.8.5	Object 1F26 _h : Expected configuration date	52
9.8.6	Object 1F27 _h : Expected configuration time	53
9.8.7	Object 1F80 _h : NMT startup	54
9.8.8	Object 1F81 _h : NMT slave assignment	56
9.8.9	Object 1F82 _h : Request NMT	58
9.8.10	Object 1F83 _h : Request node guarding	61
9.8.11	Object 1F84 _h : Device type identification	63
9.8.12	Object 1F85 _h : Vendor identification	64
9.8.13	Object 1F86 _h : Product code	65
9.8.14	Object 1F87 _h : Revision number	66
9.8.15	Object 1F88 _h : Serial number	67
9.8.16	Object 1F89 _h : Boot time	68
9.8.17	Object 1F8A _h : Restore configuration	69
9.8.18	Object 1F91 _h : Self starting nodes timing parameters	70
10	Gateway functions	71
10.1	Content	71
10.2	Gateway architecture	72
10.3	General principles and services	73
10.3.1	Content	73
10.3.2	Gateway class definitions	73

10.3.3	Service primitives definitions	73
10.4	Network access service specification.....	73
10.4.1	SDO access services.....	73
10.4.2	PDO access services.....	75
10.4.3	CANopen NMT services.....	78
10.4.4	Device failure management services	81
10.4.5	CANopen interface configuration services	82
10.4.6	Gateway management services	84
10.4.7	Manufacturer-specific services	85
10.5	ASCII mapping of network access services	85
10.5.1	Content	85
10.5.2	Definitions	86
10.5.3	Network access command specification.....	89
11	Train network management	97
11.1	Content	97
11.2	Manager, Agents and interfaces (informative).....	98
11.3	Management message protocol (informative)	98
11.4	Object interfaces (informative).....	98
11.5	CANopen-specific management services	98
11.5.1	General	98
11.5.2	Agent interfaces on a Station connected to CANopen consist network	98
11.5.3	Management message structure for CANopen consist networks	99
11.5.4	Notation for the CANopen specific SIF_codes	99
11.5.5	Notation for a call CANopen management message	100
11.5.6	Notation for a reply CANopen management message	100
11.5.7	Notation for the TNM CANopen services command codes	100
11.6	TNM CANopen services	101
11.6.1	Content	101
11.6.2	Call_Write_CANopen_Command (with reservation)	101
11.6.3	Reply_Write_CANopen_Command (with reservation)	102
11.6.4	Call_Read_CANopen_Command (without reservation)	102
11.6.5	Reply_Read_CANopen_Command (without reservation).....	103
12	CANopen management message data handling.....	103
12.1	General.....	103
12.2	Message data format.....	105
12.3	Requirements for message data communication within CANopen networks	105
12.4	Object 1F78 _n : CANopen message data reception	106
13	Conformance testing	107
	Bibliography.....	108
	Figure 1 – Logical network architecture of the consist network.....	16
	Figure 2 – Network topology of CANopen-based consist network.....	16
	Figure 3 – 9-pin D-sub connector.....	18
	Figure 4 – 5-pin micro style connector	18
	Figure 5 – Field device model.....	20
	Figure 6 – Minimum field device.....	21
	Figure 7 – CANopen device structure.....	22

Figure 8 – Structure of the device type object	24
Figure 9 – Object structure	26
Figure 10 – Object structure	27
Figure 11 – Object structure	28
Figure 12 – NMT startup, part 1	32
Figure 13 – NMT startup, part 2	34
Figure 14 – NMT startup simple	35
Figure 15 – Start process boot NMT slave	36
Figure 16 – Boot NMT slave, part 1.....	37
Figure 17 – Boot NMT slave, part 2.....	39
Figure 18 – Boot NMT slave, part 3.....	40
Figure 19 – Check configuration	42
Figure 20 – Check NMT state	43
Figure 21 – Start error control.....	45
Figure 22 – Error handler.....	46
Figure 23 – Bootup handler.....	47
Figure 24 – Data stream definition of concise DCF	51
Figure 25 – Object structure	54
Figure 26 – Bit structure of the configuration value	54
Figure 27 – Object structure of the value	56
Figure 28 – Bit structure of the configuration value	57
Figure 29 – Gateway between Train backbone and CANopen consist network	72
Figure 30 – Management messages (informative).....	97
Figure 31 – Agent interface on a CANopen (gateway) station for message data.....	99
Figure 32 – Call_Write_CANopen_Command.....	102
Figure 33 – Reply_Write_CANopen_Command	102
Figure 34 – Call_Read_CANopen_Command (without reservation)	103
Figure 35 – Reply_Read_CANopen_command (without reservation).....	103
Figure 36 – CANopen device capable to handle TNM management messages.....	104
Figure 37 – Message data format comparison.....	105
Table 1 – Pinning for 9-pin D-sub connector	18
Table 2 – Pinning for 5-pin micro style connector.....	19
Table 3 – Bit timing.....	19
Table 4 – CANopen object dictionary structure	23
Table 5 – Value definition	26
Table 6 – Object description	26
Table 7 – Entry description	27
Table 8 – Value definition	27
Table 9 – Object description	27
Table 10 – Entry description	28
Table 11 – Value definition	29
Table 12 – Object description	29

Table 13 – Entry description	29
Table 14 – Error status	44
Table 15 – Object description	48
Table 16 – Entry description	48
Table 17 – Object description	49
Table 18 – Entry description	49
Table 19 – Object description	49
Table 20 – Entry description	50
Table 21 – Object description	51
Table 22 – Entry description	52
Table 23 – Object description	52
Table 24 – Entry description	53
Table 25 – Object description	53
Table 26 – Entry description	54
Table 27 – Value NMT master (bit: 0)	55
Table 28 – Value Start all nodes (bit: 1)	55
Table 29 – Value NMT master start (bit: 2)	55
Table 30 – Value Start node (bit: 3)	55
Table 31 – Reset all nodes (bit: 4)	55
Table 32 – Flying master (bit: 5)	55
Table 33 – Stop all nodes (bit: 6)	55
Table 34 – Exceptions for NMT start-up capable devices	56
Table 35 – Object description	56
Table 36 – Entry description	56
Table 37 – NMT slave (bit: 0)	57
Table 38 – NMT boot slave (bit: 2)	57
Table 39 – Mandatory (bit: 3)	57
Table 40 – Reset communication (bit: 4)	57
Table 41 – Software version (bit: 5)	57
Table 42 – Software update (bit: 6)	57
Table 43 – Restore (bit: 7)	58
Table 44 – Object description	58
Table 45 – Entry description	58
Table 46 – Value definition	60
Table 47 – Object description	60
Table 48 – Entry description	61
Table 49 – Value definition	62
Table 50 – Object description	62
Table 51 – Entry description	63
Table 52 – Object description	64
Table 53 – Entry description	64
Table 54 – Object description	65
Table 55 – Entry description	65

Table 56 – Object description	66
Table 57 – Entry description	66
Table 58 – Object description	67
Table 59 – Entry description	67
Table 60 – Object description	68
Table 61 – Entry description	68
Table 62 – Object description	69
Table 63 – Entry description	69
Table 64 – Object description	69
Table 65 – Entry description	70
Table 66 – Object description	70
Table 67 – Entry description	71
Table 68 – Upload SDO service	74
Table 69 – Download SDO parameters	75
Table 70 – Configure SDO timeout parameters	75
Table 71 – Configure RPDO service parameters	76
Table 72 – Configure TPDO service parameters	77
Table 73 – Read PDO data service parameters	77
Table 74 – Write PDO data service parameters	78
Table 75 – RPDO received service parameters	78
Table 76 – Start node service parameters	78
Table 77 – Stop node service parameters	79
Table 78 – Set node to pre-operational service parameters	79
Table 79 – Reset node service parameters	79
Table 80 – Reset communication service parameters	80
Table 81 – Enable node guarding service parameters	80
Table 82 – Disable node guarding service parameters	80
Table 83 – Start heartbeat consumer service parameters	81
Table 84 – Disable heartbeat consumer service parameters	81
Table 85 – Error control event received parameters	81
Table 86 – Read device error service parameters	82
Table 87 – Emergency event received service parameters	82
Table 88 – Initialize gateway service parameters	82
Table 89 – Store configuration service parameters	83
Table 90 – Restore configuration service parameters	83
Table 91 – Set heartbeat producer service parameters	83
Table 92 – Set node-ID service parameters	84
Table 93 – Start emergency consumer service parameters	84
Table 94 – Stop emergency consumer service parameters	84
Table 95 – Set default network service parameters	85
Table 96 – Start default node-ID service parameters	85
Table 97 – Get version service parameters	85
Table 98 – Syntax and CANopen data types	86

Table 99 – Command notation in BNF.....	87
Table 100 – Response notation.....	88
Table 101 – Internal error code (InEC).....	88
Table 102 – Notation for event triggered messages	88
Table 103 – Syntax for upload SDO command	89
Table 104 – Examples for upload SDO command	89
Table 105 – Syntax for Download SDO command	89
Table 106 – Examples for download SDO command	89
Table 107 – Syntax for configure SDO timeout command.....	89
Table 108 – Syntax for configure RPDO command.....	90
Table 109 – Examples for configure RPDO command	90
Table 110 – Syntax for configure TPDO command	90
Table 111 – Examples for configure TPDO command.....	90
Table 112 – Syntax for read PDO data command.....	91
Table 113 – Response syntax for read PDO data command.....	91
Table 114 – Syntax for write PDO data command	91
Table 115 – Syntax for RPDO receive command.....	91
Table 116 – Examples RPDO received command	91
Table 117 – Syntax for start node command	91
Table 118 – Syntax for stop node command	92
Table 119 – Syntax set node to pre-operational command.....	92
Table 120 – Syntax reset node command	92
Table 121 – Syntax reset communication command.....	92
Table 122 – Syntax enable node guarding command	92
Table 123 – Syntax disable node guarding command.....	93
Table 124 – Syntax start heartbeat consumer command	93
Table 125 – Syntax disable heartbeat consumer command	93
Table 126 – Syntax for error control event received command	93
Table 127 – Syntax for read device error command	94
Table 128 – Syntax for emergency event received command	94
Table 129 – Syntax for initialize gateway command	94
Table 130 – Bit rate indices	94
Table 131 – Syntax for store configuration command.....	95
Table 132 – Storage specifier	95
Table 133 – Syntax restore configuration command.....	95
Table 134 – Syntax set heartbeat producer command.....	95
Table 135 – Syntax set node-ID command.....	95
Table 136 – Syntax set default network command.....	96
Table 137 – Syntax set default node-ID command	96
Table 138 – Syntax for get version command.....	96
Table 139 – Response syntax for get version command.....	96
Table 140 – Example for get version response.....	97
Table 141 – Management message structure.....	99

Table 142 – CANopen specific SIF_codes	100
Table 143 – Notation for a call CANopen management message	100
Table 144 – Notation for a reply CANopen management message	100
Table 145 – TNM CANopen services command codes (reservation required).....	101
Table 146 – TNM CANopen services command codes (reservation not required)	101
Table 147 – Value definition for Call_Write_CANopen_Command	102
Table 148 – Value definition Reply_Write_CANopen_Command	102
Table 149 – Value definition for Call_Read_CANopen_Command (without reservation)	103
Table 150 – Value definition for Reply_Read_CANopen_Command (without reservation)	103
Table 151 – Object description	106
Table 152 – Entry description	106

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT – TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –

Part 3-3: CANopen Consist Network (CCN)

FOREWORD

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

International Standard IEC 61375-3-3 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

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

FDIS	Report on voting
9/1646/FDIS	9/1670/RVD

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

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

A list of all parts of IEC 61375 series, under the general title *Electronic railway equipment – Train Communication Network (TCN)*, can be found on the IEC website.

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

TCN is an International Standard with the aim of defining interfaces so as to achieve plug-in compatibility:

- a) between equipment located in different vehicles or consists, and
- b) between equipment and devices located within the same vehicle or consist.

One of the key success factors for the deployment of any technology is standardization and ensuring interoperability among various implementations. To facilitate interoperability a conformance test should be implemented.

In this part of IEC 61375, the TCN deals with:

the consist network based on CANopen.

In addition gateway devices between the Train Backbone and the CANopen-based consist network are considered.

This standard is structured into 13 clauses.

ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT – TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –

Part 3-3: CANopen Consist Network (CCN)

1 Scope

This part of IEC 61375 specifies the data communication bus inside consists that are based on CANopen. CANopen was developed for use in, but is not limited to, industrial automation applications. These applications may include devices such as input/output modules, motion controllers, human machine interfaces, sensors, closed-loop controllers, encoders, hydraulic valves or programmable controllers.

In the application field of rail vehicles CANopen networks are utilized to network subsystems in consists such as e.g. brake control system, diesel engine control system and interior or exterior lighting control system. In addition CANopen is utilized as consist network to enable the data exchange between the different subsystems within one single rail vehicle or a group of rail vehicles sharing the same Consist Network.

This part of IEC 61375 applies to all equipment and devices operated on a CANopen-based consist network within TCN architecture as described in IEC 61375-1.

The applicability of this standard to a TCN implementation allows for individual conformance checking of the implementation itself and is a pre-requisite for further interoperability checking between different TCN implementations. In any case, proof of compatibility between Train Backbone and the Consist Network will have to be brought by the supplier.

This part of IEC 61375 applies to the architecture of communication systems in Open trains. In addition it may be applicable to closed trains and multiple unit trains when so agreed between purchaser and supplier.

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.

IEC 61131 (all parts): *Programmable controllers*

IEC 61375-1, ed3, *Electronic railway equipment – Train Communication Network (TCN) – Part 1: General Architecture*

IEC 61375-2-1, *Electronic railway equipment – Train Communication Network (TCN) – Part 2-1: Wire Train Bus (WTB)*

IEC 61375-2-2, *Electronic railway equipment – Train Communication Network (TCN) – Part 2-2: WTB – Wire Train Bus conformance testing*

ISO/IEC 646:1991 *Information technology – ISO 7-bit coded character set for information interchange*

ISO/IEC 9899:1999, *Programming languages – C*

ISO 11898-1:2003, *Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 1: Data link layer and physical signaling*

ISO 11898-2:2003, *Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 2: High-speed medium access unit*

EN 50325-4:2002, *Industrial communication subsystems based on ISO 11898 (CAN) for controller- device interfaces – Part 4: CANopen*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	118
INTRODUCTION.....	120
1 Domaine d'application	121
2 Références normatives.....	121
3 Termes, définitions et abréviations	122
3.1 Termes et définitions	122
3.2 Abréviations	123
3.3 Conventions	123
4 Architecture.....	123
4.1 Teneur	123
4.2 Réseau de rame logique basé sur CANopen	123
4.3 Topologie de réseau.....	124
4.4 Adressage	125
4.5 Classes de données	125
5 Couche physique.....	126
5.1 Teneur	126
5.2 Câblage	126
5.3 Connecteur	126
5.4 Fixation du support physique.....	127
5.5 Signalisation physique.....	128
6 Couche de Liaison de Données	128
6.1 Teneur	128
6.2 Couche de liaison de données CANopen.....	128
7 Couche d'application CANopen	129
7.1 Teneur	129
7.2 Modèle de référence	129
7.3 Modèle de dispositif de terrain.....	129
7.4 Objets de communication CANopen	131
7.5 Dictionnaire d'objets CANopen	131
7.6 Objets de communication CANopen prédéfinis	133
7.6.1 Teneur.....	133
7.6.2 Objet 1000 _h : Type de dispositif.....	133
7.6.3 Objet 1001 _h : Registre d'erreurs	134
7.6.4 Objet 1014 _h : Objet situation critique COB-ID	134
7.6.5 Objet 1017 _h : Producteur de pulsation (heartbeat)	134
7.6.6 Objet 1018 _h : Objet Identité	134
7.6.7 Objet 1029 _h : Comportement à l'erreur	134
7.6.8 Objet 67FF _h : Type de dispositif	134
7.6.9 Objets de données de service (SDO).....	134
7.6.10 Objets de données de processus (PDO)	135
8 Données d'application	135
8.1 Teneur	135
8.2 Représentation des données d'application CANopen.....	135
8.3 Principe de représentation recommandé des données d'application	135
8.3.1 Teneur.....	135

8.3.2	Données d'application pour la commande des portes	135
8.3.3	Objets d'application des commandes des portes utilisées	136
8.3.4	Objets d'application des commandes des portes produites	137
9	Gestion de réseau CANopen	139
9.1	Teneur	139
9.2	Fonctionnalité Esclave NMT CANopen	140
9.3	Fonctionnalité Gestionnaire CANopen	140
9.3.1	Généralités.....	140
9.3.2	Emploi du dictionnaire d'objets	141
9.3.3	Réseaux redondants.....	141
9.4	Démarrage du NMT CANopen	142
9.4.1	Démarrage du NMT	142
9.4.2	Démarrage du NMT simple	148
9.4.3	Démarrage du processus d'initialisation de l'esclave NMT	149
9.5	Initialisation de l'esclave NMT	151
9.5.1	Vérification de la configuration	157
9.5.2	Vérification de l'état NMT	158
9.5.3	Démarrage du maître volant NMT	159
9.5.4	Etat d'erreur	159
9.6	Contrôle d'erreurs	161
9.6.1	Démarrage du contrôle d'erreurs	161
9.6.2	Gestionnaire de traitement d'erreur	162
9.6.3	Gestionnaire de traitement d'initialisation	163
9.7	Services et protocoles de maître NMT supplémentaires	164
9.8	Entrées du dictionnaire d'objets.....	164
9.8.1	Objet 1020 _h : Vérification de configuration.....	164
9.8.2	Objet 102A _h : Temps de blocage NMT	165
9.8.3	Objet 1F20 _h : Enregistrement DCF	166
9.8.4	Objet 1F22 _h : DCF concis	167
9.8.5	Objet 1F26 _h : Date de configuration prévue	169
9.8.6	Objet 1F27 _h : Heure de configuration prévue	170
9.8.7	Objet 1F80 _h : Démarrage du NMT	171
9.8.8	Objet 1F81 _h : Attribution de l'esclave NMT	173
9.8.9	Objet 1F82 _h : Requête NMT	176
9.8.10	Objet 1F83 _h : Requête de protection de nœud.....	178
9.8.11	Objet 1F84 _h : Identification du type de dispositif	180
9.8.12	Objet 1F85 _h : Identification du fournisseur	181
9.8.13	Objet 1F86 _h : Code produit.....	182
9.8.14	Objet 1F87 _h : Numéro de révision.....	183
9.8.15	Objet 1F88 _h : Numéro de série	185
9.8.16	Objet 1F89 _h : Temps d'initialisation	186
9.8.17	Objet 1F8A _h : Restauration de la configuration	186
9.8.18	Objet 1F91 _h : Paramètres de synchronisation de nœuds de démarrage automatique.....	187
10	Fonctions passerelle	189
10.1	Teneur	189
10.2	Architecture de passerelle	189
10.3	Principes généraux et services	191
10.3.1	Teneur.....	191

10.3.2	Définitions des classes de passerelle	191
10.3.3	Définitions des primitives de service	191
10.4	Spécification des services d'accès au réseau	191
10.4.1	Services d'accès SDO	191
10.4.2	Services d'accès PDO	193
10.4.3	Services NMT CANopen	196
10.4.4	Services de gestion de défaillance d'un dispositif	200
10.4.5	Services de configuration d'interface CANopen	200
10.4.6	Services de gestion de la passerelle.....	202
10.4.7	Services spécifiques au fabricant	203
10.5	Mise en correspondance ASCII des services d'accès au réseau	204
10.5.1	Teneur.....	204
10.5.2	Définitions	204
10.5.3	Spécifications des commandes d'accès au réseau.....	208
11	Gestion de réseau de train	216
11.1	Teneur	216
11.2	Gestionnaire, Agents et interfaces (informatif).....	217
11.3	Protocole des messages de gestion (informatif)	217
11.4	Interfaces d'objets (informatif)	217
11.5	Services de gestion spécifiques CANopen.....	217
11.5.1	Généralités.....	217
11.5.2	Interfaces de l'Agent sur une Station connectée à un réseau de rame CANopen.....	218
11.5.3	Structure des messages de gestion pour les réseaux de rame CANopen.....	219
11.5.4	Notation pour les SIF_codes spécifiques CANopen.....	219
11.5.5	Notation pour un message de gestion CANopen d'appel.....	219
11.5.6	Notation pour un message de gestion CANopen de réponse.....	219
11.5.7	Notation pour les codes de commande de services Canopen TNM	220
11.6	Services CANopen TNM.....	221
11.6.1	Teneur.....	221
11.6.2	Call_Write_CANopen_Command (avec réservation)	221
11.6.3	Reply_Write_CANopen_Command (avec réservation)	221
11.6.4	Call_Read_CANopen_Command (sans réservation)	222
11.6.5	Reply_Read_CANopen_Command (sans réservation)	222
12	Traitement des données de messagerie de gestion CANopen	223
12.1	Généralités.....	223
12.2	Format des données de messagerie.....	224
12.3	Exigences relatives à la communication des données de messagerie dans les réseaux CANopen.....	226
12.4	Objet 1F78 _h : Réception des données de messagerie CANopen.....	226
13	Essais de conformité	227
	Bibliographie.....	229
	Figure 1 – Architecture de réseau logique du Réseau de Rame	124
	Figure 2 – Topologie de réseau du Réseau de Rame basé sur CANopen.....	125
	Figure 3 – Connecteur D-sub à 9 broches.....	126
	Figure 4 – Microconnecteur à 5 broches	127

Figure 5 – Modèle de dispositif de terrain	129
Figure 6 – Dispositif de terrain minimal	130
Figure 7 – Structure du dispositif CANopen	131
Figure 8 – Structure d'objet « Type de dispositif »	134
Figure 9 – Structure d'objet.....	136
Figure 10 – Structure d'objet.....	137
Figure 11 – Structure d'objet.....	138
Figure 12 – Démarrage NMT, partie 1	144
Figure 13 – Démarrage NMT, partie 2.....	147
Figure 14 – Démarrage du NMT simple.....	148
Figure 15 – Processus « Démarrer le processus d'initialisation de l'esclave NMT »	149
Figure 16 – Initialisation de l'esclave NMT, partie 1	152
Figure 17 – Initialisation de l'esclave NMT, partie 2	154
Figure 18 – Initialisation de l'esclave NMT, partie 3	156
Figure 19 – Vérification de la configuration	157
Figure 20 – Vérification de l'état NMT	159
Figure 21 – Démarrage du contrôle d'erreurs.....	161
Figure 22 – Gestionnaire de traitement d'erreur	163
Figure 23 – Gestionnaire de traitement d'initialisation	164
Figure 24 – Définition du flux de données d'un DCF concis.....	168
Figure 25 – Structure d'objet.....	171
Figure 26 – Structure de bit de la valeur de configuration	171
Figure 27 – Structure d'objet de la valeur	174
Figure 28 – Structure de bit de la valeur de configuration	174
Figure 29 – Passerelle entre le Réseau Central de Train et le réseau de rame CANopen.....	190
Figure 30 – Messages de gestion (informatif).....	216
Figure 31 – Interface de l'Agent sur une station (passerelle) CANopen pour les données de messagerie	218
Figure 32 – Call_Write_CANopen_Command.....	221
Figure 33 – Reply_Write_CANopen_Command	221
Figure 34 – Call_Read_CANopen_Command (sans réservation).....	222
Figure 35 – Reply_Read_CANopen_Command (sans réservation).....	222
Figure 36 – Dispositif CANopen capable de traiter des messages de gestion TNM	223
Figure 37 – Comparaison des formats de données de messagerie.....	225
Tableau 1 – Brochage du connecteur D-sub à 9 broches	127
Tableau 2 – Brochage du microconnecteur à 5 broches	127
Tableau 3 – Synchronisation des bits.....	128
Tableau 4 – Structure du dictionnaire d'objets CANopen.....	133
Tableau 5 – Définition de valeur	136
Tableau 6 – Description d'objet.....	136
Tableau 7 – Description d'entrée	137
Tableau 8 – Définition de valeur	137

Tableau 9 – Description d’objet.....	137
Tableau 10 – Description d’entrée	138
Tableau 11 – Définition de valeur.....	139
Tableau 12 – Description d’objet.....	139
Tableau 13 – Description d’entrée	139
Tableau 14 – Etat d’erreur	160
Tableau 15 – Description d’objet.....	165
Tableau 16 – Description d’entrée	165
Tableau 17 – Description d’objet.....	166
Tableau 18 – Description d’entrée	166
Tableau 19 – Description d’objet.....	166
Tableau 20 – Description d’entrée	167
Tableau 21 – Description d’objet.....	168
Tableau 22 – Description d’entrée	169
Tableau 23 – Description d’objet.....	169
Tableau 24 – Description d’entrée	170
Tableau 25 – Description d’objet.....	170
Tableau 26 – Description d’entrée	171
Tableau 27 – Valeur Maître NMT (bit: 0)	172
Tableau 28 – Valeur Démarrage de tous les nœuds (bit: 1).....	172
Tableau 29 – Valeur Démarrage du Maître NMT (bit: 2)	172
Tableau 30 – Valeur Démarrage du nœud (bit: 3)	172
Tableau 31 – Initialisation de tous les nœuds (bit: 4)	172
Tableau 32 – Maître volant (bit: 5)	172
Tableau 33 – Arrêt de tous les nœuds (bit: 6)	173
Tableau 34 – Exceptions pour les dispositifs capables de démarrage NMT	173
Tableau 35 – Description d’objet.....	173
Tableau 36 – Description d’entrée	173
Tableau 37 – Esclave NMT (bit: 0)	174
Tableau 38 – Esclave d’initialisation NMT (bit: 2).....	174
Tableau 39 – Obligatoire (bit: 3)	174
Tableau 40 – Initialisation de la communication (bit: 4).....	174
Tableau 41 – Version logicielle (bit: 5)	175
Tableau 42 – Mise à jour du logiciel (bit: 6).....	175
Tableau 43 – Restauration (bit: 7).....	175
Tableau 44 – Description d’objet.....	175
Tableau 45 – Description d’entrée	176
Tableau 46 – Définition de valeur.....	177
Tableau 47 – Description d’objet.....	177
Tableau 48 – Description d’entrée	178
Tableau 49 – Définition de valeur.....	179
Tableau 50 – Description d’objet.....	179
Tableau 51 – Description d’entrée	180

Tableau 52 – Description d’objet.....	181
Tableau 53 – Description d’entrée	181
Tableau 54 – Description d’objet.....	182
Tableau 55 – Description d’entrée	182
Tableau 56 – Description d’objet.....	183
Tableau 57 – Description d’entrée	183
Tableau 58 – Description d’objet.....	184
Tableau 59 – Description d’entrée	184
Tableau 60 – Description d’objet.....	185
Tableau 61 – Description d’entrée	185
Tableau 62 – Description d’objet.....	186
Tableau 63 – Description d’entrée	186
Tableau 64 – Description d’objet.....	187
Tableau 65 – Description d’entrée	187
Tableau 66 – Description d’objet.....	188
Tableau 67 – Description d’entrée	188
Tableau 68 – Service de téléchargement SDO amont	192
Tableau 69 – Paramètres de téléchargement SDO aval	193
Tableau 70 – Paramètres de configuration de temporisation SDO.....	193
Tableau 71 – Paramètres de configuration des services RPDO.....	194
Tableau 72 – Paramètres de configuration des services TPDO	195
Tableau 73 – Paramètres de service de lecture des données PDO	195
Tableau 74 – Paramètres de service d’écriture des données PDO	196
Tableau 75 – Paramètres de service des RPDO reçus	196
Tableau 76 – Paramètres de service de démarrage de nœud.....	196
Tableau 77 – Paramètres de service d’arrêt de nœud	197
Tableau 78 – Paramètres de service de mise du nœud à l’état préopérationnel	197
Tableau 79 – Paramètres de service d’initialisation de nœud	197
Tableau 80 – Paramètres de service d’initialisation de la communication.....	198
Tableau 81 – Paramètres de service d’activation de la protection de nœud	198
Tableau 82 – Paramètres de service de désactivation de la protection de nœud.....	199
Tableau 83 – Paramètres de service de démarrage du consommateur de pulsation	199
Tableau 84 – Paramètres de service de désactivation du consommateur de pulsation	199
Tableau 85 – Paramètres d’événement contrôle d’erreurs reçu	199
Tableau 86 – Paramètres de service de lecture d’erreur de dispositif.....	200
Tableau 87 – Paramètres de service d’événement situation critiquereçu	200
Tableau 88 – Paramètres de service d’initialisation de la passerelle	201
Tableau 89 – Paramètres de service d’enregistrement de configuration	201
Tableau 90 – Paramètres de service de restauration de configuration.....	201
Tableau 91 – Paramètres de service de réglage du producteur de pulsation	201
Tableau 92 – Paramètres de service de réglage de l’indicatif de nœud	202
Tableau 93 – Paramètres de service de démarrage du consommateur de messages de situation critique	202

Tableau 94 – Paramètres de service d’arrêt du consommateur de messages de de situation critique	202
Tableau 95 – Paramètres de service de réglage du réseau par défaut	203
Tableau 96 – Paramètres de service de réglage de l’indicatif de nœud par défaut	203
Tableau 97 – Paramètres de service d’obtention de la version	203
Tableau 98 – Syntaxe et types de données CANopen	205
Tableau 99 – Notation d’une commande au format FBN.....	206
Tableau 100 – Notation d’une réponse.....	207
Tableau 101 – Code d’erreurs internes (InEC)	207
Tableau 102 – Notation applicable aux messages déclenchés par un événement	207
Tableau 103 – Syntaxe d’une commande SDO de téléchargement amont	208
Tableau 104 – Exemples d’une commande SDO de téléchargement amont	208
Tableau 105 – Syntaxe d’une commande SDO de téléchargement aval	208
Tableau 106 – Exemples d’une commande SDO de téléchargement aval.....	208
Tableau 107 – Syntaxe de configuration de la commande de temporisation SDO.....	208
Tableau 108 – Syntaxe de configuration de la commande RPDO	209
Tableau 109 – Exemples de configuration de la commande RPDO	209
Tableau 110 – Syntaxe de configuration de la commande TPDO	209
Tableau 111 – Exemples de configuration de la commande TPDO.....	209
Tableau 112 – Syntaxe de la commande de lecture des données PDO	210
Tableau 113 – Syntaxe de réponse pour la commande de lecture des données PDO.....	210
Tableau 114 – Syntaxe de la commande d’écriture des données PDO	210
Tableau 115 – Syntaxe de la commande RPDO reçu	210
Tableau 116 – Exemples de commande RPDO reçu	210
Tableau 117 – Syntaxe de la commande de démarrage de nœud	210
Tableau 118 – Syntaxe de la commande d’arrêt de nœud.....	211
Tableau 119 – Syntaxe de la commande de mise du nœud à l’état préopérationnel	211
Tableau 120 – Syntaxe de la commande d’initialisation de nœud.....	211
Tableau 121 – Syntaxe de la commande d’initialisation de la communication.....	211
Tableau 122 – Syntaxe de la commande d’activation de la protection de nœud	211
Tableau 123 – Syntaxe de la commande de désactivation de la protection de nœud.....	211
Tableau 124 – Syntaxe de la commande de démarrage du consommateur de pulsation.....	212
Tableau 125 – Syntaxe de la commande de désactivation du consommateur de pulsation.....	212
Tableau 126 – Syntaxe de la commande Evénement contrôle d’erreurs reçu	212
Tableau 127 – Syntaxe de la commande de lecture d’erreur de dispositif.....	212
Tableau 128 – Syntaxe de la commande Evénement situation critique reçu	212
Tableau 129 – Syntaxe de la commande d’initialisation de la passerelle	213
Tableau 130 – Index de débit binaire	213
Tableau 131 – Syntaxe de la commande d’enregistrement de la configuration	213
Tableau 132 – Spécificateur d’enregistrement	214
Tableau 133 – Syntaxe de la commande de restauration de la configuration.....	214
Tableau 134 – Commande de réglage du producteur de pulsation	214
Tableau 135 – Syntaxe de la commande de réglage de l’indicatif de nœud	214

Tableau 136 – Syntaxe de la commande de réglage du réseau par défaut	215
Tableau 137 – Syntaxe de la commande de réglage de l'indicatif de nœud par défaut	215
Tableau 138 – Syntaxe de la commande d'obtention de la version.....	215
Tableau 139 – Syntaxe de réponse de la commande d'obtention de la version	215
Tableau 140 – Exemple de réponse de la commande d'obtention de la version	215
Tableau 141 – Structure des messages de gestion	219
Tableau 142 – SIF_codes spécifiques CANopen	219
Tableau 143 – Notation pour un message de gestion CANopen d'appel.....	219
Tableau 144 – Notation pour un message de gestion CANopen de réponse.....	220
Tableau 145 – Codes de commande de services CANopen TNM (réservation nécessaire).....	220
Tableau 146 – Codes de commande de services CANopen TNM (réservation non nécessaire).....	220
Tableau 147 – Définition de valeur pour Call_Write_CANopen_Command	221
Tableau 148 – Définition de valeur pour Reply_Write_CANopen_Command	222
Tableau 149 – Définition de valeur pour Call_Read_CANopen_Command (sans réservation)	222
Tableau 150 – Définition de valeur pour Reply_Read_CANopen_Command (sans réservation)	223
Tableau 151 – Description d'objet.....	226
Tableau 152 – Description d'entrée.....	227

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRONIQUE FERROVIAIRE – RÉSEAU EMBARQUÉ DE TRAIN (TCN) –

Partie 3-3: Réseau de rame CANopen (CCN)

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.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61375-3-3 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1646/FDIS	9/1670/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 61375, présentées sous le titre général *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN)*, 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

Le TCN est une Norme internationale dont l'objet est de définir les interfaces permettant d'obtenir la compatibilité de connexion:

- a) entre des équipements situés dans des véhicules ou des rames différents, et
- b) entre des équipements et dispositifs situés à l'intérieur du même véhicule ou de la même rame.

Le succès du déploiement d'une technologie repose en partie sur la normalisation et l'interopérabilité des différentes mises en œuvre. Pour faciliter l'interopérabilité, il convient d'effectuer un essai de conformité.

Dans la présente partie de la CEI 61375, le TCN traite:

du Réseau de Rame basé sur CANopen.

De plus, les passerelles situées entre le réseau central de train et le Réseau de Rame basé sur CANopen sont prises en considération.

La présente norme est structurée en 13 articles.

MATÉRIEL ÉLECTRONIQUE FERROVIAIRE – RÉSEAU EMBARQUÉ DE TRAIN (TCN) –

Partie 3-3: Réseau de rame CANopen (CCN)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61375 spécifie les bus de communication de données à l'intérieur des rames basés sur CANopen. CANopen a été développé pour une utilisation dans les applications d'automatisation industrielle, sans toutefois s'y limiter. Ces applications peuvent inclure des dispositifs tels que les modules d'entrée/sortie, contrôleurs de mouvement, interfaces homme-machine, capteurs, contrôleurs en boucle fermée, codeurs, valves hydrauliques ou contrôleurs programmables.

Dans le domaine d'application des véhicules ferroviaires, les réseaux CANopen sont utilisés pour les sous-systèmes de réseaux de rame tels que, par exemple, système de commande de frein, système de commande de moteurs diesels et système de commande d'éclairage intérieur ou extérieur. De plus, CANopen est utilisé comme Réseau de Rame destiné à permettre l'échange de données entre les différents sous-systèmes d'un seul véhicule ferroviaire ou d'un groupe de véhicules ferroviaires qui partagent le même Réseau de Rame.

La présente partie de la CEI 61375 s'applique à tous les équipements et dispositifs utilisés sur un Réseau de Rame basé sur CANopen au sein d'une architecture TCN comme décrit dans la CEI 61375-1.

L'applicabilité de la présente norme à la mise en œuvre d'un TCN permet de procéder à une vérification de conformité individuelle de la mise en œuvre elle-même et constitue une condition préalable à un contrôle approfondi de l'interopérabilité des différentes mises en œuvre du TCN. Dans tous les cas, le fournisseur aura à faire la preuve de la compatibilité entre le Réseau Central de Train et le Réseau de Rame.

La présente partie de la CEI 61375 s'applique à l'architecture des systèmes de communication des trains à composition variable. De plus, elle peut s'appliquer aux trains indéformables et aux trains à unité multiple après accord entre acheteur et fournisseur.

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).

CEI 61131 (toutes les parties), *Automates programmables*

CEI 61375-1, Ed.3, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) – Partie 1: Architecture générale*

CEI 61375-2-1, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) – Partie 2-1: Bus de train filaire (WTB)*

CEI 61375-2-2, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) – Partie 2-2: Bus de train filaire – Essais de conformité*

ISO/CEI 646:1991, *Technologies de l'information – Jeu ISO de caractères codés à 7 éléments pour l'échange d'informations*

ISO/CEI 9899:1999, *Langages de programmation – C*

ISO 11898-1:2003, *Véhicules routiers – Gestionnaire de réseau de communication (CAN) – Partie 1: Couche liaison de données et signalisation physique*

ISO 11898-2:2003, *Véhicules routiers – Gestionnaire de réseau de communication (CAN) – Partie 2: Unité d'accès au support à grande vitesse*

EN 50325-4:2002, *Sous-systèmes de communication industriels basés sur l'ISO 11898 (CAN) pour les interfaces des dispositifs de commande – Partie 4: protocole CANopen*