



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) –
Part 3-4: Ethernet Consist Network (ECN)**

**Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) –
Partie 3-4: Réseau Ethernet de Rame (ECN)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XF

ICS 45.060

ISBN 978-2-8322-1447-3

**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.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references	12
3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions	13
3.1 Terms and definitions.....	13
3.2 Symbols and abbreviated terms	14
3.3 Conventions.....	17
3.3.1 Bit numbering conventions.....	17
3.3.2 Byte order conventions	17
3.3.3 Data types	17
4 Common part.....	18
4.1 General.....	18
4.2 Architecture	18
4.2.1 Network structure	18
4.2.2 Network topology.....	19
4.2.3 End Device classes	20
4.2.4 Network Device types and Consist Switch classes	21
4.3 Data class.....	22
4.4 Functions and services	23
4.5 Redundancy.....	24
4.5.1 General	24
4.5.2 Definitions	25
4.5.3 Redundancy managed at network level.....	25
4.5.4 Redundancy managed at End Device level	26
4.6 Quality of service	27
4.6.1 General	27
4.6.2 Priority level	27
4.6.3 Assignment of priority level.....	28
4.6.4 Consist Switch behavior	28
4.6.5 Ingress rate limiting	28
4.6.6 Egress rate shaping.....	29
4.7 IP address and related definitions	29
4.7.1 Consist Network address	29
4.7.2 Train Network Address	29
4.7.3 Group Address	30
4.7.4 Name resolution and naming definitions	30
4.8 IP address and network configuration management	31
4.8.1 Consist Network address management.....	31
4.8.2 Train network address management	31
4.8.3 Static network configuration parameters	32
4.8.4 DHCP configuration parameters	32
4.8.5 IP address management for TBN redundancy	33
4.9 Network Device interface	34
4.9.1 General	34

4.9.2	Function requirements	34
4.9.3	Performance requirements.....	36
4.9.4	Physical Layer	36
4.9.5	Link Layer.....	39
4.9.6	Network Layer	39
4.9.7	Transport Layer	39
4.9.8	Application layers	40
4.10	End Device interface.....	40
4.10.1	General	40
4.10.2	Physical Layer	42
4.10.3	Link Layer.....	43
4.10.4	Network layer	43
4.10.5	Transport Layer	43
4.10.6	Application layer	43
4.11	Gateway functions	44
4.11.1	WTB gateway functions	44
4.11.2	ETB gateway functions	44
4.12	Network management	45
4.12.1	ECN network management	45
4.12.2	WTB network management.....	45
4.12.3	ETB network management.....	45
5	Conformance test	45
Annex A (informative) Reliability and availability comparison between ECN architectures.....		46
A.1	General.....	46
A.2	Failure cases	46
A.2.1	Definitions	46
A.2.2	Example of failure cases – Linear topology.....	47
A.2.3	Example of failure cases – Parallel networks	48
A.2.4	Example of failure cases – Ring topology	49
A.2.5	Example of failure cases – Ladder topology.....	50
A.3	Redundancy level of ECN architecture	52
A.4	Reliability analysis of redundancy level.....	53
A.5	Redundancy of End Devices	55
Annex B (informative) Railway-Network Address Translation (R-NAT)		57
B.1	General.....	57
B.2	Local Consist subnet IP address	57
B.3	TBN R-NAT.....	58
B.4	Interoperability issue between TBNs	58
Annex C (normative) Transceiver with amplified signals protocol definition		60
C.1	General.....	60
C.2	Type A: Transceiver with amplified signals for Physical Layer based on IEEE 802.3 (10BASE-T).....	60
C.2.1	General	60
C.2.2	Transceiver unit.....	60
C.2.3	Transmission signal characteristics	61
C.2.4	Reception signal characteristics	64
C.3	Type B: Transceiver with amplified signals for Physical Layer based on IEEE 802.3 (100BASE-TX).....	65

C.3.1	General	65
C.3.2	Transceiver unit.....	65
C.3.3	Transmission signal characteristics	66
C.3.4	Reception signal characteristics	66
Annex D (informative)	Ladder topology protocol definition.....	68
D.1	General.....	68
D.2	Architecture of Consist Network Node	68
D.2.1	General	68
D.2.2	Concept of ladder topology	68
D.2.3	Configuration of ladder topology	69
D.2.4	Functional structure of Consist Network Node.....	70
D.2.5	Traffic Store for Process Data.....	72
D.2.6	Redundancy in ladder topology.....	73
D.2.7	Configuration parameters for ladder topology	75
D.2.8	Signal connection for trunk link.....	76
D.2.9	Local link connection	77
D.3	Link Layer.....	77
D.3.1	General	77
D.3.2	MAC – Media Access Control	78
D.3.3	IP address and IP address management.....	101
D.4	Consist Network Node management protocol	101
D.4.1	General	101
D.4.2	Architecture of CNN management.....	102
D.4.3	Individual CNN management information	102
D.4.4	CNN management database	105
D.4.5	Primitives for CNN management protocol	107
D.4.6	Parameters for CNN management protocol.....	107
D.4.7	Timers for CNN management protocol	108
D.4.8	Procedures for CNN management protocol	109
D.4.9	Operation of CNN management machine	112
D.4.10	Port number assignment for CNN management protocol.....	114
D.5	Failure cases in ladder topology.....	115
D.5.1	General	115
D.5.2	Failure cases	115
D.5.3	Restore of the network.....	119
Bibliography.....		120
Figure 1 – Logical view of the ECN		19
Figure 2 – Examples of ECN physical topologies		20
Figure 3 – Example of network components.....		25
Figure 4 – Examples of dual homing		27
Figure 5 – D-coded M12 connector		38
Figure 6 – Logical structure of the gateway between ECN and WTB		44
Figure A.1 – Example of single network component failure		46
Figure A.2 – Example of double network component failures		47
Figure A.3 – Example of a single component failure at a link on linear topology		47
Figure A.4 – Example of a single component failure at an active component on linear topology.....		48

Figure A.5 – Example of a single component failure at a link on parallel networks	48
Figure A.6 – Example of a single component failure at an active component on parallel networks	49
Figure A.7 – Example of a single component failure at a link on ring topology	49
Figure A.8 – Example of a single component failure at an active component on ring topology	50
Figure A.9 – Example of a single component failure at an active component on ring topology (with dual homing ED)	50
Figure A.10 – Example of a single component failure at a link on a ladder topology	51
Figure A.11 – Example of a single component failure at an active component on ladder topology	51
Figure A.12 – Example of double component failures at links on ladder topology	51
Figure A.13 – Example of double component failures at active components on ladder topology (with bypass)	52
Figure A.14 – Example of ECN architecture classified by redundancy level	53
Figure B.1 – Example of ECN local IP range, “shadow” of train IP range for R-NAT	57
Figure B.2 – Example of Railway Network Translation (R-NAT)	58
Figure B.3 – From R-NAT TBN to TBN	59
Figure B.4 – From TBN to R-NAT TBN	59
Figure C.1 – Block diagram of transceiver unit for 10BASE-T MAU	61
Figure C.2 – Differential output voltage test	61
Figure C.3 – Twisted-pair model	62
Figure C.4 – Amplified voltage template	62
Figure C.5 – Amplified transmitter waveform for start of TP_IDL	63
Figure C.6 – Start-of-TP_IDL test load	64
Figure C.7 – Amplified transmitter waveform for link test pulse	64
Figure C.8 – Amplified receiver differential input voltage – narrow pulse	65
Figure C.9 – Amplified receiver differential input voltage – wide pulse	65
Figure C.10 – Block diagram of transceiver unit	66
Figure C.11 – Signal_detect assertion threshold	67
Figure D.1 – Concept of ladder topology	69
Figure D.2 – Configuration of ladder topology	69
Figure D.3 – Basic flows of data frames on trunk links and local links in ladder topology	70
Figure D.4 – Functional structure of Consist Network Node	72
Figure D.5 – Concept of Traffic Store in ladder topology	73
Figure D.6 – Example of configuration of ladder topology	74
Figure D.7 – Block diagram of the transceiver unit for a single twisted pair connection	77
Figure D.8 – Cable connection for a single twisted pair	77
Figure D.9 – Example of CNN number assignment in ladder topology	79
Figure D.10 – Frame format for the commands	80
Figure D.11 – Link establishment between two CNNs	82
Figure D.12 – Link establishment in ladder topology	83
Figure D.13 – Local links between redundant CNNs	83
Figure D.14 – Example of CNN modes	83
Figure D.15 – Structure and primitives of Real Time MAC sub-layer	85

Figure D.16 – TPCM state machine	90
Figure D.17 – ACM state machine.....	93
Figure D.18 – State diagram of USE_TOKEN.....	95
Figure D.19 – Example of sequence of transmission	99
Figure D.20 – Architecture of CNN management.....	102
Figure D.21 – State diagram for CNNMM	113
Figure D.22 – Normal configuration of transmission paths in ladder topology	115
Figure D.23 – Re-configuration of transmission paths with a single link failure in a sub-network.....	116
Figure D.24 – Re-configuration of transmission paths with a single CNN failure in a sub-network	116
Figure D.25 – Re-configuration of transmission paths with double failures of links in a sub-network	117
Figure D.26 – Re-configuration of transmission paths with double failures of links over both sub-networks	117
Figure D.27 – Re-configuration of transmission paths with double failures of CNNs over both sub-networks	118
Figure D.28 – Re-configuration of transmission paths with double failures of a link and a CNN over both sub-networks	118
Figure D.29 – Re-configuration of transmission paths with double failures of a link and a CNN over both sub-networks	119
Table 1 – End Device classes (1).....	21
Table 2 – End Device classes (2).....	21
Table 3 – Network Device types.....	22
Table 4 – Consist Switch classes	22
Table 5 – Data class service parameters	23
Table 6 – Typical values for data class service parameters.....	23
Table 7 – Mapping of priorities to data classes	28
Table 8 – End Device static network configuration parameters.....	32
Table 9 – DHCP options	33
Table 10 – Summary of Network Device interfaces	34
Table 11 – Pinning for D-coded M12 connector.....	38
Table 12 – Summary of End Device interfaces.....	41
Table A.1 – Redundancy level of ECN architecture	52
Table A.2 – Reliability of redundancy level.....	54
Table A.3 – Reliability when common cause failures are considered	54
Table A.4 – Parameters for reliability and availability calculation	55
Table A.5 – Reliability and availability example values.....	55
Table A.6 – Reliability with ED redundancy comparison	56
Table A.7 – Comparison of MTBFs ratios with ED redundancy	56
Table C.1 – Output voltage template table	63
Table C.2 – Twisted pair active output interface.....	66
Table D.1 – Configuration parameters for CNN in sub-network 1	75
Table D.2 – Configuration parameters for CNN in sub-network 2	75

Table D.3 – Configuration_Process_Data_Transmission_Substitute.....	76
Table D.4 – Type_Configuration_Substitute	76
Table D.5 – Signal connection between transceivers (single twisted pair)	77
Table D.6 – CNN number	78
Table D.7 – Contents of the Destination Address field	80
Table D.8 – Contents of the Source Address field	80
Table D.9 – Contents of the Length/Type field	80
Table D.10 – Contents of command and check code fields.....	81
Table D.11 – Contents of the Padding field	81
Table D.12 – CNN mode for CNN in ladder topology	84
Table D.13 – Physical layer primitives	85
Table D.14 – Variables and parameters for real time MAC protocol.....	86
Table D.15 – Frame name	87
Table D.16 – Timers for real time MAC protocol.....	87
Table D.17 – Procedures for real time MAC protocol.....	88
Table D.18 – Events for real time MAC protocol.....	88
Table D.19 – TRRC primitives.....	88
Table D.20 – TRRC operation on acceptance of request primitives	89
Table D.21 – TRRC operation on acceptance of physical indication primitives	89
Table D.22 – State transition table for TPCM	91
Table D.23 – Procedures in TPCM state machine	92
Table D.24 – TPCM primitives	92
Table D.25 – State transition table for ACM	94
Table D.26 – State transition table for USE_TOKEN	96
Table D.27 – Variable for ACM	97
Table D.28 – Configuration parameters for real time MAC.....	97
Table D.29 – Time elements for sequence of transmission.....	99
Table D.30 – Data class service parameters	100
Table D.31 – Notation for IP address fields	101
Table D.32 – Format of individual CNN management information.....	103
Table D.33 – Description of parameters for individual CNN management information.....	104
Table D.34 – Type_Connection_Status	105
Table D.35 – Type_CNN_Flags.....	105
Table D.36 – Type_Ip_Addr_3_4.....	105
Table D.37 – Parameters of CNN management database	106
Table D.38 – Type_Connection_Status_All	106
Table D.39 – Type_Ip_Addr_3_4_All.....	107
Table D.40 – Type_Healthy_Count_All.....	107
Table D.41 – Primitives to the lower protocol layer for CNN management	107
Table D.42 – Parameters for CNN management.....	108
Table D.43 – Timers for CNN management.....	109
Table D.44 – Procedures for CNN management.....	109
Table D.45 – Functions for substitution transmission by detecting bypassed CNN	110

Table D.46 – Functions for substitution transmission by detecting link failure.....	112
Table D.47 – Events for CNN management.....	112
Table D.48 – State transition table for CNNMM.....	114
Table D.49 – Default port number for CNN management protocol	115

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT –
TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –**

Part 3-4: Ethernet Consist Network (ECN)

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 61375-3-4 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
9/1873/FDIS	9/1904/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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This part of IEC 61375 series of international standards specifies the Consist Network based on Ethernet technology, i.e. the Ethernet Consist Network (ECN) within the TCN architecture as defined in IEC 61375-1, and End Devices which can attach to the ECN. In addition gateway services between Train Backbone and ECN are specified.

The general architecture of the TCN (see IEC 61375-1) defines a hierarchical structure with two levels of networks, Train Backbone(s) and Consist Network(s). This hierarchical structure specifies Consist Networks based on different technologies such as MVB, CANopen and ECN interfacing one Train Backbone. ECNs based on different design and implementation may be interfaced to the same Train Backbone reaching the result that the Train Backbone ensures interoperability between Consist Networks with different implementations.

The common part, consisting of Clauses 1 to 4, defines requirements and specifications which are common to all ECN implementations and End Devices and gateways.

The common part defines

- the data communication interface of End Devices connected to the ECN,
- functions and services provided by the ECN to End Devices,
- the gateway functions for data transfer between Train Backbone and the ECN, and
- performances of the ECN.

ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT – TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –

Part 3-4: Ethernet Consist Network (ECN)

1 Scope

This part of IEC 61375 specifies the data communication network inside a Consist based on Ethernet technology, the Ethernet Consist Network (ECN).

The applicability of this part of IEC 61375 to the Consist Network allows for interoperability of individual vehicles within Open Trains in international traffic.

This part of IEC 61375 may be additionally 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 61076-2-101, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Circular connectors – Detail specification for M12 connectors with screw-locking*

IEC 61076-3-104, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-104: Detail specification for 8-way, shielded free and fixed connectors for data transmissions with frequencies up to 1 000 MHz*

IEC 61156-6, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 6: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz – Work area wiring – Sectional specification*

IEC 61375-1, *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 61375-2-5, *Electronic railway equipment – Train Communication Network (TCN) – Part 2-5: Ethernet Train Backbone (ETB)*

IEC 62439 (all parts), *Industrial communication networks – High availability automation networks*

ISO/IEC 7498, *Information technology – Open Systems Interconnection (OSI) – The Basic reference model*

ISO/IEC 8824 (all parts), *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1)*

ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

TIA/EIA-568-B, *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard – Part 1: General Requirements (ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001)*

ANSI X3.263:1995, *EN-Information Technology - Fibre Distributed Data Interface (FDDI) - Token Ring Twisted Pair Physical Layer Medium Dependent (TP-PMD) (order number ANSI INCITS 263)*

IEEE 802.1D, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) Bridges*

IEEE 802.1Q, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Virtual Bridged Local Area Networks*

IEEE 802.3, *IEEE Standard for 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*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	131
INTRODUCTION	133
1 Domaine d'application	134
2 Références normatives	134
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions	135
3.1 Termes et définitions	135
3.2 Symboles et abréviations	136
3.3 Conventions	139
3.3.1 Conventions de numérotation de bit	139
3.3.2 Convention d'ordre des octets	139
3.3.3 Types de données	139
4 Partie commune	140
4.1 Généralités	140
4.2 Architecture	140
4.2.1 Structure du réseau	140
4.2.2 Topologie du réseau	142
4.2.3 Classes d'Équipements Terminaux	144
4.2.4 Types d'Équipements Réseau et classes de Commutateurs de Rame	144
4.3 Classe de données	145
4.4 Fonctions et services	146
4.5 Redondance	147
4.5.1 Généralités	147
4.5.2 Définitions	148
4.5.3 Redondance gérée au niveau du réseau	149
4.5.4 Redondance gérée au niveau de l'Équipement terminal	149
4.6 Qualité de service	150
4.6.1 Généralités	150
4.6.2 Niveau de priorité	150
4.6.3 Affectation du niveau de priorité	151
4.6.4 Comportement du Commutateur Réseau de Rame	151
4.6.5 Limitation du flux d'entrée	151
4.6.6 Lissage du flux de sortie	152
4.7 Adresse IP et définitions connexes	152
4.7.1 Adresse du Réseau de Rame	152
4.7.2 Adresse du Réseau train	153
4.7.3 Adresse de groupe	153
4.7.4 Résolution de nom et règles de nommage	154
4.8 Gestion de la configuration de l'adresse IP et du réseau	154
4.8.1 Gestion de l'adresse du Réseau de Rame	154
4.8.2 Gestion de l'adresse du Réseau train	154
4.8.3 Paramètres de configuration du réseau statique	155
4.8.4 Paramètres de configuration DHCP	155
4.8.5 Gestion de l'adresse IP pour la redondance du TBN	156
4.9 Interface de l'Équipement réseau	157
4.9.1 Généralités	157

4.9.2	Exigences de fonctionnement	157
4.9.3	Exigences de performances	159
4.9.4	Couche Physique	159
4.9.5	Couche Liaison	162
4.9.6	Couche Réseau	163
4.9.7	Couche Transport	163
4.9.8	Couches d'application	163
4.10	Interface de l'Équipement terminal	164
4.10.1	Généralités	164
4.10.2	Couche Physique	165
4.10.3	Couche Liaison	166
4.10.4	Couche Réseau	166
4.10.5	Couche Transport	166
4.10.6	Couche Application	166
4.11	Fonctions passerelle	167
4.11.1	Fonctions passerelle du WTB	167
4.11.2	Fonctions passerelle de l'ETB	168
4.12	Gestion du réseau	168
4.12.1	Cas du réseau ECN	168
4.12.2	Cas du réseau WTB	168
4.12.3	Cas du réseau ETB	169
5	Essai de conformité	169
Annexe A (informative) Comparaison de la fiabilité et de la disponibilité entre architectures d'ECN		170
A.1	Généralités	170
A.2	Cas de défaillances	170
A.2.1	Définitions	170
A.2.2	Exemple de cas de défaillances – Topologie linéaire	171
A.2.3	Exemple de cas de défaillance – Réseaux parallèles	172
A.2.4	Exemple de cas de défaillances – Topologie en anneau	173
A.2.5	Exemple de cas de défaillances – Topologie en échelle	174
A.3	Niveau de redondance de l'architecture de l'ECN	176
A.4	Analyse de la fiabilité du niveau de redondance	177
A.5	Redondance des Équipements Terminaux	180
Annexe B (informative) Translation d'adresse de réseau ferroviaire (R-NAT)		182
B.1	Généralités	182
B.2	Adresse IP du sous-réseau local de Rame	182
B.3	R-NAT du TBN	183
B.4	Problème d'interopérabilité entre les TBN	184
Annexe C (normative) Définition du protocole de l'émetteur-récepteur à signaux amplifiés		185
C.1	Généralités	185
C.2	Type A: émetteur-récepteur à signaux amplifiés pour la Couche Physique fondé sur l'IEEE 802.3 (10BASE-T)	185
C.2.1	Généralités	185
C.2.2	Unité d'émetteur-récepteur	185
C.2.3	Caractéristiques des signaux de transmission	186
C.2.4	Caractéristiques des signaux de réception	189

C.3	Type B: émetteur-récepteur à signaux amplifiés pour la Couche Physique fondé sur l'IEEE 802.3 (100BASE-TX)	190
C.3.1	Généralités	190
C.3.2	Unité d'émetteur-récepteur	190
C.3.3	Caractéristiques des signaux de transmission.....	191
C.3.4	Caractéristiques des signaux de réception.....	191
Annexe D (informative)	Définition du protocole de topologie en échelle	193
D.1	Généralités	193
D.2	Architecture d'un Nœud de Réseau de Rame.....	193
D.2.1	Généralités	193
D.2.2	Concept de topologie en échelle.....	194
D.2.3	Configuration de la topologie en échelle	194
D.2.4	Structure fonctionnelle du Nœud de Réseau de Rame	196
D.2.5	Traffic Store pour les Données de Processus	197
D.2.6	Redondance dans la topologie en échelle.....	198
D.2.7	Paramètres de configuration pour la topologie en échelle	200
D.2.8	Connexion du signal pour le lien trunk	201
D.2.9	Connexion à la liaison locale	202
D.3	Couche Liaison	203
D.3.1	Généralités	203
D.3.2	MAC – Media Access Control	203
D.3.3	Adresse IP et gestion de l'adresse IP	228
D.4	Protocole de gestion du Nœud de Réseau de Rame	229
D.4.1	Généralités	229
D.4.2	Architecture de la gestion du CNN	229
D.4.3	Informations individuelles de gestion du CNN	229
D.4.4	Base de données de gestion du CNN.....	232
D.4.5	Primitives pour le protocole de gestion du CNN	234
D.4.6	Paramètres pour le protocole de gestion du CNN	234
D.4.7	Compteurs de temps pour le protocole de gestion du CNN	235
D.4.8	Procédures pour le protocole de gestion du CNN.....	236
D.4.9	Fonctionnement du diagramme de gestion du CNN.....	240
D.4.10	Affectation du numéro de port pour le protocole de gestion du CNN	241
D.5	Situations de défaillance dans la topologie en échelle.....	242
D.5.1	Généralités	242
D.5.2	Cas de défaillances	242
D.5.3	Restauration du réseau.....	246
Bibliographie	247
Figure 1	– Vue logique de l'ECN	142
Figure 2	– Exemples de topologies physiques d'ECN.....	143
Figure 3	– Exemple d'éléments de réseau	148
Figure 4	– Exemples de connexions à double anneau.....	150
Figure 5	– Connecteur M12 code D.....	161
Figure 6	– Structure logique de la passerelle entre l'ECN et le WTB	168
Figure A.1	– Exemple de défaillance d'un élément de réseau simple	170
Figure A.2	– Exemple de doubles défaillances d'éléments de réseau.....	171

Figure A.3 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'une liaison sur une topologie linéaire.....	171
Figure A.4 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'un élément actif sur une topologie linéaire.....	172
Figure A.5 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'une liaison sur des réseaux parallèles	172
Figure A.6 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'un élément actif sur des réseaux parallèles	173
Figure A.7 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'une liaison sur une topologie en anneau.....	173
Figure A.8 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'un élément actif sur une topologie en anneau.....	174
Figure A.9 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'un élément actif sur une topologie en anneau (avec ED à connexion à double attachement)	174
Figure A.10 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'une liaison sur une topologie en échelle	175
Figure A.11 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'un élément actif sur une topologie en échelle	175
Figure A.12 – Exemple de doubles défaillances d'éléments au niveau de liaisons sur une topologie en échelle	175
Figure A.13 – Exemple de doubles défaillances d'éléments au niveau d'éléments actifs sur une topologie en échelle (avec shuntage)	176
Figure A.14 – Exemple d'architecture d'ECN classée par niveau de redondance	177
Figure B.1 – Exemple de plage d'IP locales d'ECN, «image» de plage d'IP de train pour le R-NAT	182
Figure B.2 – Exemple de R-NAT	183
Figure B.3 – Du R-NAT TBN au TBN.....	184
Figure B.4 – Du TBN au R-NAT TBN.....	184
Figure C.1 – Schéma fonctionnel d'une unité d'émetteur-récepteur pour MAU 10BASE-T ...	186
Figure C.2 – Essai de la tension de sortie différentielle	186
Figure C.3 – Modèle à paire torsadée	187
Figure C.4 – Modèle de tension amplifiée	187
Figure C.5 – Forme d'onde amplifiée de l'émetteur pour démarrer TP_IDL	188
Figure C.6 – Charge de test au début de TP_IDL.....	189
Figure C.7 – Forme d'onde amplifiée de l'émetteur pour impulsion de test de la liaison	189
Figure C.8 – Tension d'entrée différentielle amplifiée du récepteur – Impulsion étroite	190
Figure C.9 – Tension d'entrée différentielle amplifiée du récepteur – Impulsion large	190
Figure C.10 – Schéma fonctionnel de l'unité d'émetteur-récepteur	191
Figure C.11 – Seuil de mise à 1 de Signal_detect	192
Figure D.1 – Concept de topologie en échelle	194
Figure D.2 – Configuration de la topologie en échelle	195
Figure D.3 – Flux de base des trames de données sur les liaisons troncs et les liaisons locales dans la topologie en échelle.....	195
Figure D.4 – Structure fonctionnelle du Nœud de Réseau de Rame	197
Figure D.5 – Concept de Traffic Store dans la topologie en échelle	198
Figure D.6 – Exemple de configuration de topologie en échelle	199

Figure D.7 – Schéma fonctionnel de l'unité de l'émetteur-récepteur pour une connexion avec un câble à paire torsadée	202
Figure D.8 – Connexion par câble pour un câble à paire torsadée	202
Figure D.9 – Exemple d'affectation de numéro de CNN dans la topologie en échelle	204
Figure D.10 – Format de trame pour les commandes	205
Figure D.11 – Etablissement de liaison entre deux CNN	207
Figure D.12 – Etablissement de liaisons dans la topologie en échelle	208
Figure D.13 – Liaisons locales entre CNN redondants	208
Figure D.14 – Exemple de modes de CNN	209
Figure D.15 – Structure et primitives de la sous-couche MAC temps réel.....	211
Figure D.16 – Diagramme d'états de la TPCM	217
Figure D.17 – Diagramme d'états de l'ACM.....	220
Figure D.18 – Diagramme d'états de USE_TOKEN	222
Figure D.19 – Exemple de séquence de transmission	226
Figure D.20 – Architecture de la gestion du CNN	229
Figure D.21 – Diagramme d'états de CNNMM.....	240
Figure D.22 – Configuration normale des chemins de transmission dans la topologie en échelle.....	242
Figure D.23 – Reconfiguration des chemins de transmission avec défaillance de liaison simple dans un sous-réseau	243
Figure D.24 – Reconfiguration des chemins de transmission avec défaillance de CNN simple dans un sous-réseau	243
Figure D.25 – Reconfiguration des chemins de transmission avec double défaillance de liaisons dans un sous-réseau.....	244
Figure D.26 – Reconfiguration des chemins de transmission avec double défaillance de liaisons dans les deux sous-réseaux.....	244
Figure D.27 – Reconfiguration des chemins de transmission avec double défaillance de CNN dans les deux sous-réseaux	245
Figure D.28 – Reconfiguration des chemins de transmission avec double défaillance d'une liaison et d'un CNN sur les deux sous-réseaux.....	245
Figure D.29 – Reconfiguration des chemins de transmission avec double défaillance d'une liaison et d'un CNN sur les deux sous-réseaux.....	246
Tableau 1 – Classes d'Équipements Terminaux (1).....	144
Tableau 2 – Classes d'Équipements Terminaux (2).....	144
Tableau 3 – Types d'Équipements Réseau	145
Tableau 4 – Classes de Commutateurs de Rame.....	145
Tableau 5 – Paramètres de service des classes de données	146
Tableau 6 – Valeurs types pour les paramètres de service des classes de données	146
Tableau 7 – Mise en correspondance des priorités pour les classes de données	151
Tableau 8 – Paramètres de configuration du réseau statique des Équipements Terminaux.....	155
Tableau 9 – Options DHCP	156
Tableau 10 – Récapitulatif des interfaces de Commutateur Réseau.....	157
Tableau 11 – Brochage du connecteur M12 code D	161
Tableau 12 – Récapitulatif des interfaces d'Équipements Terminaux	164

Tableau A.1 – Niveau de redondance de l’architecture de l’ECN	176
Tableau A.2 – Fiabilité du niveau de redondance	178
Tableau A.3 – Fiabilité lors de la prise en considération des pannes de mode commun	178
Tableau A.4 – Paramètres pour le calcul de la fiabilité et de la disponibilité	180
Tableau A.5 – Valeurs d’exemple de fiabilité et de disponibilité	180
Tableau A.6 – Comparaison de la fiabilité avec redondance d’ED	181
Tableau A.7 – Comparaison des ratios des temps moyens entre défaillances avec redondance d’ED	181
Tableau C.1 – Tableau de modèle de tension de sortie	187
Tableau C.2 – Interface active de sortie de la paire torsadée	191
Tableau D.1 – Paramètres de configuration pour le CNN dans le sous-réseau 1	200
Tableau D.2 – Paramètres de configuration pour le CNN dans le sous-réseau 2	200
Tableau D.3 – Configuration_Process_Data_Transmission_Substitute	201
Tableau D.4 – Type_Configuration_Substitute	201
Tableau D.5 – Connexion par signal entre émetteurs-récepteurs (un câble à paire torsadée)	202
Tableau D.6 – Numéro de CNN	203
Tableau D.7 – Contenu du champ Adresse de Destination	205
Tableau D.8 – Contenu du champ Adresse Source	205
Tableau D.9 – Contenu du champ Longueur/Type	205
Tableau D.10 – Contenu des champs Commande et Code de Vérification	206
Tableau D.11 – Contenu du champ Bourrage	206
Tableau D.12 – Mode de CNN dans la topologie en échelle	209
Tableau D.13 – Primitives de la Couche Physique	211
Tableau D.14 – Variables et paramètres pour le protocole MAC temps réel	212
Tableau D.15 – Nom de trame	213
Tableau D.16 – Compteurs de temps pour le protocole MAC temps réel	213
Tableau D.17 – Procédures pour le protocole MAC temps réel	214
Tableau D.18 – Événements pour le protocole MAC temps réel	214
Tableau D.19 – Primitives TRRC	214
Tableau D.20 – Opération TRRC sur acceptation des primitives de requête	215
Tableau D.21 – Opération TRRC sur acceptation des primitives d’indication physiques	216
Tableau D.22 – Tableau de transition des états pour la TPCM	217
Tableau D.23 – Procédures du diagramme d’états de la TPCM	218
Tableau D.24 – Primitives TPCM	219
Tableau D.25 – Tableau de transition des états pour l’ACM	221
Tableau D.26 – Tableau de transition des états pour USE_TOKEN	223
Tableau D.27 – Variable pour l’ACM	224
Tableau D.28 – Paramètres de configuration pour le protocole MAC temps réel	224
Tableau D.29 – Éléments temporels pour la séquence de transmission	226
Tableau D.30 – Paramètres de service des classes de données	227
Tableau D.31 – Notation pour les champs d’adresse IP	228
Tableau D.32 – Format des informations individuelles de gestion du CNN	230

Tableau D.33 – Description des paramètres pour les informations individuelles de gestion du CNN	231
Tableau D.34 – Type_Connection_Status	232
Tableau D.35 – Type_CNN_Flags	232
Tableau D.36 – Type_Ip_Addr_3_4	232
Tableau D.37 – Paramètres de la base de données de gestion des CNN	233
Tableau D.38 – Type_Connection_Status_All	234
Tableau D.39 – Type_Ip_Addr_3_4_All	234
Tableau D.40 – Type_Healthy_Count_All	234
Tableau D.41 – Primitives de la couche basse de protocole pour la gestion du CNN.....	234
Tableau D.42 – Paramètres pour la gestion du CNN	235
Tableau D.43 – Compteurs de temps pour la gestion du CNN	236
Tableau D.44 – Procédures pour la gestion du CNN	236
Tableau D.45 – Fonctions pour la transmission de substitution lors de la détection de CNN shuntés	238
Tableau D.46 – Fonctions pour la transmission de substitution lors de la détection de défaillance de liaison	239
Tableau D.47 – Événements pour la gestion du CNN	240
Tableau D.48 – Tableau de transition des états pour CNNMM	241
Tableau D.49 – Numéro de port par défaut pour le protocole de gestion du CNN	242

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 3-4: Réseau Ethernet de Rame (ECN)

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 61375-3-4 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1873/FDIS	9/1904/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/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61375, publiées sous le titre général *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 l'IEC 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La présente partie de la Norme internationale IEC 61375 spécifie le Réseau de Rame fondé sur la technologie Ethernet, c'est-à-dire le Réseau Ethernet de Rame (ECN, pour Ethernet Consist Network) au sein de l'architecture du Réseau Embarqué de Train (TCN, pour Train Communication Network) tel que défini dans l'IEC 61375-1, et les Équipements Terminaux qui peuvent être connectés à l'ECN. En outre, les services de passerelle entre le Réseau Central de Train et l'ECN y sont spécifiés.

L'architecture générale du TCN (voir l'IEC 61375-1) définit une structure hiérarchique à deux niveaux de réseaux: les Réseaux Centraux de Train et les Réseaux de Rame. Cette structure hiérarchique spécifie les Réseaux de Rame fondés sur différentes technologies telles que le Bus de Véhicule Multifonctions (MVB, pour Multifunction Vehicle Bus), CANopen ou l'ECN et s'interfaçant avec un Réseau Central de Train. Les ECN fondés sur différentes conceptions et mises en œuvre peuvent accéder à un même Réseau Central de Train, de sorte que ce dernier garantisse une totale interopérabilité entre les Réseaux de Rame mis en œuvre différemment.

La partie commune, constituée des Articles 1 à 4, définit les exigences et les spécifications communes à toutes les mises en œuvre d'ECN, aux Équipements Terminaux et aux passerelles.

La partie commune définit:

- l'interface de communication de données des Équipements Terminaux connectés à l'ECN,
- les fonctions et services assurés par l'ECN aux Équipements Terminaux,
- les fonctions de passerelle pour le transfert de données entre le Réseau Central de Train et l'ECN, et
- les performances de l'ECN.

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

Partie 3-4: Réseau Ethernet de Rame (ECN)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61375 spécifie le réseau de communication de données au sein d'une Rame fondée sur la technologie Ethernet, le Réseau Ethernet de Rame (ECN).

L'applicabilité de la présente partie de l'IEC 61375 au Réseau Ethernet de Rame permet l'interopérabilité de chaque rame des Trains à rames multiples dans le trafic international.

Après accord entre acheteur et fournisseur, la présente partie de l'IEC 61375 peut s'appliquer en outre aux Rames et aux Trains à rames multiples.

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).

IEC 61076-2-101, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-101: Connecteurs circulaires – Spécification particulière pour les connecteurs M12 à vis*

IEC 61076-3-104, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-104: Spécification particulière pour les fiches et les embases écrantées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 1 000 MHz*

IEC 61156-6, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 6: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz – Work area wiring – Sectional specification* (disponible en anglais seulement)

IEC 61375-1, *Matériel électrique ferroviaire – Réseau Embarqué de Train (TCN) – Partie 1: Architecture générale*

IEC 61375-2-1, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau Embarqué de Train (TCN) – Partie 2-1: Bus de Train Filaire (WTB)*

IEC 61375-2-5, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau Embarqué de Train (TCN) – Partie 2-5: Réseau Central de Train Ethernet (ETB)*

IEC 62439 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation*

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

ISO/IEC 8824 (toutes les parties), *Technologies de l'information – Notation de syntaxe abstraite numéro un (ASN.1)*

ISO/IEC 11801, *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs* (disponible en anglais seulement)

TIA/EIA-568-B, *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard – Part 1: General Requirements (ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001)*

ANSI X3.263:1995, *EN-Information Technology - Fibre Distributed Data Interface (FDDI) - Token Ring Twisted Pair Physical Layer Medium Dependent (TP-PMD) (order number ANSI INCITS 263)*

IEEE 802.1D, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) Bridges*

IEEE 802.1Q, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Virtual Bridged Local Area Networks*

IEEE 802.3, *IEEE Standard for 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*