

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



---

**Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) –  
Part 2-5: Ethernet train backbone**

**Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) –  
Partie 2-5: Réseau central de train Ethernet**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

**XF**

ICS 45.060

ISBN 978-2-8322-1772-6

**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.....                                                      | 7  |
| INTRODUCTION.....                                                  | 9  |
| 1 Scope.....                                                       | 10 |
| 2 Normative references.....                                        | 10 |
| 3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions ..... | 11 |
| 3.1 Terms and definitions .....                                    | 11 |
| 3.2 Symbols and abbreviations.....                                 | 15 |
| 3.3 Conventions.....                                               | 17 |
| 3.3.1 Base of numeric values .....                                 | 17 |
| 3.3.2 Naming conventions.....                                      | 17 |
| 3.3.3 State diagram conventions .....                              | 17 |
| 3.3.4 Annotation of data structures.....                           | 17 |
| 4 ETB physical layer.....                                          | 17 |
| 4.1 Train regions.....                                             | 17 |
| 4.2 Physical characteristics .....                                 | 18 |
| 4.2.1 General .....                                                | 18 |
| 4.2.2 Intra car physical layer.....                                | 18 |
| 4.2.3 Inter car physical layer.....                                | 20 |
| 4.2.4 Inter Consist physical layer .....                           | 24 |
| 4.3 Power over Ethernet (PoE).....                                 | 27 |
| 4.4 ETB physical architecture and redundancy.....                  | 29 |
| 4.4.1 General .....                                                | 29 |
| 4.4.2 Link aggregation architecture .....                          | 29 |
| 4.4.3 Functions.....                                               | 31 |
| 5 ETB data link layer .....                                        | 32 |
| 6 ETB network layer: IPv4 subnets definition.....                  | 33 |
| 6.1 General.....                                                   | 33 |
| 6.2 IP mapping introduction.....                                   | 34 |
| 6.3 Topology.....                                                  | 34 |
| 6.3.1 General .....                                                | 34 |
| 6.3.2 Closed train .....                                           | 35 |
| 6.4 Network IP address map .....                                   | 36 |
| 6.4.1 Global IPv4 address space.....                               | 36 |
| 6.4.2 Train subnet definition.....                                 | 36 |
| 6.4.3 Train IP address map summary .....                           | 40 |
| 6.4.4 Train IP group addresses (multicast) .....                   | 41 |
| 6.5 Particular hosts IP addresses .....                            | 41 |
| 6.5.1 ETBN (Ethernet Train Backbone Node).....                     | 41 |
| 6.5.2 Hosts on train subnet.....                                   | 42 |
| 6.5.3 Host inside a closed train .....                             | 43 |
| 6.6 Some use cases.....                                            | 45 |
| 6.7 Dynamic IP routing management .....                            | 48 |
| 6.7.1 Unicast routes.....                                          | 48 |
| 6.7.2 Multicast routes .....                                       | 48 |
| 7 ETB Transport layer.....                                         | 49 |
| 8 ETB Train Inauguration: TTDP .....                               | 50 |

|        |                                                       |    |
|--------|-------------------------------------------------------|----|
| 8.1    | Contents of this clause .....                         | 50 |
| 8.2    | Objectives and assumptions .....                      | 50 |
| 8.2.1  | Goals .....                                           | 50 |
| 8.2.2  | Out of scope .....                                    | 51 |
| 8.2.3  | Assumptions .....                                     | 51 |
| 8.3    | ETBN settings .....                                   | 52 |
| 8.3.1  | ETB switch port states .....                          | 52 |
| 8.3.2  | Node settings .....                                   | 52 |
| 8.4    | General behaviour .....                               | 54 |
| 8.5    | ETBN Inauguration state diagram .....                 | 54 |
| 8.5.1  | General .....                                         | 54 |
| 8.5.2  | Actions .....                                         | 55 |
| 8.5.3  | Transitions .....                                     | 57 |
| 8.6    | ETBN peers discovery .....                            | 58 |
| 8.6.1  | Internal peers detection .....                        | 58 |
| 8.6.2  | External peers detection .....                        | 58 |
| 8.6.3  | Switch port states handling .....                     | 59 |
| 8.6.4  | ETB lines statuses .....                              | 59 |
| 8.7    | TTDP messages description .....                       | 61 |
| 8.7.1  | General .....                                         | 61 |
| 8.7.2  | Convention .....                                      | 61 |
| 8.7.3  | TTDP frame tagging .....                              | 61 |
| 8.7.4  | Transport and addressing .....                        | 61 |
| 8.7.5  | TTDP HELLO frame .....                                | 62 |
| 8.7.6  | TTDP TOPOLOGY frame .....                             | 66 |
| 8.8    | TTDP data structures .....                            | 72 |
| 8.8.1  | Connectivity Vector .....                             | 72 |
| 8.8.2  | ETBN Vector .....                                     | 73 |
| 8.8.3  | Connectivity Table .....                              | 73 |
| 8.8.4  | Connectivity Table CRC .....                          | 74 |
| 8.8.5  | Train network directory .....                         | 76 |
| 8.8.6  | Train network directory CRC (Topology Counter) .....  | 78 |
| 8.8.7  | Corrected topology .....                              | 78 |
| 8.9    | TTDP frames timing .....                              | 79 |
| 8.9.1  | TTDP HELLO .....                                      | 79 |
| 8.9.2  | TTDP TOPOLOGY .....                                   | 81 |
| 8.10   | Inauguration Train Application interface .....        | 83 |
| 8.11   | Degraded modes .....                                  | 83 |
| 8.11.1 | Late insertion ETBN .....                             | 83 |
| 8.11.2 | Losing ETBN .....                                     | 84 |
| 8.11.3 | End ETBN failure and partial topology counter .....   | 84 |
| 8.12   | Some discovery timing .....                           | 85 |
| 8.12.1 | ETBN wakeup .....                                     | 85 |
| 8.12.2 | ETBN failure .....                                    | 86 |
| 8.12.3 | Consist coupling .....                                | 87 |
| 9      | ETB ETBN redundancy .....                             | 88 |
| 10     | ETB physical train naming convention (optional) ..... | 89 |
| 10.1   | General .....                                         | 89 |
| 10.2   | ETB Train domain .....                                | 89 |

|        |                                                                      |     |
|--------|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 10.3   | Hostname .....                                                       | 90  |
| 11     | ETB Quality of Service.....                                          | 91  |
| 11.1   | Contents of this clause .....                                        | 91  |
| 11.2   | Frame forwarding .....                                               | 91  |
| 11.2.1 | ETBN switching rate.....                                             | 91  |
| 11.2.2 | No Head-of-Line blocking .....                                       | 91  |
| 11.2.3 | Switching priorities.....                                            | 91  |
| 11.2.4 | Switching queuing scheme .....                                       | 92  |
| 11.3   | Priority of Inauguration frames.....                                 | 92  |
| 11.4   | ETB ingress rate limiting .....                                      | 92  |
| 11.5   | ETB egress rate shaping .....                                        | 92  |
| 11.6   | ETB data classes .....                                               | 92  |
| 12     | ETB Management and monitoring .....                                  | 93  |
| 13     | ETB Application interface.....                                       | 93  |
| 13.1   | Contents of this clause .....                                        | 93  |
| 13.2   | Abstract communication model .....                                   | 93  |
| 13.3   | ETB Process Data and Message Data protocols .....                    | 94  |
| 13.4   | ETB protocol transparency .....                                      | 94  |
| 13.5   | ETBN interfaces.....                                                 | 94  |
| 13.5.1 | Application.....                                                     | 94  |
| 13.5.2 | Maintenance and monitoring.....                                      | 95  |
| 14     | ETB conformity statement.....                                        | 96  |
|        | Annex A (normative) Summary of ETB sizing parameters.....            | 97  |
|        | Annex B (normative) Physical topology building algorithm.....        | 98  |
|        | Annex C (normative) TTDP MIB definition .....                        | 101 |
|        | Bibliography .....                                                   | 121 |
|        | Figure 1 – ETB train regions .....                                   | 18  |
|        | Figure 2 – ETB Inter car at same potential.....                      | 23  |
|        | Figure 3 – ETB Inter car not at the same potential .....             | 24  |
|        | Figure 4 – ETB Consist reversing .....                               | 26  |
|        | Figure 5 – ETB Inter Consist segment .....                           | 27  |
|        | Figure 6 – ETBN PSE PoE use case .....                               | 27  |
|        | Figure 7 – ETBN PD PoE use case .....                                | 28  |
|        | Figure 8 – PoE in inter-Consist.....                                 | 28  |
|        | Figure 9 – PoE PSE alternative A.....                                | 29  |
|        | Figure 10 – Redundant train backbone architecture .....              | 29  |
|        | Figure 11 – Link aggregation model .....                             | 30  |
|        | Figure 12 – Link aggregation group .....                             | 31  |
|        | Figure 13 – Conversations over LAG.....                              | 31  |
|        | Figure 14 – Hierarchical Consist topology.....                       | 35  |
|        | Figure 15 – Closed train.....                                        | 36  |
|        | Figure 16 – "Subnet Id" with single Consist Network .....            | 38  |
|        | Figure 17 – "Subnet Id" with two single Consist Networks .....       | 38  |
|        | Figure 18 – Multiple Consist Networks, without fault tolerance ..... | 39  |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 19 – "Subnet Id" with ETBN redundancy .....                              | 39  |
| Figure 20 – "Subnet Id" in multiple units with ETBN redundancy .....            | 40  |
| Figure 21 – IP train address space summary .....                                | 40  |
| Figure 22 – Relative addressing example .....                                   | 45  |
| Figure 23 – Train composed of a single Consist Network .....                    | 46  |
| Figure 24 – Train composed of two single Consist Networks .....                 | 46  |
| Figure 25 – Train composed of single Consist Network with ETBN redundancy ..... | 47  |
| Figure 26 – Train composed of two Consist Networks with ETBN redundancy .....   | 47  |
| Figure 27 – Train with two Consist Networks in single Consist .....             | 48  |
| Figure 28 – ETBN top node reference .....                                       | 51  |
| Figure 29 – ETBN orientation capability .....                                   | 52  |
| Figure 30 – ETB switch in passive bypass setting .....                          | 53  |
| Figure 31 – ETB switch in intermediate setting .....                            | 53  |
| Figure 32 – ETB switch in End Node Setting .....                                | 54  |
| Figure 33 – ETBN Inauguration state diagram .....                               | 55  |
| Figure 34 – Switch port state diagram .....                                     | 59  |
| Figure 35 – ETBN physical line state machine .....                              | 60  |
| Figure 36 – TTDP HELLO frame LLDPDU structure .....                             | 62  |
| Figure 37 – LLDP organizationally TLV structure .....                           | 62  |
| Figure 38 – TTDP HELLO frame structure .....                                    | 66  |
| Figure 39 – TTDP specific HELLO TLV structure .....                             | 66  |
| Figure 40 – TTDP TOPOLOGY frame structure .....                                 | 71  |
| Figure 41 – TTDP TOPOLOGY specific ETB TLV structure .....                      | 72  |
| Figure 42 – TTDP TOPOLOGY specific CN TLV structure .....                       | 72  |
| Figure 43 – Train composition for TNDiir example .....                          | 77  |
| Figure 44 – TTDP HELLO normal mode and recovery timing .....                    | 80  |
| Figure 45 – TTDP HELLO failure timing .....                                     | 81  |
| Figure 46 – TTDP TOPOLOGY frames handling .....                                 | 82  |
| Figure 47 – TTDP ETBNs wake up timing .....                                     | 85  |
| Figure 48 – TTDP ETBN failure timing .....                                      | 86  |
| Figure 49 – TTDP Consist coupling timing .....                                  | 87  |
| Figure 50 – Example of ETBN IP routing table without redundancy .....           | 88  |
| Figure 51 – Example of ETBN IP routing table with redundancy .....              | 88  |
| Figure 52 – ETB train domain definition .....                                   | 90  |
| Figure 53 – Abstract communication model for ETB communication .....            | 94  |
| Figure B.1 – Physical topology building .....                                   | 98  |
| Figure C.1 – TTDP MIB tree view .....                                           | 103 |
| Table 1 – ETB Intra car physical layer interface .....                          | 19  |
| Table 2 – ETB Inter car physical layer interface .....                          | 21  |
| Table 3 – ETB Inter consist physical layer interface .....                      | 25  |
| Table 4 – ETB Switch data link layer interface .....                            | 32  |
| Table 5 – ETB OSI Network layer .....                                           | 33  |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Table 6 – Train subnet definition .....                | 36 |
| Table 7 – Train subnet decomposition .....             | 37 |
| Table 8 – Train IP group addresses reserved range..... | 41 |
| Table 9 – ETBN ETB IP address .....                    | 42 |
| Table 10 – Hosts IP on train subnet.....               | 43 |
| Table 11 – Application ED common interface.....        | 50 |
| Table 12 – ETB switch port states .....                | 52 |
| Table 13 – TTDP destination MAC addresses.....         | 62 |
| Table 14 – Connectivity Vector.....                    | 73 |
| Table 15 – Connectivity Vector Fields .....            | 73 |
| Table 16 – ETBN Vector .....                           | 73 |
| Table 17 – ETBN Vector Fields .....                    | 73 |
| Table 18 – Connectivity Table .....                    | 74 |
| Table 19 – Connectivity Table fields.....              | 74 |
| Table 20 – Train network directory .....               | 76 |
| Table 21 – Train network directory fields .....        | 76 |
| Table 22 – Train network directory (example) .....     | 78 |
| Table 23 – DSCP field mapping.....                     | 91 |
| Table 24 – ETB Switching Priorities.....               | 92 |
| Table 25 – Train Topology Discovery Object.....        | 95 |
| Table A.1 – ETB sizing parameters .....                | 97 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT –  
TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –****Part 2-5: Ethernet train backbone****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 61375-2-5 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 |
| 9/1933/FDIS | 9/1961/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 in the IEC 61375 series, published 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

IEC 61375-2-5 defines the Ethernet Train Backbone so as to achieve interoperability between Consists of different types when coupled in the same train composition.

The standard follows the ISO-OSI model and specifies the whole protocols stack from the physical layer up to the application layer.

A Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) pro-forma allows suppliers to state their conformity to this standard. The PICS pro-forma specification and the related conformity test are not in the scope of this standard.

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

## **Part 2-5: Ethernet train backbone**

### **1 Scope**

This part of IEC 61375 defines Ethernet Train Backbone (ETB) requirements to fulfil open train data communication system based on Ethernet technology.

Respect of this standard ensures interoperability between local Consist subnets whatever Consist network technology (see IEC 61375-1 for more details).

All Consist network definitions should take into account this standard to preserve interoperability.

This standard 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 61076-2-101:2012, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Circular connectors – Detail specification for M12 connectors with screw-locking*

IEC 61156 (all parts), *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications*

IEC 61156-1:2007, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1: Generic specification*

IEC 61156-5, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 5: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz – Horizontal floor wiring – Sectional specification*

IEC 61375-1:2012, *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 1: General architecture*

IEC 61375-2-3, *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 2-3: TCN communication profile (to be published)*

IEC 61375-3-4, *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 3-4: Ethernet Consist Network (ECN)*

IEC 62236-3-2, *Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 3-2: Rolling stock – Apparatus*

ISO/IEC 7498 (all parts), *Information technology – Open System Interconnection – Basic Reference Model*

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

ISO/IEC 9646 (all parts), *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework*

ISO/IEC 11801:2002, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

IEEE 802.1AB, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Station and Media Access Control Connectivity Discovery*

IEEE 802.1AX:2008, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Link Aggregation*

IEEE 802.1D:2012, *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 802.2, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 2: Logical Link Control*

IEEE 802.3:2012, *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.....                                                          | 127 |
| INTRODUCTION.....                                                          | 129 |
| 1    Domaine d'application.....                                            | 130 |
| 2    Références normatives .....                                           | 130 |
| 3    Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions .....      | 131 |
| 3.1    Termes et définitions .....                                         | 131 |
| 3.2    Symboles et abréviations .....                                      | 136 |
| 3.3    Conventions.....                                                    | 137 |
| 3.3.1    Base des valeurs numériques.....                                  | 137 |
| 3.3.2    Conventions d'appellation .....                                   | 137 |
| 3.3.3    Conventions de diagramme d'état.....                              | 138 |
| 3.3.4    Annotation des structures des données .....                       | 138 |
| 4    Couche physique ETB .....                                             | 138 |
| 4.1    Régions de train.....                                               | 138 |
| 4.2    Caractéristiques physiques.....                                     | 139 |
| 4.2.1    Généralités .....                                                 | 139 |
| 4.2.2    Couche physique intravoitures.....                                | 139 |
| 4.2.3    Couche physique intervoitures.....                                | 141 |
| 4.2.4    Couche physique interrames .....                                  | 144 |
| 4.3    Alimentation par Ethernet (PoE) .....                               | 149 |
| 4.4    Architecture et redondance physiques ETB.....                       | 151 |
| 4.4.1    Généralités .....                                                 | 151 |
| 4.4.2    Architecture d'agrégation de liaisons .....                       | 151 |
| 4.4.3    Fonctions.....                                                    | 153 |
| 5    Couche de liaison de données ETB.....                                 | 154 |
| 6    Couche de réseau ETB: définition des sous-réseaux IPv4 .....          | 156 |
| 6.1    Généralités .....                                                   | 156 |
| 6.2    Introduction de la mise en correspondance d'adresses IP .....       | 157 |
| 6.3    Topologie.....                                                      | 157 |
| 6.3.1    Généralités .....                                                 | 157 |
| 6.3.2    Rame non modifiable .....                                         | 158 |
| 6.4    Mise en correspondance d'adresses IP de réseau.....                 | 159 |
| 6.4.1    Espace d'adressage IPv4 global .....                              | 159 |
| 6.4.2    Définition d'un sous-réseau de train.....                         | 159 |
| 6.4.3    Synthèse des mises en correspondance d'adresses IP de train ..... | 164 |
| 6.4.4    Adresses de groupe IP de train (multidiffusion).....              | 164 |
| 6.5    Adresses IP d'hôtes particuliers.....                               | 165 |
| 6.5.1    ETBN (Nœud de Réseau Central de Train Ethernet) .....             | 165 |
| 6.5.2    Hôtes sur le sous-réseau de train .....                           | 166 |
| 6.5.3    Hôte à l'intérieur d'une rame non modifiable .....                | 167 |
| 6.6    Exemples de cas pratiques.....                                      | 170 |
| 6.7    Gestion de routage IP dynamique.....                                | 173 |
| 6.7.1    Itinéraires de monodiffusion .....                                | 173 |
| 6.7.2    Itinéraires de multidiffusion .....                               | 173 |
| 7    Couche transport ETB .....                                            | 175 |
| 8    Inauguration de train ETB: TTDP .....                                 | 175 |

|        |                                                                            |     |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1    | Teneur du présent article.....                                             | 175 |
| 8.2    | Objectifs et hypothèses .....                                              | 175 |
| 8.2.1  | Buts.....                                                                  | 175 |
| 8.2.2  | Hors du domaine d'application.....                                         | 176 |
| 8.2.3  | Hypothèses.....                                                            | 177 |
| 8.3    | Paramètres ETBN .....                                                      | 178 |
| 8.3.1  | États des ports de commutation ETB .....                                   | 178 |
| 8.3.2  | Paramètres de nœuds.....                                                   | 178 |
| 8.4    | Comportement général .....                                                 | 180 |
| 8.5    | Diagramme d'état d'inauguration ETBN.....                                  | 181 |
| 8.5.1  | Généralités .....                                                          | 181 |
| 8.5.2  | Actions .....                                                              | 183 |
| 8.5.3  | Transitions.....                                                           | 184 |
| 8.6    | Découverte d'homologues ETBN .....                                         | 185 |
| 8.6.1  | Détection d'homologues internes .....                                      | 185 |
| 8.6.2  | Détection d'homologues externes .....                                      | 186 |
| 8.6.3  | Traitement des états de port de commutation.....                           | 186 |
| 8.6.4  | États des lignes ETB.....                                                  | 188 |
| 8.7    | Description des messages TTDP .....                                        | 189 |
| 8.7.1  | Généralités .....                                                          | 189 |
| 8.7.2  | Conventions.....                                                           | 189 |
| 8.7.3  | Balisage des trames TTDP .....                                             | 190 |
| 8.7.4  | Transport et adressage .....                                               | 190 |
| 8.7.5  | Trame TTDP HELLO .....                                                     | 190 |
| 8.7.6  | Trame TTDP TOPOLOGY .....                                                  | 197 |
| 8.8    | Structures de données TTDP.....                                            | 204 |
| 8.8.1  | Vecteur de connectivité .....                                              | 204 |
| 8.8.2  | Vecteur ETBN .....                                                         | 205 |
| 8.8.3  | Table de connectivité .....                                                | 205 |
| 8.8.4  | CRC de table de connectivité .....                                         | 206 |
| 8.8.5  | Répertoire de réseau de train.....                                         | 207 |
| 8.8.6  | CRC de répertoire de réseau de train (compteur de topologie) .....         | 209 |
| 8.8.7  | Topologie corrigée .....                                                   | 209 |
| 8.9    | Synchronisation des trames TTDP .....                                      | 210 |
| 8.9.1  | TTDP HELLO .....                                                           | 210 |
| 8.9.2  | Trames TTDP TOPOLOGY.....                                                  | 214 |
| 8.10   | Interface d'application de train pour inauguration .....                   | 216 |
| 8.11   | Modes dégradés .....                                                       | 216 |
| 8.11.1 | Insertion tardive d'un nœud ETBN .....                                     | 216 |
| 8.11.2 | Perte de nœud ETBN .....                                                   | 217 |
| 8.11.3 | Défaillance d'un nœud ETBN terminal et compteur de topologie partielle.... | 217 |
| 8.12   | Synchronisation de découverte.....                                         | 219 |
| 8.12.1 | Réveil de nœud ETBN.....                                                   | 219 |
| 8.12.2 | Défaillance de nœud ETBN .....                                             | 220 |
| 8.12.3 | Attelage des rames .....                                                   | 221 |
| 9      | Redondance de nœuds ETBN sur le réseau ETB.....                            | 222 |
| 10     | Convention d'appellation de train physique ETB (facultatif).....           | 223 |
| 10.1   | Généralités .....                                                          | 223 |
| 10.2   | Domaine de train ETB .....                                                 | 224 |

|                                                                                      |                                                                       |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 10.3                                                                                 | Nom d'hôte .....                                                      | 225 |
| 11                                                                                   | Qualité de service ETB .....                                          | 225 |
| 11.1                                                                                 | Teneur du présent article.....                                        | 225 |
| 11.2                                                                                 | Acheminement des trames .....                                         | 225 |
| 11.2.1                                                                               | Vitesse de commutation ETBN .....                                     | 225 |
| 11.2.2                                                                               | Absence de blocage de tête de ligne .....                             | 225 |
| 11.2.3                                                                               | Priorités de commutation.....                                         | 225 |
| 11.2.4                                                                               | Système de mise en file d'attente de la commutation .....             | 226 |
| 11.3                                                                                 | Priorité des trames d'inauguration .....                              | 226 |
| 11.4                                                                                 | Limitation du taux d'injection ETB.....                               | 226 |
| 11.5                                                                                 | Mise en forme du taux de sortie ETB .....                             | 227 |
| 11.6                                                                                 | Classes de données ETB .....                                          | 227 |
| 12                                                                                   | Gestion et surveillance ETB .....                                     | 227 |
| 13                                                                                   | Interface d'application ETB .....                                     | 227 |
| 13.1                                                                                 | Teneur du présent article.....                                        | 227 |
| 13.2                                                                                 | Modèle de communication abstrait.....                                 | 228 |
| 13.3                                                                                 | Données de processus ETB et protocoles de données de messagerie ..... | 228 |
| 13.4                                                                                 | Transparence du protocole ETB .....                                   | 228 |
| 13.5                                                                                 | Interfaces ETBN.....                                                  | 229 |
| 13.5.1                                                                               | Application.....                                                      | 229 |
| 13.5.2                                                                               | Maintenance et surveillance .....                                     | 229 |
| 14                                                                                   | Déclaration de conformité ETB.....                                    | 230 |
| Annexe A (normative) Synthèse des paramètres de dimensionnement d'un réseau ETB .... |                                                                       | 231 |
| Annexe B (normative) Algorithme de construction de topologie physique.....           |                                                                       | 232 |
| Annexe C (normative) Définition de la base TTDP MIB .....                            |                                                                       | 236 |
| Bibliographie .....                                                                  |                                                                       | 256 |
|                                                                                      |                                                                       |     |
| Figure 1 – Régions de train ETB .....                                                |                                                                       | 138 |
| Figure 2 – Interface intervoitures ETB avec potentiel identique .....                |                                                                       | 143 |
| Figure 3 – Interface intervoitures ETB avec potentiel différent.....                 |                                                                       | 144 |
| Figure 4 – Inversement des rames ETB.....                                            |                                                                       | 147 |
| Figure 5 – Segment interrames ETB.....                                               |                                                                       | 148 |
| Figure 6 – Cas pratique d'utilisation de PSE de PoE sur des ETBN .....               |                                                                       | 149 |
| Figure 7 – Cas pratique d'utilisation de PD de PoE sur des ETBN .....                |                                                                       | 149 |
| Figure 8 – PoE dans une interface interrames .....                                   |                                                                       | 150 |
| Figure 9 – Forme alternative A PSE de PoE .....                                      |                                                                       | 150 |
| Figure 10 – Architecture de réseau central de train redondant .....                  |                                                                       | 151 |
| Figure 11 – Modèle d'agrégation de liaisons .....                                    |                                                                       | 152 |
| Figure 12 – Groupe d'agrégation de liaisons.....                                     |                                                                       | 153 |
| Figure 13 – Conversations par LAG.....                                               |                                                                       | 154 |
| Figure 14 – Topologie de rames hiérarchique .....                                    |                                                                       | 158 |
| Figure 15 – Rame non modifiable .....                                                |                                                                       | 159 |
| Figure 16 – "Identifiant de sous-réseau" avec réseau de rame unique .....            |                                                                       | 161 |
| Figure 17 – "Identifiant de sous-réseau" avec deux réseaux de rame unique .....      |                                                                       | 162 |
| Figure 18 – Réseaux de rames multiples, sans tolérance aux pannes .....              |                                                                       | 162 |

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 19 – «Identifiant de sous-réseau» avec redondance ETBN.....                           | 163 |
| Figure 20 – "Identifiant de sous-réseau" dans des rames multiples avec redondance ETBN ..... | 163 |
| Figure 21 – Synthèse des espaces d'adressage de train IP.....                                | 164 |
| Figure 22 – Exemple d'adressage relatif.....                                                 | 169 |
| Figure 23 – Train composé d'un réseau de rame unique .....                                   | 170 |
| Figure 24 – Train composé de deux réseaux de rame unique.....                                | 171 |
| Figure 25 – Train composé d'un réseau de rame unique avec redondance ETBN .....              | 171 |
| Figure 26 – Train composé de deux réseaux de rames avec redondance ETBN .....                | 172 |
| Figure 27 – Train avec deux réseaux de rames avec rame unique.....                           | 173 |
| Figure 28 – Référence de nœud supérieur ETBN.....                                            | 176 |
| Figure 29 – Capacité d'orientation des nœuds ETBN .....                                      | 177 |
| Figure 30 – Commutateur ETB avec paramètre de dérivation passif.....                         | 179 |
| Figure 31 – Commutateur ETB avec paramètre intermédiaire.....                                | 179 |
| Figure 32 – Commutateur ETB avec paramètre de nœud terminal.....                             | 180 |
| Figure 33 – Diagramme d'état d'inauguration ETBN .....                                       | 182 |
| Figure 34 – Diagramme d'états de port de commutation.....                                    | 187 |
| Figure 35 – Diagramme d'état de ligne physique ETBN.....                                     | 188 |
| Figure 36 – Structure de LLDPDU de la trame TTDP HELLO .....                                 | 191 |
| Figure 37 – Structure de paramètre TLV spécifique à l'organisation LLDP.....                 | 192 |
| Figure 38 – Structure de trame TTDP HELLO .....                                              | 196 |
| Figure 39 – Structure de paramètre TLV HELLO spécifique au TTDP .....                        | 197 |
| Figure 40 – Structure de trame TTDP TOPOLOGY .....                                           | 202 |
| Figure 41 – Structure de paramètre TLV ETB spécifique à la trame TTDP TOPOLOGY .....         | 203 |
| Figure 42 – Structure de paramètre TLV CN spécifique à la trame TTDP TOPOLOGY .....          | 204 |
| Figure 43 – Exemple de composition de train pour répertoire TNDiir .....                     | 209 |
| Figure 44 – Synchronisation du mode normal et de la reprise TTDP HELLO.....                  | 212 |
| Figure 45 – Synchronisation de la défaillance TTDP HELLO .....                               | 214 |
| Figure 46 – Traitement des trames TTDP TOPOLOGY .....                                        | 215 |
| Figure 47 – Synchronisation du réveil de nœuds ETBN TTDP .....                               | 219 |
| Figure 48 – Synchronisation de la défaillance de nœuds ETBN TTDP .....                       | 220 |
| Figure 49 – Synchronisation de l'attelage de rames TTDP .....                                | 221 |
| Figure 50 – Exemple de table de routage IP ETBN sans redondance .....                        | 222 |
| Figure 51 – Exemple de table de routage IP ETBN avec redondance .....                        | 223 |
| Figure 52 – Définition du domaine de train ETB.....                                          | 224 |
| Figure 53 – Modèle de communication abstrait pour la communication ETB .....                 | 228 |
| Figure B.1 – Construction d'une topologie physique.....                                      | 233 |
| Figure C.1 – Arborescence de la base TTDP MIB .....                                          | 238 |
| Tableau 1 – Interface de couche physique intravoitures ETB .....                             | 139 |
| Tableau 2 – Interface de couche physique intervoitures ETB .....                             | 141 |
| Tableau 3 – Interface de couche physique interrames ETB .....                                | 145 |
| Tableau 4 – Interface de couche de liaison de données du commutateur ETB .....               | 155 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau 5 – Couche de réseau OSI ETB .....                        | 156 |
| Tableau 6 – Définition d'un sous-réseau de train .....            | 160 |
| Tableau 7 – Décomposition d'un sous-réseau de train .....         | 160 |
| Tableau 8 – Plage réservée d'adresses de groupe IP de train ..... | 165 |
| Tableau 9 – Adresse IP de nœuds ETBN, sur réseau ETB .....        | 166 |
| Tableau 10 – IP Hôtes sur le sous-réseau de train .....           | 167 |
| Tableau 11 – Interface commune ED d'application .....             | 175 |
| Tableau 12 – États des ports de commutation ETB .....             | 178 |
| Tableau 13 – Adresses MAC de destination TTDP .....               | 190 |
| Tableau 14 – Vecteur de connectivité .....                        | 204 |
| Tableau 15 – Champs de vecteur de connectivité .....              | 205 |
| Tableau 16 – Vecteur ETBN .....                                   | 205 |
| Tableau 17 – Champs de vecteur ETBN .....                         | 205 |
| Tableau 18 – Table de connectivité .....                          | 206 |
| Tableau 19 – Champs de la table de connectivité .....             | 206 |
| Tableau 20 – Répertoire de réseau de train .....                  | 207 |
| Tableau 21 – Champs du répertoire de réseau de train .....        | 207 |
| Tableau 22 – Répertoire de réseau de train (exemple) .....        | 209 |
| Tableau 23 – Mise en correspondance des champs DSCP .....         | 226 |
| Tableau 24 – Priorités de commutation ETB .....                   | 226 |
| Tableau 25 – Objet «découverte de la topologie du train» .....    | 229 |
| Tableau A.1 – Paramètres de dimensionnement de réseau ETB .....   | 231 |



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MATÉRIEL ÉLECTRONIQUE FERROVIAIRE –  
RÉSEAU EMBARQUÉ DE TRAIN (TCN) –****Partie 2-5: Réseau central de train Ethernet****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 61375-2-5 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 |
|-------------|-----------------|
| 9/1933/FDIS | 9/1961/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

L'IEC 61375-2-5 définit le réseau central de train Ethernet permettant d'obtenir l'interopérabilité entre les rames de différents types couplées dans la même composition de train.

La norme suit le modèle ISO-OSI et spécifie la pile de protocoles dans son ensemble, de la couche physique jusqu'à la couche application.

Un pro forma de déclaration de conformité d'une mise en œuvre de Protocole (PICS) permet aux fournisseurs de déclarer leur conformité à la présente norme. La spécification du pro forma PICS et l'essai de conformité associé ne relèvent pas du domaine d'application de la présente norme.

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

### **Partie 2-5: Réseau central de train Ethernet**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de l'IEC 61375 définit les exigences de réseau central de train Ethernet (ETB) pour satisfaire au système de communication de données d'un train à composition variable, basé sur la technologie Ethernet.

Le respect de la présente norme assure l'interopérabilité entre les sous-réseaux de rames locales, quelle que soit la technologie de réseau de rame (voir l'IEC 61375-1 pour plus de détails).

Il convient que toutes les définitions portant sur les réseaux de rames tiennent compte de la présente norme afin de préserver l'interopérabilité.

La présente norme peut également s'appliquer aux rames non modifiables et aux trains de rames multiples 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).

IEC 61076-2-101:2012, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-101: Connecteurs circulaires – Spécification particulière pour les connecteurs M12 à vis*

IEC 61156 (toutes les parties), *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quarts pour transmissions numériques*

IEC 61156-1:2007, *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quarts pour transmissions numériques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 61156-5, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 5: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz – Horizontal floor wiring – Sectional specification* (disponible en anglais seulement)

IEC 61375-1:2012, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) – Partie 1: Architecture générale*

IEC 61375-2-3, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) – Partie 2-3: Profil de communication TCN* (à publier)

IEC 61375-3-4, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) – Partie 3-4: Réseau Ethernet de Rame (ECN)*

IEC 62236-3-2, *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 3-2: Matériel roulant – Appareils*

ISO/IEC 7498 (toutes les parties), *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de référence de base*

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

ISO/IEC 9646 (toutes les parties), *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Cadre général et méthodologie des tests de conformité*

ISO/IEC 11801:2002, *Information technology – Generic cabling for customer premises* (disponible en anglais seulement)

IEEE 802.1AB, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Station and Media Access Control Connectivity Discovery*

IEEE 802.1AX:2008, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Link Aggregation*

IEEE 802.1D:2012, *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 802.2, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 2: Logical Link Control*

IEEE 802.3:2012, *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*