

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) –
Part 2-2: Wire Train Bus conformance testing**

**Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) –
Partie 2-2: Bus de Train Filaire – Essais de conformité**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61375-2-2:2012



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

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

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

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) –
Part 2-2: Wire Train Bus conformance testing**

**Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) –
Partie 2-2: Bus de Train Filaire – Essais de conformité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XD

ICS 45.060

ISBN 978-2-88912-068-0

**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.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions, Abbreviations, Conventions.....	10
3.1 Terms and definitions	10
3.2 Abbreviations	11
4 Conformance test: approach, requirements and boundaries	12
4.1 The approach	12
4.1.1 Requirements	12
4.1.2 Requirements declaration statements for an IUT	14
4.2 Boundaries	15
4.2.1 General	15
4.2.2 Basic interconnection tests	16
4.2.3 Capability tests	16
4.2.4 Behaviour tests.....	17
4.2.5 Conformance resolution tests	17
4.2.6 Interpretation of clauses/subclauses and statements	18
4.2.7 Relation to interoperability	20
4.2.8 Relation to performance test.....	20
4.3 Conformance assessment process outline	21
4.3.1 General	21
4.3.2 Analysis of results, outcomes and verdicts	21
5 Conformance test of a WTB node, WTB trunk cable, WTB jumper cables, WTB extension cables.....	22
5.1 PICS	22
5.1.1 Instructions for filling the PICS pro-forma	22
5.1.2 PICS tables	24
5.1.3 Basic interconnection tests	32
5.1.4 Capability tests	32
5.1.5 Behaviour tests.....	32
5.1.6 Link layer interface	47
5.1.7 The test cases	58
6 Conformance test of RTP	68
6.1 Ports and Traffic_Store	69
6.2 Dataset consistency	69
6.2.1 Error handling.....	69
6.2.2 Freshness supervision.....	69
6.2.3 Synchronisation dataset	69
6.2.4 Dataset polling	70
6.2.5 Dataset, port and logical address	70
6.2.6 Traffic_Store Identifier	70
6.3 Port_Address	70
6.4 Link_Process_Data_Interface primitives	70
6.5 Messages services and protocols	70

7	Conformance test of a WTB-equipped consist	70
7.1	General	70
7.2	PICS	71
7.2.1	Instructions for filling the PICS pro-forma	71
7.2.2	Abbreviations	71
7.2.3	PICS tables	71
7.3	Test suites	74
7.3.1	Physical interface tests	75
7.3.2	DC test: line resistance	75
7.3.3	WTB Link_layer capabilities	78
7.3.4	Data test storage	85
7.4	Consist network interoperability test	85
7.5	Application profile	85
7.6	Several nodes on the consist	85
8	Conformance test of NM	85
	Annex A (normative) Test laboratory role and client role	86
	Annex B (informative) Test instrumentation and dedicated test bed	93
	Bibliography	101
	Figure 1 – Insertion loss measurement	34
	Figure 2 – Measurement of the input resistance	35
	Figure 3 – End setting measurement setup 1	35
	Figure 4 – End setting measurement setup 2	36
	Figure 5 – Switches measurement setup 1	37
	Figure 6 – Indirect attachment switches measurements Fixture 1	37
	Figure 7 – Direct attachment switches measurements Fixture 1	38
	Figure 8 – Transmitter fixtures	39
	Figure 9 – Transmitter output signal	40
	Figure 10 – Intermediate transmitted noise test fixture	40
	Figure 11 – End node transmitted noise test fixture	41
	Figure 12 – Signal and idling at transmitter	42
	Figure 13 – RF resistor example	43
	Figure 14 – Short-circuit test Fixture 1	43
	Figure 15 – Receiver signal envelope	45
	Figure 16 – Receiver edge distortion	46
	Figure 17 – Example of relay switch logic diagram for line A	49
	Figure 18 – WTB orientation	52
	Figure 19 – Line switch identification in position P01	53
	Figure 20 – Line switch identification in position P10	53
	Figure 21 – Line switch identification in position P32	54
	Figure 22 – Test suite identifier TTS1	55
	Figure 23 – Test suite identifier TTS2	56
	Figure 24 – Test suite identifier TTS3	57
	Figure 25 – Line resistance	76
	Figure 26 – Crosstalk	77

Figure 27 – Propagation delay and attenuation	78
Figure 28 – Coach tester nodes	83
Figure B.1 – Hardware test bed architecture	94
Figure B.2 – Coach tester architecture	95
Figure B.3 – Configuration of the coach tester	99
Figure B.4 – WTB line redundancy switch-over	100
Table 1 – Document structure	9
Table 2 – Continuance indication	19
Table 3 – Weak statements	20
Table 4 – Relation to interoperability	20
Table 5 – Relation to performance test	21
Table 6 – PICS pro-forma identification	24
Table 7 – PICS pro-forma implementation under test	25
Table 8 – PICS pro-forma IUT supplier and/or test laboratory client	25
Table 9 – PICS pro-forma identification of the standards	26
Table 10 – PICS pro-forma global statement of conformance	26
Table 11 – PICS pro-forma level of testing	26
Table 12 – PICS pro-forma node capability	27
Table 13 – PICS pro-forma redundancy	27
Table 14 – PICS pro-forma redundancy configuration	27
Table 15 – PICS pro-forma signalling	28
Table 16 – PICS pro-forma cable	28
Table 17 – PICS pro-forma trunk cable	28
Table 18 – PICS pro-forma jumper cable	29
Table 19 – PICS pro-forma extension cable	29
Table 20 – PICS pro-forma front panel layout	30
Table 21 – PICS pro-forma connector arrangement	30
Table 22 – PICS pro-forma connector layout and type	31
Table 23 – PICS pro-forma switches type	32
Table 24 – PICS pro-forma switches	32
Table 25 – WTB pin to pin measurement	38
Table 26 – Fault tolerance parameters	42
Table 27 – Frequency sinusoidal signal	47
Table 28 – WTB devices configuration	50
Table 29 – TNM agent services	51
Table 30 – Mapping Server services	51
Table 31 – Power switch identifier	53
Table 32 – Line switch identifier	53
Table 33 – Test suites	54
Table 34 – Test sequence node strength	59
Table 35 – Test sequence change of user report	59
Table 36 – Test sequence change of node descriptor	60

Table 37 – Test sequence change of inauguration data	60
Table 38 – Test sequence inauguration inhibit lengthening	61
Table 39 – Test sequence sleep state	61
Table 40 – Test sequence fast insertion	62
Table 41 – Test sequence late insertion	62
Table 42 – Test sequence process data	63
Table 43 – Test sequence individual period 3	63
Table 44 – Test sequence individual period 2	63
Table 45 – Test sequence coupling of two compositions	64
Table 46 – Test sequence inauguration time IUT intermediate	65
Table 47 – Test sequence inauguration time IUT end setting main direction 2	65
Table 48 – Test sequence inauguration time IUT end setting main direction 1	65
Table 49 – Test sequence failure of the master node	66
Table 50 – Test sequence line redundancy during regular operation	66
Table 51 – Test sequence line redundancy during inauguration	67
Table 52 – Test sequence measurement of basic period	67
Table 53 – WTB link layer procedures	68
Table 54 – PICS pro-forma identification	71
Table 55 – PICS pro-forma WTB consist under test	72
Table 56 – PICS pro-forma identification of consist WTB node	72
Table 57 – PICS pro-forma identification of consist trunk cable	73
Table 58 – PICS pro-forma identification of consist jumper cable	73
Table 59 – PICS pro-forma identification of consist extension cable	74

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT – TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –

Part 2-2: Wire Train Bus conformance testing

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 61375-2-2 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This first edition cancels the clauses of IEC 61375-2, first edition, published in 2007, relevant to the specification of WTB conformance testing and constitutes a technical revision.

It was prepared taking into account IEC 61375-2-1, first edition.

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

FDIS	Report on voting
9/1643/FDIS	9/1667/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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61375-2-2:2012

INTRODUCTION

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

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

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

In this part of IEC 61375, the TCN hierarchical structure deals with the train bus called the Wire Train Bus (WTB).

No other busses are taken into consideration even though they are foreseen by IEC 61375.

WTB has real-time protocols, which offer two communication services:

- c) process variables, a distributed, real-time database, periodically refreshed through broadcasting;
- d) messages, transmitted on demand either as:
 - 0. unicast messages (point-to-point) or/and
 - 1. multicast messages.

WTB has a network management, which allows debugging, commissioning and maintenance over the network.

This standard is structured into 8 clauses and 2 annexes.

The clauses and annexes are listed and briefly described in Table 1.

Table 1 – Document structure

Clause	Description
1 Scope	This clause describes the scope of this standard..
2 Normative references	This clause lists the normative references.
3 Terms and definitions, abbreviations, conventions	This clause introduces basic terms and abbreviations not reported in IEC 61375-2-1.
4 Conformance test: approach, requirements and boundaries	This clause is an overview of the methods of TCN implementation verification that are available to the developer and regulatory personnel. Supplies information concerning the ICS and IxITpPro-forma(s).
5 Conformance test of a WTB node, WTB trunk cable, WTB jumper cables, WTB extension cables	Contents: All tests on WTB are classified by nodes related to WTB itself and MVB only. The main contents are: the WTB PICS and PIXIT; the WTB test suites; the WTB test procedures.
6 Conformance test of RTP	This clause lists the tests covered in Clauses 3 and 4 fulfilling the real time protocol.
7 Conformance test of a WTB-equipped consist	This clause covers the Physical Layer while the Services given by the WTB node are covered by the previous clauses. Application profiles are covered by other bodies, like communication profile as described in UIC CODE 556.
8 Conformance test of NM	Partially covered by Clauses 3 and 4. Remaining parts are not covered.
Annex A – Test laboratory and client role	This annex is normative.
Annex B – Test suites standard instrumentation	This annex is informative.

ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT – TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –

Part 2-2: Wire Train Bus conformance testing

1 Scope

This part of IEC 61375 applies to all equipment and devices implemented according to IEC 61375-2-1, i.e. it covers the procedures to be applied to such equipment and devices when the conformance should be proven.

The applicability of this standard to a TCN implementation allows for individual conformance checking of the implementation itself and is a pre-requisite for further interoperability checking between different TCN implementations.

NOTE For a definition of TCN implementation see IEC 61375-2-1, 1.3.

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 60571: *Electronic equipment used on rail vehicles*

IEC 60807(all parts), *Rectangular connectors for frequencies below 3 MHz*

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

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

ISO/IEC 9646-1:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 1: General concepts* (Also available as ITU-T Recommendation X.290 (1995))

ISO/IEC 9646-7:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 7: Implementation Conformance Statements* (Also available as ITU-T Recommendation X.296 (1995))

UIC CODE 556, *Information transmission in the train (train-bus)*

3 Terms and definitions, abbreviations, conventions

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in ISO/IEC 9646-1 and IEC 61375-2-1 apply.

3.2 Abbreviations

AVI	Application Variables Interface, the definition of the Process Variable services
BR	Bit Rate, the rate of data throughput on the medium expressed in bits per second (bit/s) or in hertz (Hz), whichever is appropriate
BT	Bit Time, the duration of the transmission of one bit, expressed in μ s
CUT	Consist under Test
DMM	Digital Multi Meter
ITU	International Telecommunication Union, the international standardisation body for telecommunications based in Geneva
IUT	Implementation Under Test
IEC	International Electrotechnical Commission, Geneva
ISO	International Standard Organisation, Geneva
LLC	Logical Link Control, a sub-layer within the Link Layer ruling the data exchange
LME	Layer Management Entity, the entity in charge of supervising a layer on behalf of Network Management
MAU	Medium Attachment Unit, the part of a Node which interfaces electrically to the bus and which provides/accepts binary logic signals
MOT	Mean of Test
MVB	Multifunction Vehicle Bus, a Consist network
MS	Mapping Server, defined in UIC CODE 556
OSI	Open System Interconnection, a universal communication model defined in the ISO/IEC 7498
PCTR	Protocol Conformance Test Report, defined in ISO/IEC 9646
PICS	Protocol Implementation Conformance Statement, defined in ISO/IEC 9646
PIXIT	Protocol Implementation Extra Information for Testing
RTP	Real-Time Protocols, the common communication protocols for process data and message data
TCN	Train Communication Network, a set of communicating consist and Train Busses
TDR	Time Domain Reflectometry, tool for analyzing single-ended and differential transmission lines
TNM	Train Network Management
UIC	International Union of Railways , the international railways operators association
WTB	Wire Train Bus

4 Conformance test: approach, requirements and boundaries

4.1 Approach

This standard specifies a general methodology for testing the conformance to the TCN protocol standard of products in which the standard is claimed to be implemented.

This standard is organised into clauses structured into different phases of the conformance testing process, these phases being characterised by the following roles:

- a) the specification of abstract test suites for particular TCN protocols according to ISO/IEC 9646-1;
- b) the derivation of executable test suites and associated testing tools according to ISO/IEC 9646-7;

Annex A specifies the rules on clients and laboratory specifying:

- c) the role of a client of a test laboratory, having an implementation of TCN protocols to be tested;
- d) the operation of conformance testing, culminating in the production of a conformance test report which gives the results in terms of the test suite(s) used and the relevant documentation produced.

In all clauses of this standard, the scope is limited in order to meet the following objectives:

- e) to achieve an adequate level of confidence in the tests as a guide to conformance;
- f) to achieve comparability between the results of the corresponding tests applied in different places at different times;
- g) to facilitate communication between the parties responsible for the roles described above.

Each objective involves the framework for development of TCN test suites, as listed hereinafter:

- h) how they should relate to the various types of conformance requirement;
- i) the types of test to be standardised and the types not needing standardisation;
- j) the criteria for selecting tests for inclusion in a conformance test suite;
- k) the notation to be used for defining tests;
- l) the structure of a test suite.

Certification, an administrative procedure which may follow conformance testing, is outside the scope of this standard.

Requirements for procurement and contracts are outside the scope of this standard.

4.1.1 Requirements

4.1.1.1 General

In the context of TCN, a real system is said to exhibit conformance if it complies with the requirements of applicable TCN standard clauses in its communication with a reference system, i.e. the tester.

A TCN standard is a set of interrelated clauses which, together, define behaviour of TCN systems in their communication. Conformance of an IUT will, therefore, be expressed at two levels, conformance to each individual clause, and conformance to the set of clauses.

The following clauses define the conformance requirements and classify them according to attributes and into feasible groups. Attributes and grouping are defined from the general point of view with reference to a TCN specification itself and from the IUT point of view. In the second case, the requirement shall be declared in the appropriate PICS and PIXIT.

4.1.1.2 Conformance requirements

The conformance requirements can be:

- a) mandatory requirements: these are to be observed in all cases;
- b) conditional requirements: these are to be observed if the conditions, set out in the clause, apply;
- c) options: these can be selected to suit the implementation, provided that any requirements applicable to the option are observed.

TCN essential functionality are mandatory requirements; additional functionality can be either conditional or optional requirements.

Furthermore, conformance requirements in a Part can be stated:

- d) positively: they state what shall be done;
- e) negatively (prohibitions): they state what shall not be done.

Finally, conformance requirements fall into two groups:

- f) static conformance requirements;
- g) dynamic conformance requirements;

these are discussed in 4.1.1.3 and 4.1.1.4, respectively.

4.1.1.3 Static conformance requirements

To facilitate interoperability static conformance requirements define the allowed minimum capabilities of an implementation. These requirements may be at a broad level, such as the grouping of functional units and options into protocol classes, or at a detailed level, such as a range of values that have to be supported for specific parameters of timers.

Static conformance requirements and options in TCN parts can be of two varieties:

- a) those which determine the capabilities to be included in the implementation of the particular protocol;
- b) those which determine multi-layer dependencies, for example those which place constraints on the capabilities of the underlying layers of the system in which the protocol implementation resides. These are likely to be found in upper layer parts (e.g. network management vs real time protocols).

All capabilities not explicitly stated as static conformance requirements are to be regarded as optional.

4.1.1.4 Dynamic conformance requirements

Dynamic conformance requirements are all those requirements (and options) which determine what observable behaviour is permitted by the relevant TCN part in instances of communication. They form the bulk of each TCN protocol document. They define the set of allowable behaviours of an implementation or real system. This set defines the maximum capability that a conforming implementation or real system can have within the terms of the TCN protocol document.

A system exhibits dynamic conformance in an instance of communication if its behaviour is a member of the set of all behaviours permitted by the relevant TCN protocol part in a way which is consistent with the PICS.

4.1.1.4.1 A conforming system

A conforming system or implementation is one which is shown to satisfy both static and dynamic conformance requirements, consistent with the capabilities stated in the PICS, for each protocol declared in the system conformance statement.

4.1.1.4.2 Interoperability and conformance

The primary purpose of conformance testing is to increase the probability that different implementations are able to inter-operate.

Successful interoperability of two or more real open systems is more likely to be achieved if they all conform to the same subset of a TCN part, or to the same selection of TCN parts, than if they do not.

To prepare two or more systems to successfully inter-operate, it is recommended that a comparison is made of the system conformance statements and PICSs of these systems.

If there is more than one version of a relevant TCN part indicated in the PICSs, the differences between the versions need to be identified and their implications for consideration, including their use in combination with other parts.

While conformance is a necessary condition, it is not on its own a sufficient condition to guarantee interoperability capability. Even if two implementations conform to the same TCN protocol part, they may fail to interoperate because of factors outside the scope of this standard.

Trial interoperability is recommended to detect these factors. Further information to assist interoperability between two systems can be obtained by extending the PICS comparison to other relevant information, including test reports and PIXIT. The comparison can focus on:

- a) additional mechanisms claimed to work around known ambiguities or deficiencies not yet corrected in the TCN standard or in peer real systems, for example solution of multi-layer problems;
- b) selection of free options which are not taken into account in the static conformance requirements of the TCN parts;
- c) the existence of timers not specified in the TCN parts and their associated values.

NOTE The comparison can be made between two individual systems, between two or more types of product, or, for the PICS comparison only, between two or more specifications for procurement, permissions to connect, etc.

4.1.2 Requirements declaration statements for an IUT

4.1.2.1 Protocol implementation conformance statement (PICS)

To evaluate the conformance of a particular implementation, it is necessary to have a statement of the capabilities and options which have been implemented, and any features which have been omitted, so that the implementation can be tested for conformance against relevant requirements, and against those requirements only. Such a statement is called a Protocol Implementation Conformance Statement (PICS).

In a PICS there should be a distinction between the following categories of information which it may contain:

- a) information related to the mandatory, optional and conditional static conformance requirements of the protocol itself;
- b) information related to the mandatory, optional and conditional static conformance requirements for multi-layer dependencies.

If a set of interrelated TCN protocol has been implemented in a system, a PICS is needed for each protocol. A system conformance statement will also be necessary, summarising all protocols in the system for each of which a distinct PICS is provided.

4.1.2.2 Protocol implementation extra information for testing (PIXIT)

In order to test a protocol implementation, the test laboratory will require information relating to the IUT and its testing environment in addition to that provided by the PICS. This "*Protocol Implementation eXtra Information for Testing*" (PIXIT) will be provided by the client submitting the implementation for testing, as a result of consultation with the test laboratory.

The PIXIT may contain the following information:

- a) information needed by the test laboratory in order to be able to run the appropriate test suite on the specific system (e.g. information related to the test method to be used to run the test cases, addressing information);
- b) information already mentioned in the PICS and which needs to be made precise (e.g. a timer value range which is declared as a parameter in the PICS should be specified in the PIXIT);
- c) information to help determine which capabilities stated in the PICS as being supported are testable and which are untestable;
- d) other administrative matters (e.g. the IUT identifier, reference to the related PICS).

The PIXIT should not conflict with the appropriate PICS.

The abstract test suite specifier, test implementor and test laboratory will all contribute to the development of the PIXIT pro-forma.

4.2 Boundaries

4.2.1 General

Conformance testing as discussed in this standard is focused on testing for conformance to TCN clauses as they are specified in IEC 61375-2-1.

In principle, the objective of conformance testing is to establish whether the implementation being tested conforms to the specification in the relevant clause. Practical limitations make it impossible to be exhaustive, and economic considerations may restrict testing still further.

Therefore, this standard distinguishes four types of testing, according to the extent to which they provide an indication of conformance:

- a) basic interconnection tests, which provide *prima facie* evidence that an IUT conforms;
- b) capability tests, which check that the observable capabilities of the IUT are in accordance with the static conformance requirements and the capabilities claimed in the PICS;
- c) behaviour tests, which endeavour to provide testing which is as comprehensive as possible over the full range of dynamic conformance requirements within the capabilities of the IUT;
- d) conformance resolution tests, which probe in depth the conformance of an IUT to particular requirements, to provide a definite yes/no answer and diagnostic information in relation to specific conformance issues; such tests are not covered by this standard.

The tests a), b), c) and d) are described in detail by the following subclauses.

Relations to interoperability and performance are hereinafter considered and defined to clarify their boundaries.

4.2.2 Basic interconnection tests

Basic interconnection tests provide limited testing of an IUT to establish that there is sufficient conformance for interconnection to be possible, without trying to perform thorough testing.

4.2.2.1 Applicability of basic interconnection tests

Basic interconnection tests are appropriate:

- a) for detecting severe cases of non-conformance;
- b) as a preliminary filter before undertaking more costly tests;
- c) to give a *prima facie* indication that an implementation which has passed full conformance tests in one environment still conforms in a new environment (e.g. before testing an (N)-implementation, to check that a tested (N – 1)-implementation has not undergone any severe change due to being linked to the (N)-implementation);
- d) for use by users of implementations, to determine whether the implementations appear to be usable for communication with other conforming implementations, for example as a preliminary to data interchange.

Basic interconnection tests are inappropriate:

- e) as a basis for claims of conformance by the supplier of an implementation;
- f) as a means of arbitration to determine causes for communications failure.

Basic interconnection tests are standardised a subset of a conformance test suite (including capability and behaviour tests). They can be used on their own or together with a conformance test suite. The existence and execution of basic interconnection tests are optional.

4.2.3 Capability tests

Capability tests provide limited testing of each of the static conformance requirements in a Part, to ascertain what capabilities of the IUT can be observed and to check that those observable capabilities are valid with respect to the static conformance requirements and the PICS.

4.2.3.1 Applicability of capability tests

Capability tests are appropriate:

- a) to check as far as possible the consistency of the PICS with the IUT;
- b) as a preliminary filter before undertaking more in-depth and costly testing;
- c) to check that the capabilities of the IUT are consistent with the static conformance requirements;
- d) to enable efficient selection of behaviour tests to be made for a particular IUT;
- e) when taken together with behaviour tests, as a basis for claims of conformance.

Capability tests are inappropriate:

- f) on their own, as a basis for claims of conformance by the supplier of an implementation;
- g) for testing in detail the behaviour associated with each capability which has been implemented or not implemented;
- h) for resolution of problems experienced during live usage or where other tests indicate possible non-conformance even though the capability tests have been satisfied.

Capability tests are standardised within a conformance test suite. They can either be separated into their own test group(s) or merged with the behaviour tests.

4.2.4 Behaviour tests

Behaviour tests test an implementation as thoroughly as is practical, over the full range of dynamic conformance requirements specified in a Part. Since the number of possible combinations of events and timing of events is infinite, such testing cannot be exhaustive. There is a further limitation, namely that these tests are designed to be run collectively in a single test environment, so that any faults which are difficult or impossible to detect in that environment are likely to be missed. Therefore, it is possible that a non-conforming implementation passes the conformance test suite; one aim of the test suite design is to minimise the number of times that this occurs.

Behaviour tests with capability tests are the basis for the conformance assessment process.

Behaviour tests are inappropriate:

- a) for resolution of problems experienced during live usage or where other tests indicate possible non-conformance even though the behaviour tests have been satisfied.

Behaviour tests are standardised as the bulk of a conformance test suite.

NOTE Behaviour tests include tests for valid behaviour by the IUT in response to valid, inopportune and syntactically invalid protocol behaviour by the real tester. This includes testing the rejection by the IUT of attempts to use features (capabilities) which are stated in the PICS as being not implemented. Thus, capability tests do not need to include tests for capabilities omitted from the PICS.

4.2.5 Conformance resolution tests

Conformance resolution tests provide diagnostic answers, as near to definitive as possible, to the resolution of whether an implementation satisfies particular requirements. Because of the problems of exhaustiveness, the definite answers are gained at the expense of confining tests to a narrow field.

The test architecture and test method will normally be chosen specifically for the requirements to be tested, and need not be ones that are generally useful for other requirements. They may even be ones that are regarded as being unacceptable for (standardised) abstract conformance test suites, for example involving implementation-specific methods using, say, the diagnostic and debugging facilities of the specific operating system.

The distinction between behaviour tests and conformance resolution tests may be illustrated by the case of an event such as a reset. The behaviour tests may include only a representative selection of conditions under which a reset might occur, and may fail to detect incorrect behaviour in other circumstances. The conformance resolution tests would be confined to conditions under which incorrect behaviour was already suspected to occur, and would confirm whether or not the suspicions were correct.

Conformance resolution tests are appropriate:

- a) for providing a yes/no answer in a strictly confined and previously identified situation (e.g. during implementation development, to check whether a particular feature has been correctly implemented, or during operational use, to investigate the cause of problems);
- b) as a means for identifying and offering resolutions for deficiencies in a current conformance test suite.

Conformance resolution tests are inappropriate

- c) as a basis for judging whether or not an implementation conforms overall.

Conformance resolution tests are not standardised. As a by-product of conformance testing, errors and deficiencies in protocol parts may be identified.

4.2.6 Interpretation of clauses/subclauses and statements

The TCN described in IEC 61375-2-1 is subject to a sort of interpretation to translate some clauses/subclauses and requirements into realisable test suites. The complexity of most TCN protocols makes exhaustive testing impractical on both technical and economic grounds. To cope with a real implementation and extract from IEC 61375-2-1 all the relevant tests and some criteria were used. The criteria were grouped according to their characteristics:

- a) imperatives;
- b) illustrative;
- c) directives;
- d) options;
- e) weak phrases.

The following subclauses describe the criteria.

4.2.6.1 Imperatives

Imperatives are those words and phrases commanding that something shall be provided and are classified as mandatory. They are:

- a) shall: dictates the provision of a functional capability;
- b) must: establishes performance requirements or constraints;
- c) is required: is a specification statement written in the passive voice;
- d) is applicable: includes, by reference, standards or other documentation as an addition to the requirements being specified;
- e) responsible for: is a requirement written for architectures already defined. As an example, "In extended reply delay applications, the master is responsible for spacing the master frames so that the minimum time to transmit to a slave frame and the following master frame is greater than T_{safe}.";
- f) will: is generally used to cite things that the operational or development environment are to provide to the capability being specified. For example, "If it was a strong master, it will signal its demoting to all nodes and it will remain in control of the bus as a weak master until a strong node is appointed";
- g) should: when it is used, the specification statement is considered to be very weak. For example, "Devices supporting the message data capability should have a device address smaller than 256.".

Continuance

Phrases that follow an imperative and introduce the specification of requirements at a lower level, for a supplemental requirement count.

- h) as follows,
- i) below,
- j) following,
- k) in particular,
- l) listed,
- m) support.

Phrases that introduces temporal indication, that may lead to definite or indefinite actions, or enumerative that may lead to infinite test cases. For examples see Table 2:

Table 2 – Continuance indication

	Statement	Example
1	for each	A PV_Set identifies a set of variables belonging to the same dataset, including for each variable the Memory_Address where it should be copied to (or from), and including for the whole dataset the Freshness_Time.)
2	while	While sending BD packets, the producer filters incoming BR packets and starts retransmission after insertion of a transmission pause (PAUSE_TMO in addition to the normal SEND_TMO)

The requirement containing temporal or enumerative is tested with a finite time or finite sample.

4.2.6.2 Illustrative

This is information within the requirements document. The data and information pointed to by illustrative strengthens the document's specification statements and whenever possible is used as sample category input for the test. Namely:

- a) figure;
- b) table;
- c) example;
- d) note.

4.2.6.3 Options

Options is the category of words that give the developer latitude in satisfying the specification statements that contain them. This category clearly forms the basis for the option statements declaration into the PICS. However, those requirements containing such a category of words loosen the specification, increase the risk of non-interoperability, and widen the tests sets.

- a) can (Example: Gateways with Bus_Administrator capability can synchronise the busses.);
- b) may (Example: Class 5 devices may offer the Bus_Administrator capability.);
- c) optionally (Example: The User_Programmable capability is optional.);
- d) exclusion (Example: while the IUT is naming the nodes, one node responds to the naming frame but not to the status request, or sends a wrong naming response frame).

Options shall drive the PICS production.

4.2.6.4 Weak statements

Weak statements are apt to cause uncertainty leaving room for multiple interpretations, such wording provides a basis for expanding a requirement or adding future requirements. For the extent of testing, this category generates test with test cases chosen among a representative set of samples. However, by no means such sets fully represent all significant cases foreseen by the clause under test. They are listed in Table 3:

Table 3 – Weak statements

Phrases with	Example
adequate	The transmitter and the receiver connector shall be <i>adequately</i> identified, preferably: • light grey for the transmitter; • dark grey for the receive.
be able to	The link layer as well as the application shall <i>be able to</i> access a port consistently, i.e. write or read all its data in one indivisible operation
be capable	A device with double-line attachment shall <i>be capable</i> of being attached to both a single-line or to a double-line segment
effective	The entity which <i>effectively</i> accesses the objects in each layer is called the Layer Management Entity, or LME
normal	While sending BD packets, the producer filters incoming BR packets and starts retransmission after insertion of a transmission pause (PAUSE_TMO in addition to the <i>normal</i> SEND_TMO.
provide for	The Application Layer for Variables (AVI) shall <i>provide for</i> Cluster access the following primitives,

4.2.7 Relation to interoperability

One of the aims of this conformance test is to lead to comparability and wide acceptance of test results produced by different testers, and thereby minimise the need for repeated conformance testing of the same system. Interoperability plays a principal role, since the conformance test is aimed to facilitate interoperability, it has been taken into account with the following domains in Table 4:

Table 4 – Relation to interoperability

Domain	Description
Application interoperability	the ability of TCN to provide a consistent implementation of the syntax and semantics of the data which are interchanged
Protocol interoperability	the ability of TCN to interchange PDUs via the communications platform
Service interoperability	the ability of TCN to support a subset of its intended services
User perceived interoperability	the ability of the service user (human, application, machine) to exchange information via the TCN

No provision is made in this standard to implement or recommend an interoperability test.

4.2.8 Relation to performance test

Performance attributes relate deeply on services given by the TCN, even though this conformance test does not intend to implement a performance test, nevertheless performance attributes were taken into account in the following way in Table 5:

Table 5 – Relation to performance test

Performance attribute	Description
Speed	This performance attribute describes the time interval that is used to perform the function or the rate at which the function is performed. (The function may or may not be performed with the desired accuracy.). An example of speed attribute evaluation is: freshness time supervision test
Accuracy	This performance attribute describes the degree of correctness with which the function is performed, no matter if the function is or is not performed with the desired speed. An example of accuracy evaluation is: the receiver hysteresis test
Dependability	This performance attribute describes the degree of certainty (or surety) with which the function is performed regardless of speed or accuracy, but within a given observation interval. An example of dependability attribute evaluation is: Connection stability for the entire inauguration time

No provision is made in this standard to implement or recommend a performance test as it is defined by IEC 60571.

4.3 Conformance assessment process outline

4.3.1 General

The main feature of the conformance assessment process is a configuration of equipment allowing exchanges of information between the IUT and a real tester. These are controlled and observed by the real tester.

In a conceptual outline, conformance testing should include several steps, involving both static conformance reviews and live testing phases, culminating in the production of a test report which is as thorough as is practical.

These steps are:

- compilation of the PICS;
- compilation of the PIXIT;
- test selection and parameterisation;
- basic interconnection testing (optional);
- capability testing;
- behaviour testing;
- review and analysis of test results;
- synthesis, conclusions and conformance test report production.

4.3.2 Analysis of results, outcomes and verdicts

The observed outcome (of the test execution) is the series of events which have occurred during execution of a test case; it includes all input to and output from the IUT at the points of control and observation.

The foreseen outcomes are identified and defined by the abstract test case specification taken in conjunction with the protocol Part. For each test case, there may be one or more foreseen outcomes. Foreseen outcomes are defined primarily in abstract terms.

A verdict is a statement of pass, fail or inconclusive to be associated with every foreseen outcome in the abstract test suite specification.

The analysis of results is performed by comparing the observed outcomes with foreseen outcomes.

The verdict assigned to an observed outcome is that associated with the matching foreseen outcome. If the observed outcome is unforeseen then the abstract test suite specification will state what default verdict shall be assigned.

The means by which the comparison of the observed outcomes with the foreseen outcomes is made is outside the scope of this standard.

NOTE Amongst the possibilities are:

- a) manual or automated comparison (or a mixture);
- b) comparison at or after execution time;
- c) translating the observed outcomes into abstract terms for comparison with the foreseen outcomes or translating the foreseen outcomes into the terms used to record the observed outcomes.

The verdict will be pass, fail or inconclusive:

- d) pass means that the observed outcome satisfies the test purpose and is valid with respect to the relevant TCN Parts and with respect to the PICS;
- e) fail means that the observed outcome is syntactically invalid or inopportune with respect to the relevant TCN Parts or the PICS;
- f) inconclusive means that the observed outcome is valid with respect to the relevant TCN Parts but prevents the test purpose from being accomplished.

The verdict assigned to a particular outcome will depend on the test purpose and the validity of the observed protocol behaviour.

The verdicts made in respect of individual test cases will be synthesised into an overall summary for the IUT based on the test cases executed.

5 Conformance test of a WTB node, WTB trunk cable, WTB jumper cables, WTB extension cables

5.1 PICS

PICS pro-forma is a set of tables containing questions to be answered by an implementer, and limitations on the possible answers.

It contains two types of questions:

- questions to be answered by either "YES" or "NO", related to whether a clause (ranging from a macroscopic functional unit to a microscopic) has been implemented or not. The allowed answers, which reflect the base specification, are documented in the PICS as requirement; the answers constitute the support;
- questions on numerical values implemented (for timers, for sizes of messages, for frequencies, etc.). The legitimate range of variation of this value, which reflects the base specification, is given in IEC 61375-2-1. The answers constitute the supported values.

5.1.1 Instructions for filling the PICS pro-forma

PICS are organised in tables. Columns in the tables are:

- Ref.
- Supported subclause
- Supported capability
- Requirement
- Question

- Response
- Implementation
- Parameter values

5.1.1.1 Abbreviations

The following abbreviations are used in this PICS proforma:

m: mandatory

n/a: not applicable

o: optional

c: conditional

d: default

Y: yes

N: no

5.1.1.2 Ref. column

This column is used for reference purposes inside the PICS.

5.1.1.3 Supported subclause column

This column gives the mapping between the IEC 61375-2-1 and the corresponding entry in the PICS.

5.1.1.4 Supported capability column

This column highlights the unitary capability of the subclause which is concerned.

The answer of "Y" in implementation column means that the Implementation Under Test (IUT) is able to:

- generate the corresponding service parameters (either automatically or because the end user explicitly requires that capability);
- interpret, handle and when required to make available to the end user the corresponding service parameter(s);

When the answer is "N", this does not mean that the corresponding service parameters are not implemented but the conformity test is requested by the user.

5.1.1.5 Requirement column

This column indicates the level of support required for conformance to IEC 61375-2-1.

The values are as follows:

- m mandatory support is required;
- o optional support is permitted for conformance to the IEC 61375-2-1. If implemented, it shall conform to the specifications and restrictions contained in the relevant subclause. These restrictions may affect the optionality of other items;
- c the item is conditional, the support of this item is subject to a predicate which is referenced in the note column;
- n/a the item is not applicable.

If options are not supported the corresponding items shall be considered as not applicable.

5.1.1.6 Implementation column

This column shall be completed by the supplier or implementer of the IUT. The pro-forma has been designed so that the only entries required in its own column are:

Y: yes, the item has been implemented;

N: no, the item has not been implemented;

–: the item is not applicable.

In the PICS pro-forma tables, every leading items marked 'm' should be supported by the IUT. Sub-items marked 'm' should be supported if the corresponding leading feature is supported by the IUT.

5.1.1.7 Parameter values columns

5.1.1.7.1 Allowed min.

This column is already filled in and indicates the minimum value for a parameter.

5.1.1.7.2 Default value

This column indicates the default value for a parameter. When IEC 61375-2-1 defines the default for the parameter, such a value is used as an entry in this column. When the standard recommends a range the mean value is used.

5.1.1.7.3 Allowed max.

This column is already filled in and indicates the maximum value for a parameter.

5.1.1.7.4 Implemented value

This column shall be completed by the supplier or implementer. The pro-forma has been designed so that the entry required is the implemented value. In case of multiple values, the default value shall be chosen.

5.1.2 PICS tables

5.1.2.1 Identification of PICS

The following Table 6 is intended to be filled in in order to identify the PICS pro-forma.

Table 6 – PICS pro-forma identification

Ref. No.	Question	Response
1	Date of statement	
2	PICS serial number	

5.1.2.2 Identification of the implementation under test

The following Table 7 shall be filled in to identify the implementation under test.

Table 7 – PICS pro-forma implementation under test

Ref. No.	Question	Requirement	Response
1	Implementation name	m	
2	Version number	m	
3	Special configuration	o	
4	Power supply voltage	m	
5	Power supply current	m	
6	Other information	o	
NOTE 1 Implementation name refers to the identifier of the IUT as indicated by the client. The specific conformance test is applied to the entity identified by the implementation name. NOTE 2 This is the version number of the IUT. When a version number is defined for an IUT, no subsystem which composes it can progress without a change of this figure (the architecture is frozen and constitutes a configuration). NOTE 3 Indicated if PIXIT is provided for this IUT. NOTE 4 Indicates the applicable power supply voltage. Power supply voltage is chosen amongst the values specified by IEC 60571. NOTE 5 Indicates the applicable maximum power supply current. Power supply current is chosen amongst the values specified by IEC 60571. NOTE 6 Other information the client considers relevant for IUT identification.			

5.1.2.3 Identification of the IUT supplier and/or test laboratory client

The following Table 8 shall be filled in to identify the IUT supplier and the test laboratory client.

If the IUT supplier and the test laboratory client are not the same entity, the PICS shall be agreed between the supplier and the test laboratory client.

Table 8 – PICS pro-forma IUT supplier and/or test laboratory client

Ref. No.	Question	Requirement	Response
1	Organisation name	m	
2	Contact name(s)	m	
3	Address	m	
4	Telephone number	m	
5	Fax number	m	
6	e-mail address	m	
7	Other information	m	

5.1.2.4 Identification of the standards

The following Table 9 shall be filled in to identify the Standards applied to the IUT for the conformance test.

Table 9 – PICS pro-forma identification of the standards

Ref.No.	Question	Response
1	Specification document title	
2	Specification document IEC reference number	
3	Specification document date of publication	
4	Specification document version number	
5	Conformance document title	
6	Conformance document number	
7	Conformance document date of publication	
8	Conformance document version number	

5.1.2.5 Global statement of conformance

Table 10 shall be filled by the IUT supplier in the “Implementation” column.

Table 10 – PICS pro-forma global statement of conformance

Ref. No.	Question	Requirement	Implementation
1	Are all mandatory capabilities implemented?	m	[]

NOTE Answering "No" to this section indicates non-conformance to the protocol specification. Non-supported mandatory capabilities are to be identified in the PICS, with an explanation of why the implementation is non-conforming.

5.1.2.6 Level of testing

Table 11 shall be filled by the IUT supplier in order to identify the IUT.

Table 11 – PICS pro-forma level of testing

Ref. No.	IEC 61375-2-1 Subclause	Capability	Implementation
1	4.1.4 – 2.1.5	Consist	[]
2	4.1.3	Node	[]
3	4.1.1	Trunk cable	[]
4	4.1.1	Jumper cables	[]
5	4.1.1	Extension cables	[]

5.1.2.7 Node capability

Table 12 shall be filled in by the IUT supplier only in case that the response Y is filled at reference 2 in the table of 5.1.2.6.

Table 12 – PICS pro-forma node capability

Ref. No.	IEC 61375-2-1 Subclause	Capability	Requirement	Implementation
1	4.2.1	Intermediate node	m	[]
2	4.2.1	End node	m	[]
3	4.2.1	When intermediate node, only one of its transceivers enabled	m	[]
4	4.2.1	When end node able to communicate over both its bus sections independently	m	[]
5	4.2.1	When intermediate node establishes electrical continuity between Direction_1 and Direction_2	m	[]
6	4.2.1	When end node terminates electrically the bus sections of Direction_1 through a terminator	m	[]
7	4.2.1	When end node terminates electrically the bus sections of Direction_2 through a terminator	m	[]
8	5.5.1.2	Strong node ¹	o	[]
9	5.5.1.2	Weak node ²	o	[]
10	5.5.1.2	Slave node	o	[]

5.1.2.8 Redundancy

Table 13 shall be filled in by the IUT supplier in order to declare if line redundancy is implemented or not.

Table 13 – PICS pro-forma redundancy

Ref. No.	IEC 61375-2-1 Subclause	Capability	Requirement	Implementation
1	4.2.2	Physical redundancy	o	[]
2	4.2.2	UIC node	o	[]

5.1.2.8.1 Redundancy configuration

Table 14 shall be filled in by the IUT supplier only in case that the response Y is filled in at reference 1 in the table of 5.1.2.8

Table 14 – PICS pro-forma redundancy configuration

Ref. No.	IEC 61375-2-1 Subclause	Capability	Requirement	Implementation
1	4.2.2	Is line A marked as LINE_A?	m	[]
2	4.2.2	Is line B marked as LINE_B?	m	[]
3	4.2.2	Are LINE_A and LINE_B identically configured respectively Direction_1 and Direction_2?	m	[]

¹ At least one option is chosen.

² At least one option is chosen.

5.1.2.9 Signalling

Table 15 shall be filled in by the IUT supplier in order to declare signalling characteristics.

Table 15 – PICS pro-forma signalling

Ref. No.	IEC 61375-2-1 Subclause	Capability	Requirement	Value	Implementation
1	4.2.3.1	Speed	m	1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %,	[]
2	4.2.3.1	Coding	m	Manchester	[]
3	4.2.3.1	Frequency	m	1,0 MHz	[]

5.1.2.9.1 Cable

Table 16 shall be filled in by the IUT supplier in order to declare cable characteristics.

Table 16 – PICS pro-forma cable

Ref. No.	IEC 61375-2-1 Subclause	Capability	Requirement	Implementation
1	4.2.4.1	Shielded cable	m	[]
2	4.2.4.1	Jacketed cable	m	[]
3	4.2.4.1	Twisted pair	m	[]
4	4.2.4.2	Individual wires identified as X,Y	m	[]
5	4.2.4.2	Shield wires identified as S	m	[]

5.1.2.9.1.1 Trunk cable

Table 17 shall be filled in by the IUT supplier only in case that the response Y is filled in at reference 3 in the table of 5.1.2.6

Table 17 – PICS pro-forma trunk cable

Ref. No.	IEC 61375-2-1 Subclause	Capability	Requirement	Value	Implementation
1	4.2.4.3	Impedance	m	$Z_w = 120,0 \Omega (\pm 10 \%)$	[]
2	4.2.4.1	Twist per metre	m	12	[]
3	4.2.4.4	Attenuation	m	Less than 10,0 dB/km at 1,0 MHz	[]
4	4.2.4.4	Attenuation	m	Less than 14,0 dB/km at 2,0 MHz	[]
5	4.2.4.5	Distributed capacitance	m	Less than 65 pF/m at 1,0 MHz	[]
6	4.2.4.6	Capacitive unbalance to shield	m	Less than 1,5 pF/m at 1,0 MHz	[]
7	4.2.4.8	Transfer impedance	m	Less than 20,0 m Ω /m at 20,0 MHz	[]
8	4.2.4.8	Differential transfer impedance	m	Less than 2,0 m Ω /m at 20,0 MHz	[]

5.1.2.9.1.2 Jumper cable

Table 18 shall be filled in by the IUT supplier only in case that the response Y is filled in at reference 4 in the table of 5.1.2.6

Table 18 – PICS pro-forma jumper cable

Ref. No.	IEC 61375 -2-1 Subclause	Capability	Requirement	Value	Implementation
1	4.2.4.3	Impedance	m	$Z_w = 120,0 \Omega (\pm 10 \%)$	[]
2	4.2.4.1	Twist per metre	m	12	[]
3	4.2.4.4	Attenuation	m	Less than 10,0 dB/km at 1,0 MHz	[]
4	4.2.4.4	Attenuation	m	Less than 14,0 dB/km at 2,0 MHz	[]
5	4.2.4.5	Distributed capacitance	m	Less than 65 pF/m at 1,0 MHz	[]
6	4.2.4.6	Capacitive unbalance to shield	m	Less than 1,5 pF/m at 1,0 MHz	[]
7	4.2.4.8	Transfer impedance	m	Less than 20,0 mΩ/m at 20,0 MHz	[]
8	4.2.4.8	Differential transfer impedance	m	Less than 2,0 mΩ/m at 20,0 MHz	[]

5.1.2.9.1.3 Extension cable

Table 19 shall be filled in by the IUT supplier only in case that the response Y is filled in at reference 5 in the table of 5.1.2.6

Table 19 – PICS pro-forma extension cable

Ref.No.	IEC 61375 -2-1 Subclause	Capability	Requirement	Value	Implementation
1	4.2.4.3	Impedance	m	$Z_w = 120,0 \Omega (\pm 10 \%)$	[]
2	4.2.4.1	Twist per metre	m	12	[]
3	4.2.4.1	Cross-section	m	Less than 0,56 mm ²	[]
4	4.2.4.4	Attenuation	m	Less than 10,0 dB/km at 1,0 MHz	[]
5	4.2.4.5	Distributed capacitance	m	Less than 65 pF/m at 1,0 MHz	[]
6	4.2.4.6	Capacitive unbalance to shield	m	Less than 1,5 pF/m at 1,0 MHz	[]
7	4.2.4.7	Crosstalk	m	Greater than 55,0 dB between 0,5 to 2,0 MHz	[]
8	4.2.4.8	Transfer impedance	m	Less than 20,0 mΩ/m at 20,0 MHz	[]
9	4.2.4.8	Differential transfer impedance	m	Less than 2,0 mΩ/m at 20,0 MHz	[]

5.1.2.9.2 Connectors

These tables shall be filled in by the IUT supplier only in case that the response Y is filled in at reference 2 in the table of 5.1.2.6. The conformance of connectors is mandatory when interoperability is required.

5.1.2.9.2.1 Front panel layout

Table 20 shall be filled in by the IUT supplier in order to declare front panel layout characteristics.

Table 20 – PICS pro-forma front panel layout

Ref. No.	IEC 61375-2-1 Subclause	Capability	Requirement	Implementation
1	4.3.4	Vertical	o	[]
2	4.3.4	Horizzontal	o	[]
NOTE One option shall be chosen.				

5.1.2.9.2.2 Arrangement

Table 21 shall be filled in by the IUT supplier in order to declare connector arrangement characteristics.

Table 21 – PICS pro-forma connector arrangement

Ref. No.	IEC 61375-2-1 Subclause	Capability	Requirement	Implementation
1	4.3.4	A1 male is the upper	c Ref. 1 of 5.1.2.9.2.1	[]
2	4.3.4	A1 male is leftmost	c Ref. 2 of 5.1.2.9.2.1	[]

5.1.2.9.2.3 Layout and type

Table 22 shall be filled in by the IUT supplier in order to declare connector layout and type characteristics.

Table 22 – PICS pro-forma connector layout and type

Ref. No.	IEC 61375-2-1 Subclause	Capability	Requirement	Value	Implementation
1	4.3.4	Line_A Direction_1	m	9-pin Sub-D 9 connectors using metric screws (IEC 60807)	[]
2	4.3.4	Line_A Direction_2	m	9-pin Sub-D 9 connectors using metric screws (IEC 60807)	[]
3	4.3.4	Line_A Direction_1	m	Male	[]
4	4.3.4	Line_A Direction_2	m	Female	[]
5	4.3.4	Line_B Direction_1	m	9-pin Sub-D 9 connectors using metric screws (IEC 60807)	[]
6	4.3.4	Line_B Direction_2	m	9-pin Sub-D 9 connectors using metric screws (IEC 60807)	[]
7	4.3.4	Line_B Direction_1	m	male	[]
8	4.3.4	Line_B Direction_2	m	female	[]
9	4.3.4	Shielding	m		[]
10	4.2.4.8	Transfer impedance	m	Less than 20,0 mΩ/m at 20,0 MHz	[]
11	4.2.4.8	Differential transfer impedance between two pins	m	Less than 2,0 mΩ/m at 20,0 MHz	[]
12	4.3.4	Conductive casing connected to the cable shield	m	-	[]
13	4.3.4	Makes an electrical contact with the receptacle when fastened	m	-	[]
14	4.2.4.9	Continuity resistance	m	Less than 10,0 mΩ/m	[]
15	4.3.4	Label on Line_A Direction_1	m	A1	[]
16	4.3.4	Label on Line_A Direction_2	m	A2	[]
17	4.3.4	Label on Line_B Direction_1	m	B1	[]
18	4.3.4	Label on Line_B Direction_2	m	B2	[]

5.1.2.10 Switches type

Table 23 shall be filled in by the IUT supplier in order to declare switches type characteristics.

Table 23 – PICS pro-forma switches type

<u>Ref.No.</u>	<u>IEC 61375-2-1 Clause</u>	<u>Capability</u>	<u>Requirement</u>	<u>Implementation</u>
<u>1</u>	<u>4.5.3</u>	<u>Solid state</u> ³	<u>0</u>	[1]
<u>2</u>	<u>4.5.3</u>	<u>Mechanical</u> ³	<u>0</u>	[1]

5.1.2.11 Switches

Table 24 shall be filled in by the IUT supplier in order to declare switches characteristics.

Table 24 – PICS pro-forma switches

<u>Ref. No.</u>	<u>IEC 61375-2-1 Subclause</u>	<u>Capability</u>	<u>Requirement</u>	<u>Value</u>	<u>Implementation</u>
1	4.5.3	Isolation	m	Greater than or equal to 500,0 Vr.m.s.	[]
2	4.5.3	Initial contact resistance	m	Less than 0,050 Ω	[]
3	4.5.3	Contact resistance after 10 ⁷ cycles	m	Less than 0,100 Ω	[]
4	4.5.3	Switch time	m	Less than 10,0 ms, including bounce time	[]

5.1.3 Basic interconnection tests

They are a subset of the behavioural tests.

5.1.4 Capability tests

The capability tests consist of activities:

- to check as far as possible the consistency of the PICS against the declared values into the PICS themselves, as a preliminary filter before undertaking more in-depth and costly testing;
- to check that the capabilities of the IUT are consistent with the static conformance requirements specified by this standard and IEC 61375-2-1;
- to enable efficient selection of behaviour tests to be made for a particular IUT;

when taken together with behaviour tests, as a basis for claims of conformance.

Refer to Clause A.1 for the role of the IUT supplier (the client) and the laboratory test in these activities.

5.1.5 Behaviour tests

5.1.5.1 Physical test

5.1.5.1.1 Characteristic impedance

This refers to the requirement of 2.2.4.3 of IEC 61375-2-1.

The IUT shall present a differential characteristic impedance of $Z_w = 120,0 \Omega (\pm 10 \%)$ measured with a sinusoidal signal at a frequency between 0,5 BR and 2,0 BR.

³ One option shall be chosen.

The measuring method is the open-short measurements.

- a) The IUT shall be at least 100 m of cable⁴.
- b) The Test Equipment TE shall be able to measure the reflection coefficient of a transmission line.
- c) The TE shall have a balanced output impedance.
- d) The TE's output impedance is denoted as Z_{TE} .

Measure the reflection coefficient of the IUT at 1 MHz having one extremity of the IUT opened and denote the measured value as ρ_o .

Measure the reflection coefficient of the IUT at 1 MHz having one extremity of the IUT short-circuited (the short circuit shall be made directly soldering together the twisted wires) and denote the measured value as ρ_s .

Compute the: $Z_{open} = Z_{TE} \cdot \frac{1 + \rho_o}{1 - \rho_o}$

Compute the: $Z_{short} = Z_{TE} \cdot \frac{1 + \rho_s}{1 - \rho_s}$

Compute the: $Z_c = \sqrt{Z_{open} \cdot Z_{short}}$

5.1.5.1.2 Shield quality

This refers to the requirement of 4.2.4.8 of IEC 61375-2-1.

Transfer impedance is a fundamental value of a shield's performance. Transfer impedance relates a current on one surface of the shield to the voltage drop generated by this current on the opposite surface of the shield. This value depends solely on the shield construction.

Transfer impedance is defined as:

$$Z_t = (1 / I_o) \times (dV / dx)$$

where

I_o is a longitudinal disturbing current generated on one surface (either the inner or the outer surface) of the shield, and

dV/dx is the longitudinal voltage per unit length, generated by I_o , appearing on the opposite surface of the shield.

Transfer impedance test data shall be obtained with a terminated triaxial test fixture. The test cable centre conductor and the shield form an inner transmission system, with the shield and the outer concentric tube forming an outer transmission system.

The outer system is driven by a generator and creates a current I_o on the outer surface of the shield. This current causes a voltage difference on the opposite surface shown as V1, and V2 over a length of shield X. This generates signals in the test cable which can be related to the transfer impedance value of the shield.

5.1.5.1.3 Insertion losses of a line unit

This refers to the requirements of 4.5.2.1 and 4.5.2.3 of IEC 61375-2-1.

Figure 1 shows the setup for measurement of insertion loss of a line unit.

⁴ A length of less than 100 m may cause measurement inaccuracies.

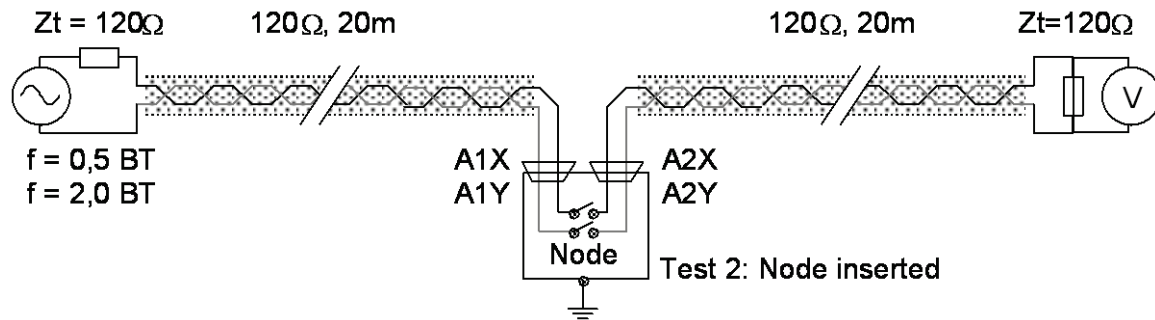


Figure 1 – Insertion loss measurement

The sinusoidal signal of a generator (of internal impedance = Z_t) is applied through 20,0 m of cable to the points A1X and A1Y and measured by a voltmeter (connected in parallel with an impedance Z_t) at the extremity of other 20,0 m of cable attached to the points A2X and A2Y.

5.1.5.1.3.1 Insertion loss in intermediate setting

The generator shall be able to produce:

- a) sinusoidal signal of 2 BR 4 V peak to peak;
- b) sinusoidal signal of 1 BR 4 V peak to peak.

The IUT shall be:

- c) in intermediate setting (K_b closed, K_{t1} and K_{t2} open);
- d) The transceivers of the IUT shall be disabled (in high impedance).

Procedure:

Set the generator to 4,0 Vpp. Measure the reference r.m.s. level present on the full length of cable. This level sets the 0 dB value, 0DV, 0 %. The reference level shall be measured with the cable alone. Then if the r.m.s. value of the cable itself is 0 dB the insertion loss due to the MAU is a negative gain (loss). As soon as the reference is established, the cable shall be opened and attached to the MAU. This procedure shall be repeated any time when performing the subsequent measures.

The measured attenuation shall be:

- less than 0,3 dB between 0,5 BR and 1,0 BR;
- less than 0,4 dB up to 2,0 BR.

The IUT shall be:

- not powered (switched off).

5.1.5.1.3.2 Input resistance in intermediate setting

Use a d.c. voltage generator 48 Vdc 10 % and set the current limit at 10 mA.

The IUT shall be:

in intermediate setting (K_b closed, K_{t1} and K_{t2} open):

The measured current shall not exceed 48 μ A.

Figure 2 shows the setup for measurement of input resistance in intermediate setting.

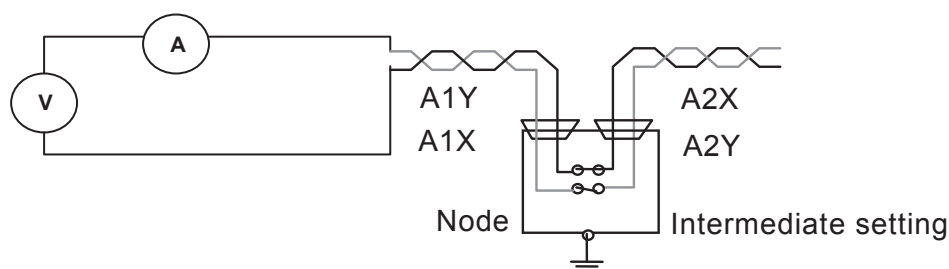


Figure 2 – Measurement of the input resistance

Do the measure for

a) A1X – A1Y

b) A2X – A2Y

5.1.5.1.4 End setting

This refers to the requirement of 4.5.2.2 of IEC 61375-2-1.

The characteristic impedance of the IUT being measured can be calculated from the height of the step reflected from the transition between the TDR (Time Domain Reflectometry) system and the Z_{EndNode} IUT.

Measure the height of the incident wave sent by the TDR and measure the height of the reflected wave.

$$\text{Compute the: } Z_{\text{EndNode}} = Z_{\text{TDR}} \cdot \frac{\text{Height}_{\text{incident}} + \text{Height}_{\text{reflected}}}{\text{Height}_{\text{incident}} - \text{Height}_{\text{reflected}}}$$

Z_{EndNode} shall be $120 \Omega \pm 10 \%$

Figure 3 shows the setup for measurement of input resistance in end setting.

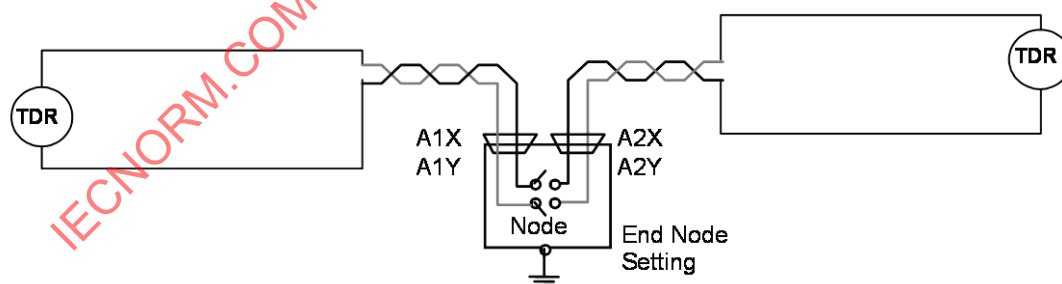


Figure 3 – End setting measurement setup 1

5.1.5.1.4.1 End setting attenuation

A line unit in the end setting shall attenuate by more than 55,0 dB a signal applied between A1X and A1Y and measured between A2X and A2Y or vice-versa. IEC 61375-2-1 does not declare any test signal, so to identify the end setting losses measured, as indicated in the standard, it is better to refer to it as crosstalk on the same segment between uncoupled consists. This measure is mainly influenced by the highest harmonics still present on the signal. To measure it, a square wave of 1,0 BR is used under the followings conditions:

a) square wave of 1,0 BR 4 V r.m.s. 22,5 ns leading and trailing edge;

b) square wave 1,0 BR 4 V r.m.s. 254 ns leading and trailing edge.

Set the IUT as end node.

Set the condition a).

Tune the generator until the voltage given in a) is 4 V r.m.s.

Measure the voltage given in b).

Compute the ratio: $V_{Att} = 20 \cdot \log\left(\frac{V_a}{V_b}\right)$

Figure 4 shows the setup for measurement of attenuation in end setting.

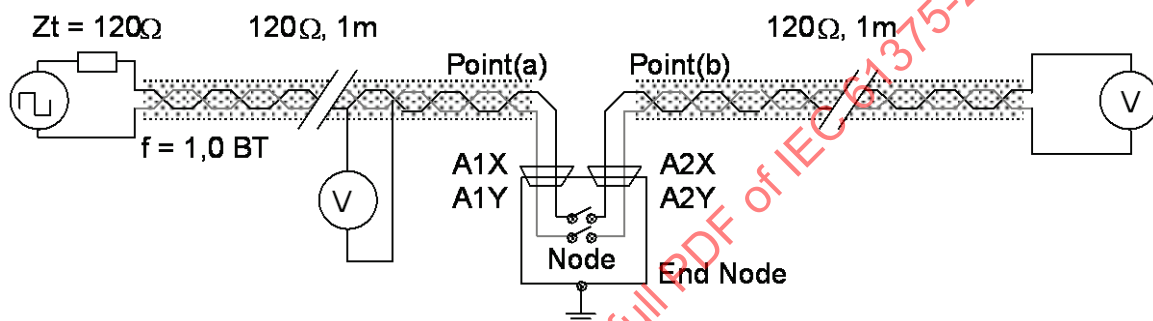


Figure 4 – End setting measurement setup 2

The ratio shall be more than 55,0 dB.

5.1.5.1.5 Switches

This refers to the requirement of 4.5.3 of IEC 61375-2-1.

5.1.5.1.5.1 Initial contact resistance

The contact resistance is defined as:

electrical resistance between the relay load terminals while the respective contact is closed. The resistance can be obtained out of the ratio of the voltage drop across the relay and the load current (Ohm's law). Due to slight contact corrosion, the contact voltage drop can be higher (up to 250 mV) for small load currents. For loads in the ampere range, the current locally generates heat evaporating the cover layer (fritting) and reducing the resistance.

The resistance shall be measured. The resistance to be measured is a low 0,050 Ω. A four and a half digit DMM (Digital Multi Meter) may have 1/100 Ω, resolution but the resistance of the connecting leads, the contact resistance where the leads plug into the meter and where the leads clip to the unknown is significant compared to the unknown. Moreover, this contact resistance is quite variable so you cannot connect the leads together and subtract that reading from the unknown reading.

Figure 5 shows the setup for measurement of switches.

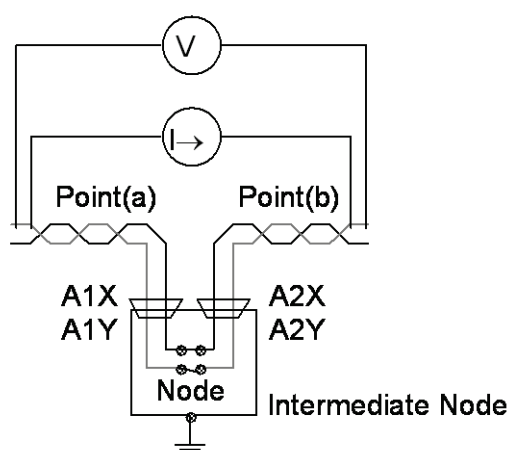


Figure 5 – Switches measurement setup 1

The circuit of a four wire system is shown in the Figure 5. The horizontal twisted-cable-wires represent the parasitic resistances. In the inner loop, the current source maintains a constant current regardless of how much resistance is in the loop. (Within practical limits.) Because the voltmeter is connected to the unknown through its own leads, it measures only the voltage across the unknown. The voltmeter has its own parasitic resistances, but because the input resistance of the voltmeter is high, these small series resistances have no significant effect on the reading. This measurement method is used whenever the impedance of a circuit is very low.

The exact determination of the contact resistance cannot be reasonably achieved without accessing the internal parts of the IUT. For that reason, the resistance shall be measured using the test fixture of the following picture, and evaluated by comparison with a reference value.

Figure 6 shows the setup of fixture for measurement of indirect attachment of switches.

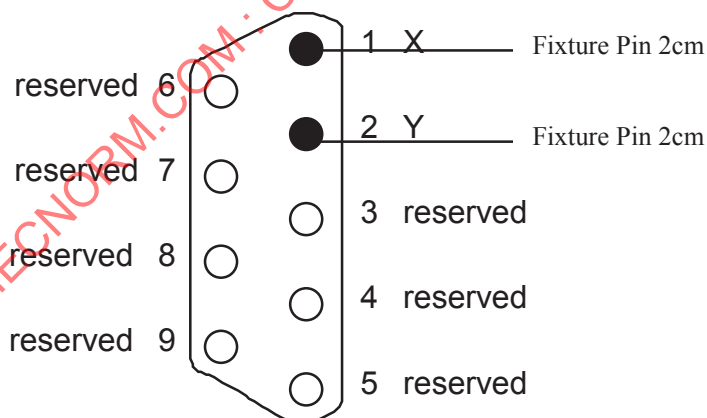


Figure 6 – Indirect attachment switches measurements fixture 1

Figure 7 shows the setup of fixture for measurement of direct attachment of switches.

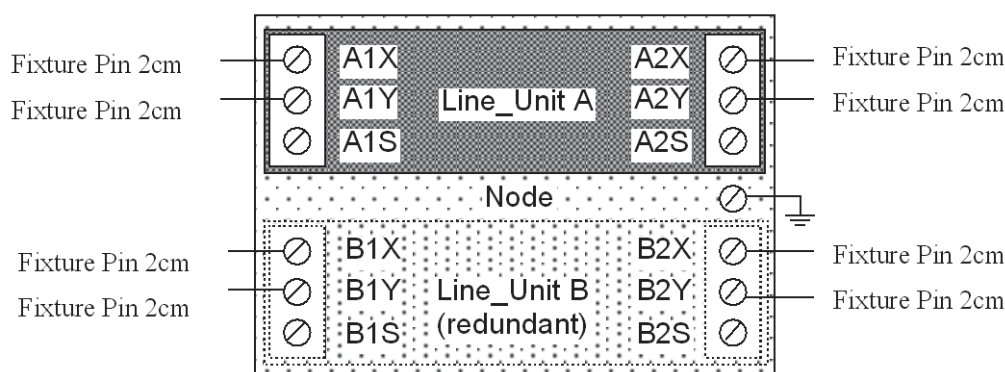


Figure 7 – Direct attachment switches measurements fixture 1

Values between pins (Table 25 – WTB pin to pin measurement):

Table 25 – WTB pin to pin measurement

Measurement points	Expected value Ω
A1_pin_1 and A2_pin_1	Max 0,07
A1_pin_2 and A2_pin_2	Max 0,07
B1_pin_1 and B2_pin_1	Max 0,07
B1_pin_2 and B2_pin_2	Max 0,07

5.1.5.1.6 Transceiver

This refers to the requirement of 4.6 of IEC 61375-2-1.

Unless otherwise specified, the following default measuring conditions hold:

- the characteristics of a transceiver are measured at the X and Y points where the cable sections are attached to the node;
- all voltages are measured as differential voltage between X and Y, ($U_x - U_y$);
- when measuring a transmitter, the circuit of the receiver is in the normal receiving state. When measuring a receiver, the circuit of the transmitter is in a high impedance state;
- all resistor values are $\pm 1\%$, all capacitor values are $\pm 10\%$.

5.1.5.1.6.1 Transmitter

5.1.5.1.6.1.1 Test circuit for transmitter

To approximate the loading of the transmitter with a cable and nodes, four test circuits are specified:

- the light test circuit simulates an open line (as in a node in end setting). The value of the total resistive load is equal to that of the terminator;
- the heavy test circuit simulates a fully loaded bus. The value of the total resistive load is equal to 0,42 of that of the terminator;
- the idling test circuit simulates a cable of 860,0 m without resistive loads. The capacitors have a value of 1,3 nF $\pm 10\%$ each, the resistors a value of 27,0 $\Omega \pm 1\%$ each;
- the short test circuit simulates a line failure. It consists only of a current measurement circuit;

These circuits are shown in Figure 8.

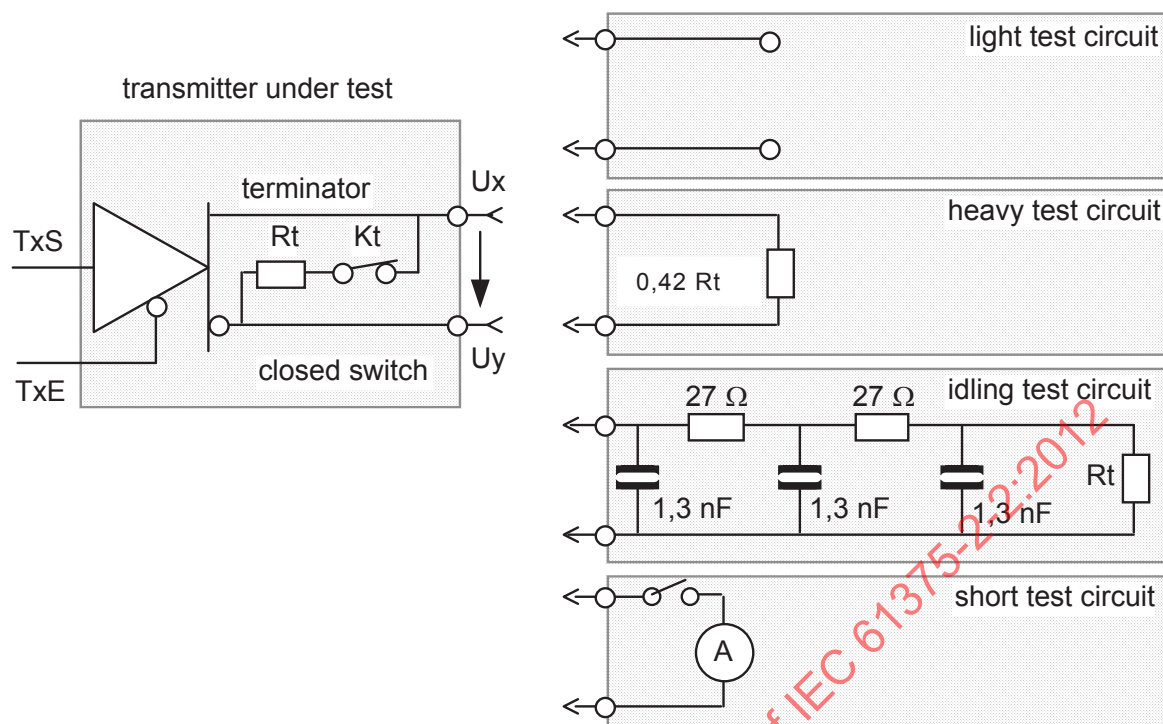


Figure 8 – Transmitter fixtures

- e) the measurement is made with the node in end setting (K_b open, K_t closed);
- f) the terminator of the line unit is considered in the test circuit specification.

5.1.5.1.6.1.2 Transmitter output signal

When connected to either the heavy and the light test circuit defined in 5.1.5.1.6.1.1 the transmitter shall comply with the following specifications, as shown in Figure 9:

- a) the output signal shall be alternatively positive and negative;
- b) the amplitude of the output signal shall be at least $\pm 3,0 \text{ V}$ with the heavy test circuit and at most $\pm 7,0 \text{ V}$ with the light test circuit;
- c) the peak amplitude is defined as the maximum amplitude of the output signal. The signal shall not drop by more than 20 % from this peak amplitude until $0,100 \mu\text{s}$ from the next expected zero-transition; The ringing of the amplitude during this time, relative to the average voltage drop, shall not exceed 5 % of the peak value;
- d) the slew rate of the output signal shall be less than $0,20 \text{ V/ns}$ at any time and more than $0,03 \text{ V/ns}$ within $100,0 \text{ ns}$ of the zero-crossing;
- e) the overshoot of the output signal, defined as the ratio of the maximum amplitude to the stationary amplitude shall not exceed 10 % of its stationary amplitude;
- f) the edge distortion of the output signal, defined as the time difference between the idealised and the actual zero crossing, shall not exceed $\pm 2 \%$ of one bit time.

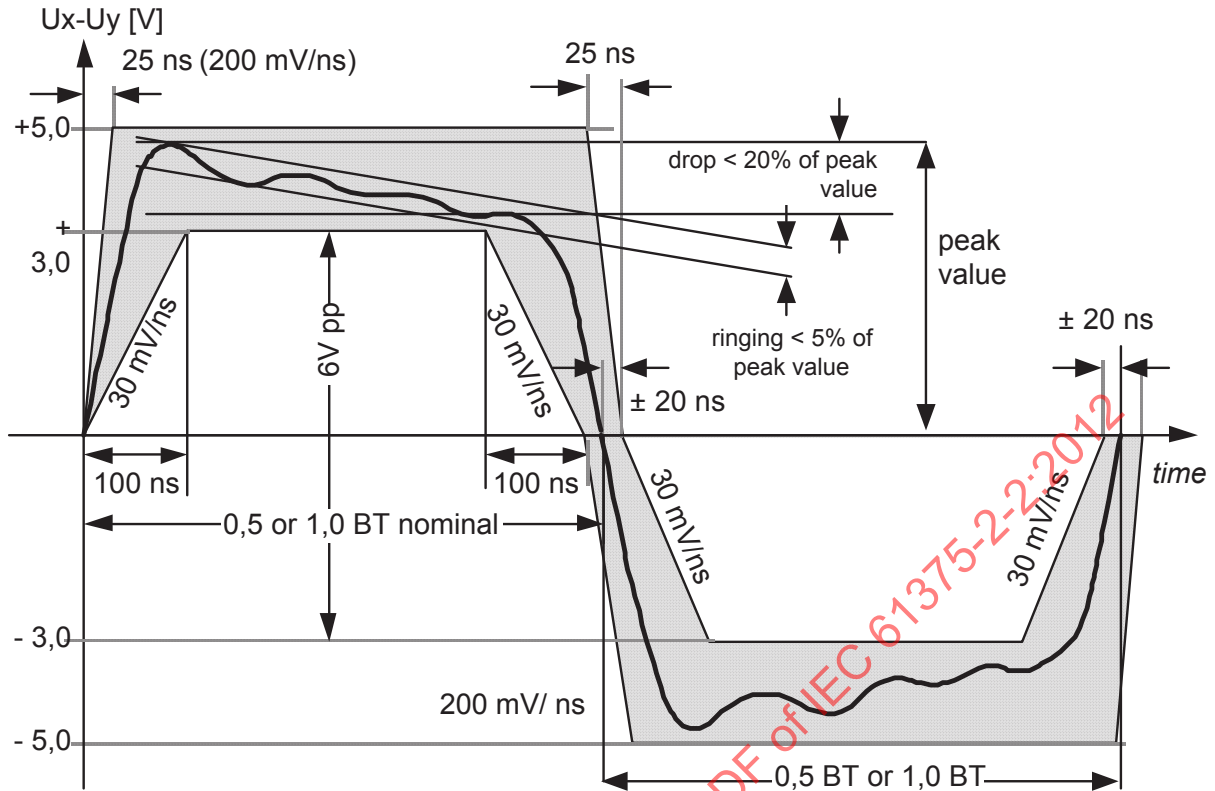


Figure 9 – Transmitter output signal

5.1.5.1.6.1.3 Transmitter noise

The measurement shall be performed either in:

- a) intermediate; or
- b) end setting.

Figure 10 shows the setup of fixture for intermediate transmitted noise test.

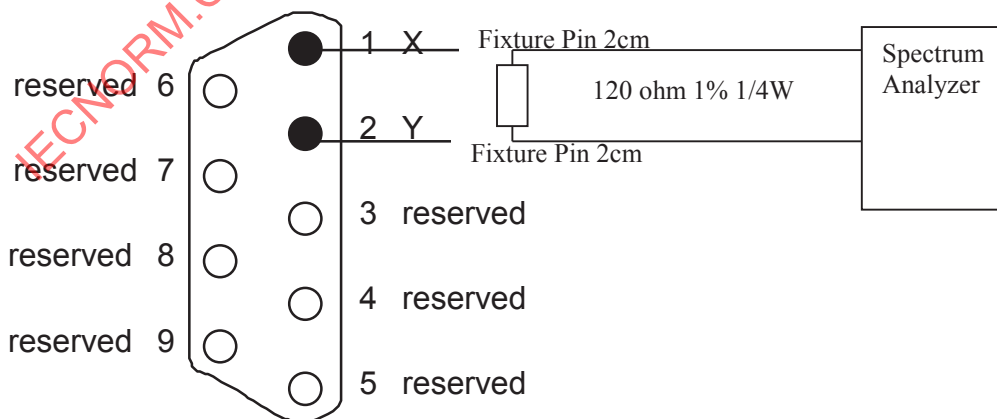


Figure 10 – Intermediate transmitted noise test fixture

The test fixture for the intermediate node shall be applied and noise generated by a transmitter which is not transmitting shall not exceed a value of 5,0 mV r.m.s. over the frequency range 1,0 kHz to 4,0 BR.

Figure 11 shows the setup of fixture for end node transmitted noise test.

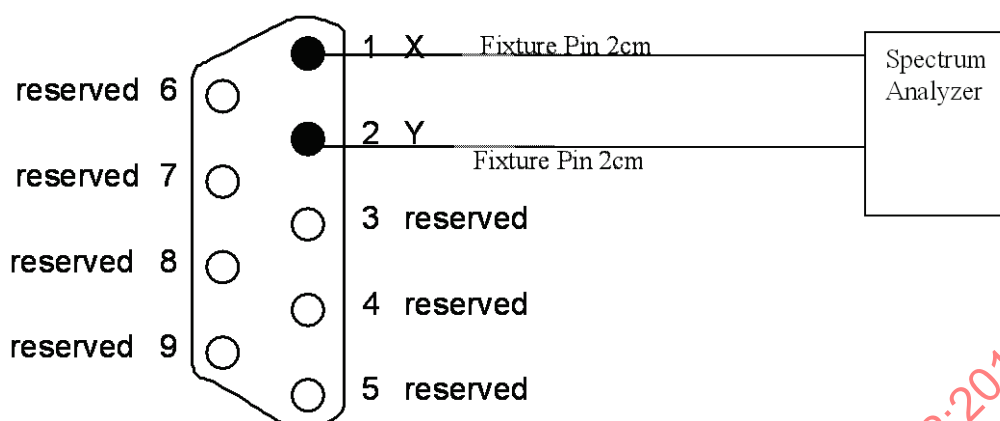


Figure 11 – End node transmitted noise test fixture

5.1.5.1.6.1.4 Transmitter end of frame

The end of frame produced by the transmitter shall be tested under the following conditions:

- a) the transmitter transmits the longest possible frame;
- b) the Frame_Data bits are a pseudo-random sequence of '1' and '0' symbols;
- c) the frame is closed with the end delimiter symbol;
- d) the transmitter drives the idling test circuit;
- e) the average differential amplitude is greater than 4,5 V before the transmitter is disabled.

Under these conditions, the output signal shall remain within the following limits, as shown in Figure 12:

- 1) 100,0 ns after the last negative-to-positive transition and for $2,0 \text{ BT} \pm 100 \text{ ns}$, the output signal shall remain above 0,300 V;
- 2) within 3,0 BT after the last negative-to-positive transition, the output signal shall fall below 1,100 V;
- 3) within 20,0 μs , starting when the output signal first reaches 1,100 V, the output signal amplitude shall not exceed 0,100 V;
- 4) within 64,0 μs , starting when the output signal first reaches 1,100 V, the output signal amplitude shall not exceed 0,025 V.

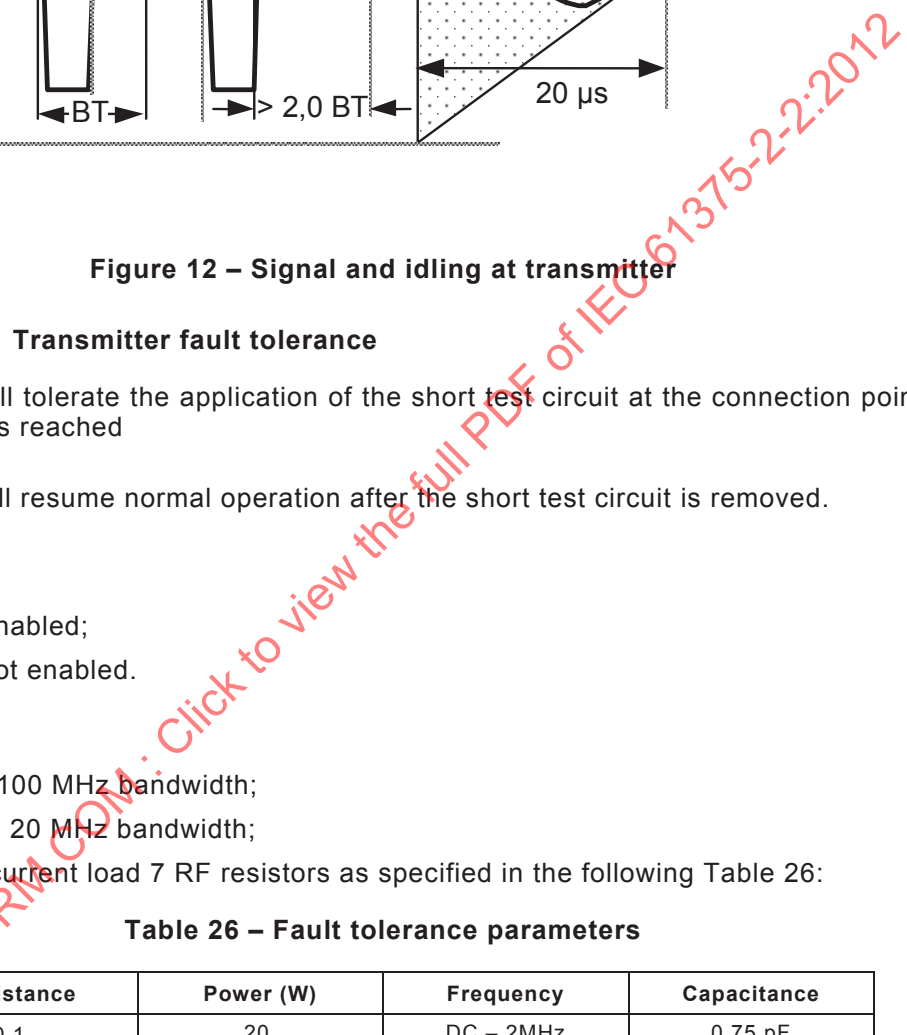


Figure 12 – Signal and idling at transmitter

5.1.5.1.6.1.5 Transmitter fault tolerance

A transmitter shall tolerate the application of the short test circuit at the connection point until thermal stability is reached

A transmitter shall resume normal operation after the short test circuit is removed.

Conditions

- Transmitter enabled;
- Transmitter not enabled.

Instruments

- c) Oscilloscope 100 MHz bandwidth;
- d) Current probe 20 MHz bandwidth;
- e) Short-circuit current load 7 RF resistors as specified in the following Table 26:

Table 26 – Fault tolerance parameters

Resistance	Power (W)	Frequency	Capacitance
50,1	20	DC – 2MHz	0,75 pF

Figure 13 shows an example of a RF resistor.

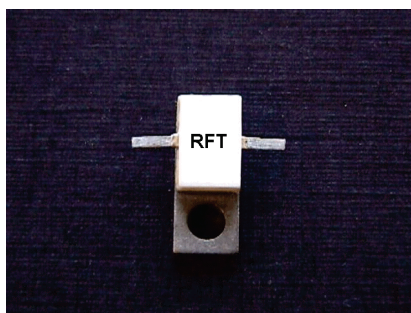


Figure 13 – RF resistor example

Figure 14 shows the setup of fixture for the short circuit test.

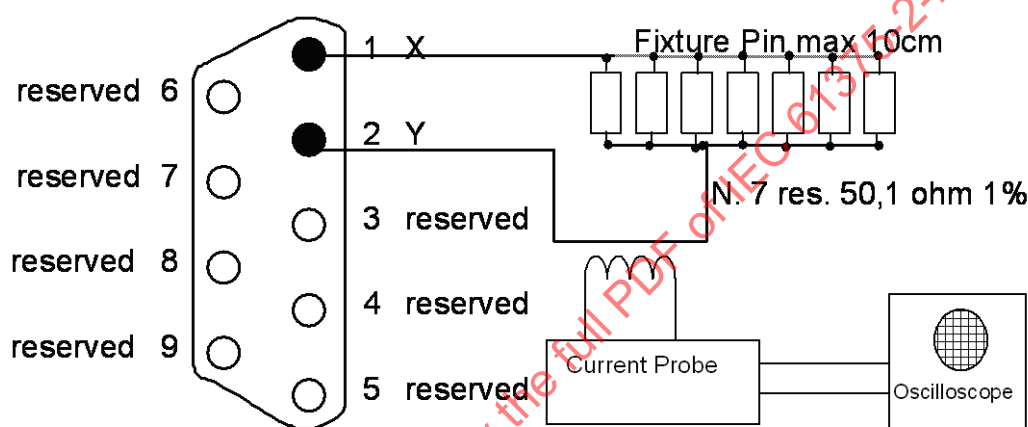


Figure 14 – Short-circuit test fixture 1

Set condition a) (transmitter enabled).

Applying the fixture 1 for 1 (one) h, the maximum r.m.s. current measured by the current probe shall not exceed $1\text{ A} \pm 10\%$.

When removing the fixture, the transmitter shall resume its previous operational status.

Set condition b) (transmitter not enabled).

Applying the fixture 1 for 1 (one) h, the maximum r.m.s. current measured by the current probe shall not exceed $1\text{ A} \pm 10\%$.

When removing the fixture, the transmitter shall resume its previous operational status.

5.1.5.1.6.1.6 Transmitter anti-jabber

This functionality that is specified by 4.6.2.6 of IEC 61375-2-1 is impossible to be verified because it should be necessary to generate an error condition inside the IUT TCN software or hardware.

This functionality is requested only to be declared in the PICS if it is implemented or not.

5.1.5.1.6.2 Receiver specifications

This refers to test requirements of 4.6.3.3, 4.6.3.4, 4.6.3.5 and 4.6.3.6 of IEC 61375-2-1, the receiver shall comply with the following specifications, as shown in Figure 15 and Figure 16:

The characteristics of a receiver are tested by applying a sequence of frames containing 1024 random data bits in the data field, passed by a waveshape modifier. The waveshape modifier shall be able to

- a) sample the incoming bit and send out an outgoing bit with the amplitude changed as required by the test;
- b) sample the incoming bit and send out an outgoing bit with the rise time changed as required by the test;
- c) sample the incoming bit and send out an outgoing bit with the fall time changed as required by the test;
- d) sample the incoming bit and send out an outgoing bit with the jitter as required by the test.

The test shall be performed with the configuration fixture 1.

The test shall be performed with the configuration fixture 2.

The waveshape modifier shall be set with

- 1) the signal remaining above 0,300 V for a time period that starts after 100,0 ns of the preceding zero-crossing and that lasts at least (0,5 BT – 350,0 ns), respectively (1,0 BT – 0,350 µs);
- 2) its peak amplitude 5,00 V;
- 3) jitter less than 0,05BT.

The TE shall be a node able to act as strong master.

The TE shall inaugurate the IUT.

The TE shall interrogate every basic period of the IUT, inserting the proper Presence_Frame every 3 basic periods.

The IUT shall respond on each interrogation and shall maintain the network inaugurated.

The waveshape modifier shall be set with

- 4) the signal remaining above 0,300 V for a time period that starts after 100,0 ns of the preceding zero-crossing and that lasts at least (0,5 BT – 350,0 ns), respectively (1,0 BT – 0,350 µs);
- 5) its peak amplitude 0,330 V;
- 6) jitter less than 0,05BT.

The IUT shall respond on each interrogation and shall maintain the network inaugurated.

The waveshape modifier shall be set with

- 7) the signal remaining above 0,300 V for a time period that starts after 100,0 ns of the preceding zero-crossing and that lasts at least (0,5 BT – 350,0 ns), respectively (1,0 BT – 0,350 µs);
- 8) its peak amplitude 5,00 V;
- 9) jitter more than 0,08BT and less than 0,1BT.

The IUT shall respond on each interrogation and shall maintain the network inaugurated.

The waveshape modifier shall be set with

- 10) the signal remaining above 0,300 V for a time period that starts after 100,0 ns of the preceding zero-crossing and that lasts at least $(0,5 \text{ BT} - 350,0 \text{ ns})$, respectively $(1,0 \text{ BT} - 0,350 \text{ s})$;
- 11) its peak amplitude 0,330 V;
- 12) more than 0,08BT and less than 0,1BT.

The waveshape modifier shall be set with

- 13) the signal remaining above 0,050 V and the slope of the test signal will exceed 2,0 mV/ns for a time period that starts after 100,0 ns of the preceding zero;
- 14) its peak amplitude 0,330 V;
- 15) jitter less than 0,05BT.

The IUT shall not respond on each interrogation and shall not hold the inauguration.

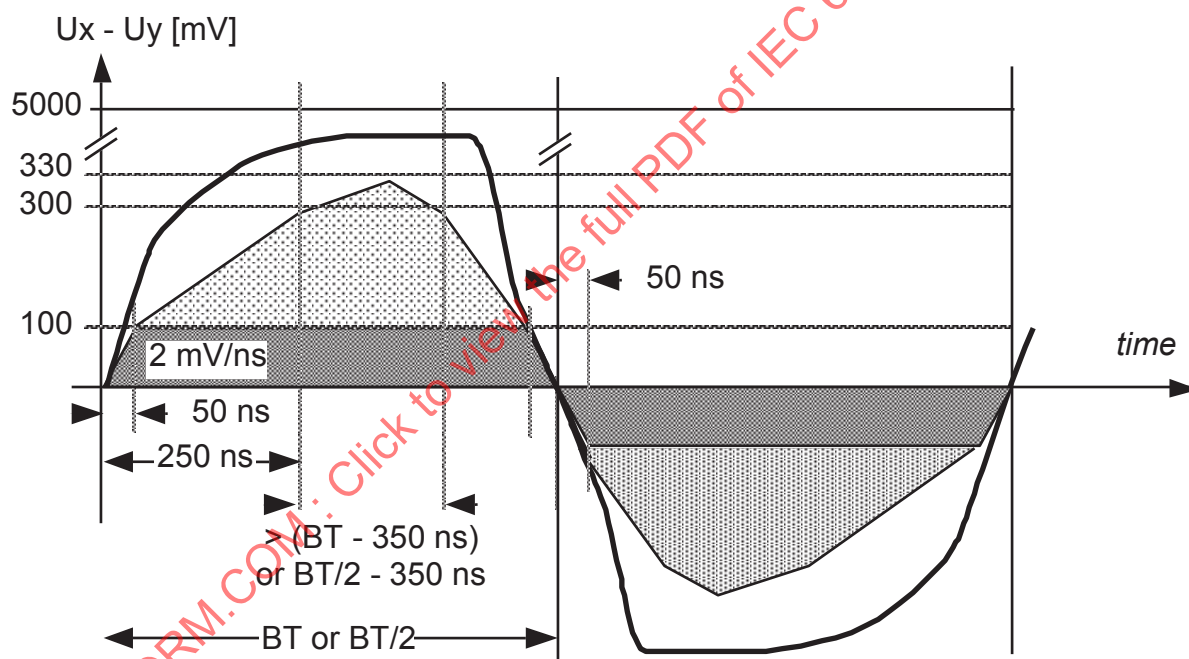


Figure 15 – Receiver signal envelope

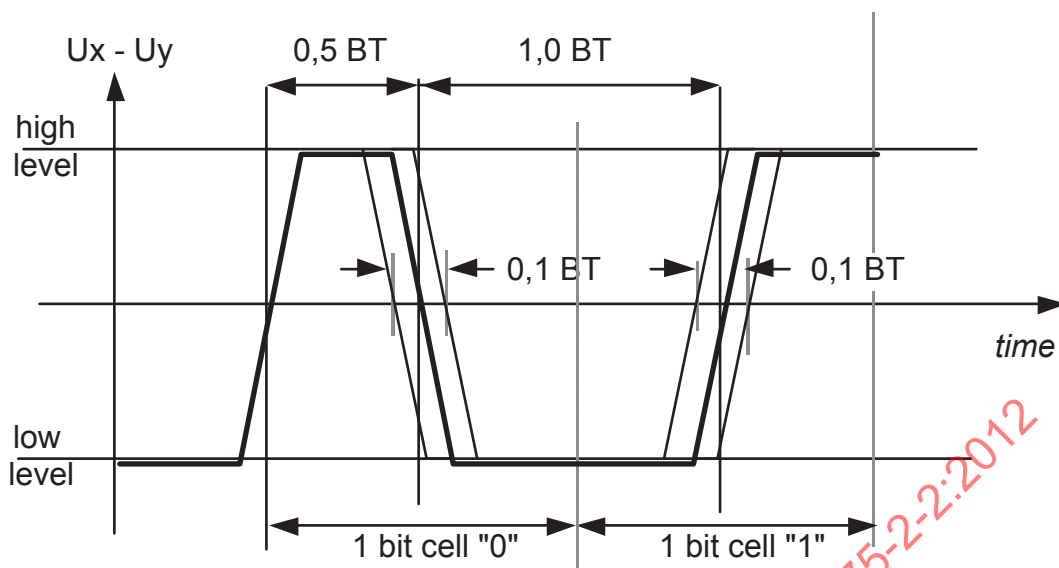


Figure 16 – Receiver edge distortion

5.1.5.1.6.3 Receiver noise rejection

The characteristics of a receiver are tested by applying a sequence of frames containing 1024 random data bits in the data field, passed by a waveshape modifier. The waveshape modifier shall be able to

- sample the incoming bit and send out an outgoing bit with the amplitude changed as required by the test;
- sample the incoming bit and send out an outgoing bit with the rise time changed as required by the test;
- sample the incoming bit and send out an outgoing bit with the fall time changed as required by the test;
- sample the incoming bit and send out an outgoing bit with the jitter as required by the test.

The test shall be performed with the configuration fixture 1.

The test shall be performed with the configuration fixture 2.

The waveshape modifier shall be set with

- 1) the signal remaining above 0,300 V for a time period that starts after 100,0 ns of the preceding zero-crossing and that lasts at least (0,5 BT – 350,0 ns), respectively (1,0 BT – 0,350 µs);
- 2) its peak amplitude 5,00 V;
- 3) jitter less than 0,05BT.

The TE shall be a node able to act as strong master.

The TE shall inaugurate the IUT.

The TE shall interrogate every basic period of the IUT, inserting the proper Presence_Frame every 3 basic periods.

The IUT shall respond on each interrogation and shall maintain the network inaugurated.

Set a common-mode sinusoidal signal applied between casing and both data wires with an amplitude of 4,000 V r.m.s. and repeat the following test for 10 values as in the following Table 27:

Table 27 – Frequency sinusoidal signal

Frequency Hz
65
1000
10 000
100 000
1 000 000
1 500 000

The waveshape modifier shall be set with

- 4) the signal remaining above 0,300 V for a time period that starts after 100,0 ns of the preceding zero-crossing and that lasts at least (0,5 BT – 350,0 ns), respectively (1,0 BT – 0,350 µs);
- 5) its peak amplitude 0,700 V;
- 6) jitter more than 0,08 BT and less than 0,1 BT.

The IUT shall respond on each interrogation and shall maintain the network inaugurated for 1 (one) h.

Set an additive quasi-white Gaussian noise (applied between X and Y) distributed over a bandwidth of 1,0 kHz to 4,0 MHz at an amplitude of 0,140 V r.m.s.

The IUT shall respond on each interrogation and shall maintain the network inaugurated for 1 (one) h.

5.1.6 Link layer interface

5.1.6.1 General description

The WTB link layer is a complex state machine – testing its functions requires many test cases to check all internal states and the state transitions. This part of IEC 61375 recommends a black box approach to test the TCN stack for conformity, this recommendation is followed by the testing approach described hereinafter.

5.1.6.2 WTB IUT

A WTB device shall include the RTP with messages services and the TNM with the agent function. A WTB device shall also include a Mapping Server according to UIC CODE 556, which computes the WTB topography based on the information exchange during states 'TEACHING_MASTER' 5.5.4.8.7 of IEC 61375-2-1 and 'LEARNING_SLAVE' 5.5.4.9.3 of IEC 61375-2-1.

The simplest WTB device shall consist of these four communication modules:

- a) WTB-LLC. WTB Link Layer Control.
- b) RTP. Real Time Protocol.
- c) TNM (Agent). TCN Network Management Agent.
- d) MS. Mapping Server.

The WTB IUT is modelled as a black box.

The WTB IUT for the purpose of testing shall expose only two external interfaces:

- e) WTB medium attachment connectors as specified in 4.3 of IEC 61375-2-1.
- f) the power control interface to control the power-up and power-down.

The medium attachment connectors are required to test the protocol.

The power control interface is required during the test execution to switch-on and switch-off the WTB IUT.

The client shall provide this external interface according with the test bed definition.

The client shall declare, in the appropriate PICS, the maximum time required for switch-on and switch-off the WTB IUT.

5.1.6.3 Procedures required for WTB device configurations

The IEC 61375-2-1 does not specify the application layer. But for a defined precondition of the specified test cases a proper WTB device initialization is necessary. This initialization can be part of the Mapping Server according to UIC CODE 556. The configuration parameters shall be supplied in a configuration database.

Precondition: WTB-LL configuration and initial node strength shall be supplied to the WTB device before the TCN inauguration.

Rationale: the WTB-LL configuration and its initial node strength cannot be supplied through the TNM agent, because the TNM requires the full functionality of RTP, and the RTP requires the WTB-LL state set in regular operation (see 5.6.4.2.2 of IEC 61375-2-1).

Procedures:

The procedures required for WTB device configurations listed in 5.6.4.6 and 5.6.4.7 of IEC 61375-2-1 are:

- Is_t_Configure. This procedure sets up the basic **WTB-LL configuration** parameter;
- Is_t_SetSlave, Is_t_SetWeak, Is_t_SetStrong. These procedures define the **initial node strength**.

The required data to configure the IUT shall be passed via the configuration database for regular operation.

The Is_t_report procedure defined in 5.6.4.3 of IEC 61375-2-1 shall be subscribed by the Mapping Server in order to react to the WTB-LL events. See 5.6.4.6.4 of IEC 61375-2-1 Type_Configuration used by Is_t_Configure procedure.

5.1.6.4 WTB test bed

The test bed consists of a set of devices listed below.

- N.1 host computer
- N.1 relay switch box, e.g. controlled by MVB class 1 access
- N.2 WTB/consist network reference gateway named probe devices
- N.1 MVB device with the bus administrator capability, if MVB is used
- N.30 WTB reference devices

5.1.6.5 Host computer

The host computer may be a standard personal computer with a wide diffusion operating system and a man machine interface. The host computer shall have the capability to download the test report on an appropriate media. A consist network device, e.g. MVB, shall be included in order to let the test bed communicate with all WTB devices through the probe devices. The RTP protocol and TNM services shall be used to send stimuli and to get results.

5.1.6.6 Relay switch box

The relay switch box may be implemented with a Class 1 MVB device.

There are two defined kinds of relays:

- a) N.8 WTB relays to switch the WTB communication lines. These relays are used to simulate the coupling and uncoupling of WTB nodes and also for redundancy tests. Each relay shall have two contact signals for a single WTB line. Relay specification shall be as recommended by IEC 61375-2-1, 4.5.3, the following Figure 17 shows an example of a logic diagram of one single switch.
- b) N.9 relay to control the WTB reference devices power interfaces and the IUT. The power switches usage is defined in the test suite definition. The relays shall be used to command switch-on and switch-off of the IUT. Contact rating shall be appropriate for the IUT.

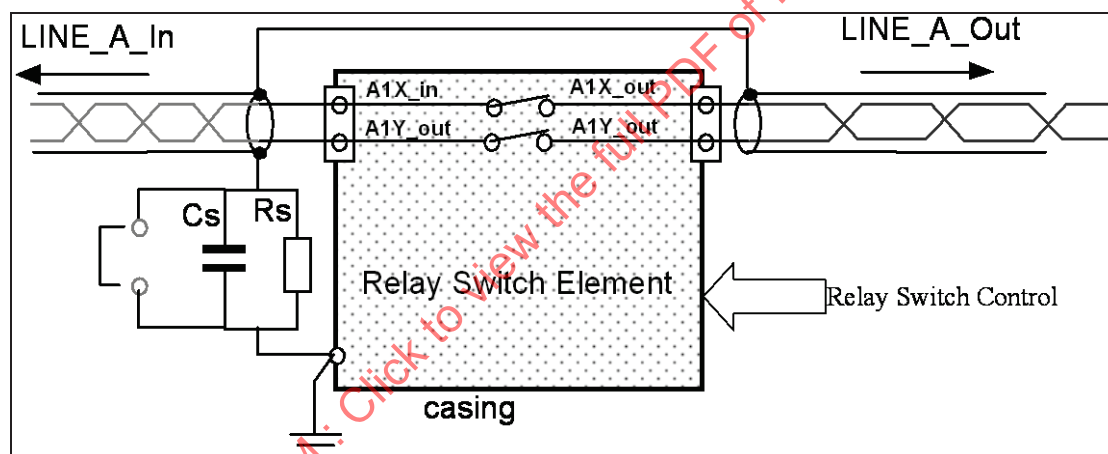


Figure 17 – Example of relay switch logic diagram for line A

5.1.6.7 MVB bus administrator

If the Relay Switch control of the test bed uses MVB control, it shall include an MVB device with the bus administrator capability in order to run the MVB segment. It may reside on the MVB device installed on the host computer or on the probe devices.

5.1.6.8 Reference devices

The test bed shall include 30 WTB devices.

5.1.6.9 Probe devices

The test bed shall include 2 special WTB reference devices with the gateway capability for the consist network. The host computer is directly connected to the probe devices on the consist network and through the RTP routing to the other 30 WTB devices. The TNM services are used to inject stimuli to and read result from all WTB devices.

5.1.6.10 WTB data logger

A WTB data logger shall be used to perform some measures of the WTB-LL telegrams on the WTB network. The data logger is part of the test bed.

5.1.6.11 WTB devices configuration

The configuration parameters according to 5.6.4.6.4 of IEC 61375-2-1 shall be set to default value with the exceptions listed in the following Table 28.

Table 28 – WTB devices configuration

Parameter	Value
node_frame_size	128
node_period	2× 4BP = 100 msec
sink_port_count	32

NOTE 1 The node_frame_size and the node_period are both fields of the Type_NodeDescriptor structure defined in 5.6.4.6.3 of IEC 61375-2-1.

NOTE 2 The sink_port_count is set to 32 in order to allow the maximum number of WTB devices participating in the network. 31 sink ports to receive data from remote WTB devices plus one sink port to mirror the own source port.

The initial node strength shall be configured “weak”.

5.1.6.12 TNM agent services

The TNM agent defined in Clause 8 of IEC 61375-2-1 shall be used in order to let the test bed stimuli injection results be retrieved.

The IUT and reference implementation devices shall implement these TNM services as listed in Table 29.

Table 29 – TNM agent services

SIF_code	Service name	Procedures involved
20	READ_WTB_STATUS	Is_t_GetStatus Is_t_GetStatistics
21	WRITE_WTB_CONTROL	Is_t_CancelSleep Is_t_SetSleep Is_t_Allow Is_t_Inhibit Is_t_Remove Is_t_Slave Is_t_Weak Is_t_Strong
22	READ_WTB_NODES	Is_t_GetWTBNodes
24	READ_TOPOGRAPHY	Is_t_GetTopography Is_t_GetInaug_data
25	WRITE_WTB_USER_REPORT	Is_t_ChgUserReport
32	READ_VARIABLES	
33	WRITE_FORCE_VARIABLES	
NOTE 1 The write_wtb_control code is defined as a bitset16, but only one procedure should be invoked per time.		
NOTE 2 The read_variables and write_force_variables are used to access to WTB traffic store through RTP and LPI interface. The following limitations are applied to simplify the test implementation: a) the bus_id should be always 1 to address the WTB traffic store; b) the port_address should be a valid WTB address 1..63, the value 0 may be used for the node itself to address the source port; c) the var_type is 15 and var_size is 63 to define an array of 128 octets; d) the var_offset is 0 to address the beginning of the dataset; e) the check_offset is 65535 for undefined check variable.		

5.1.6.13 Mapping Server services

A Mapping Server as defined in UIC CODE 556 shall be used in order to let the test bed some stimuli injection results be retrieved.

The IUT and reference implementation devices shall implement these Mapping Server services as listed in Table 30:

Table 30 – Mapping Server services

command code	Service	Procedures involved
---	node initialization	Is_t_Configure ^a
15.06 ^b	Request to carry out UIC inauguration	Is_t_ChgNodeDesc
0.240 ^b	set/reset attribute "leading vehicle"	Is_t_ChgNodeDesc Is_t_ChgInauguration_Data
^a The Mapping Server shall take the configuration parameters from a device specific data base, which is also used to configure the node for regular operation.		
^b Command codes of the telegrams according to the UIC CODE 556 profile.		

5.1.6.14 Test suites

On a WTB network, the number of involved devices and their position on the network are relevant for several test cases. The WTB device positions on the WTB network are called P01 to P32.

The WTB orientation is set according to this schema:

- P01, P02, P07, P08 have orientation 1-2;
- P03, P04, P05, P06 have orientation 2-1;
- the nodes P09 to P16 have the same orientation of P01 to P08;
- the nodes P17 to P32 have the same orientation of P01 to P16;
- the P01 direction 1 and P32 direction 2 lines are not connected.

Figure 18 shows the setup of WTB orientation.

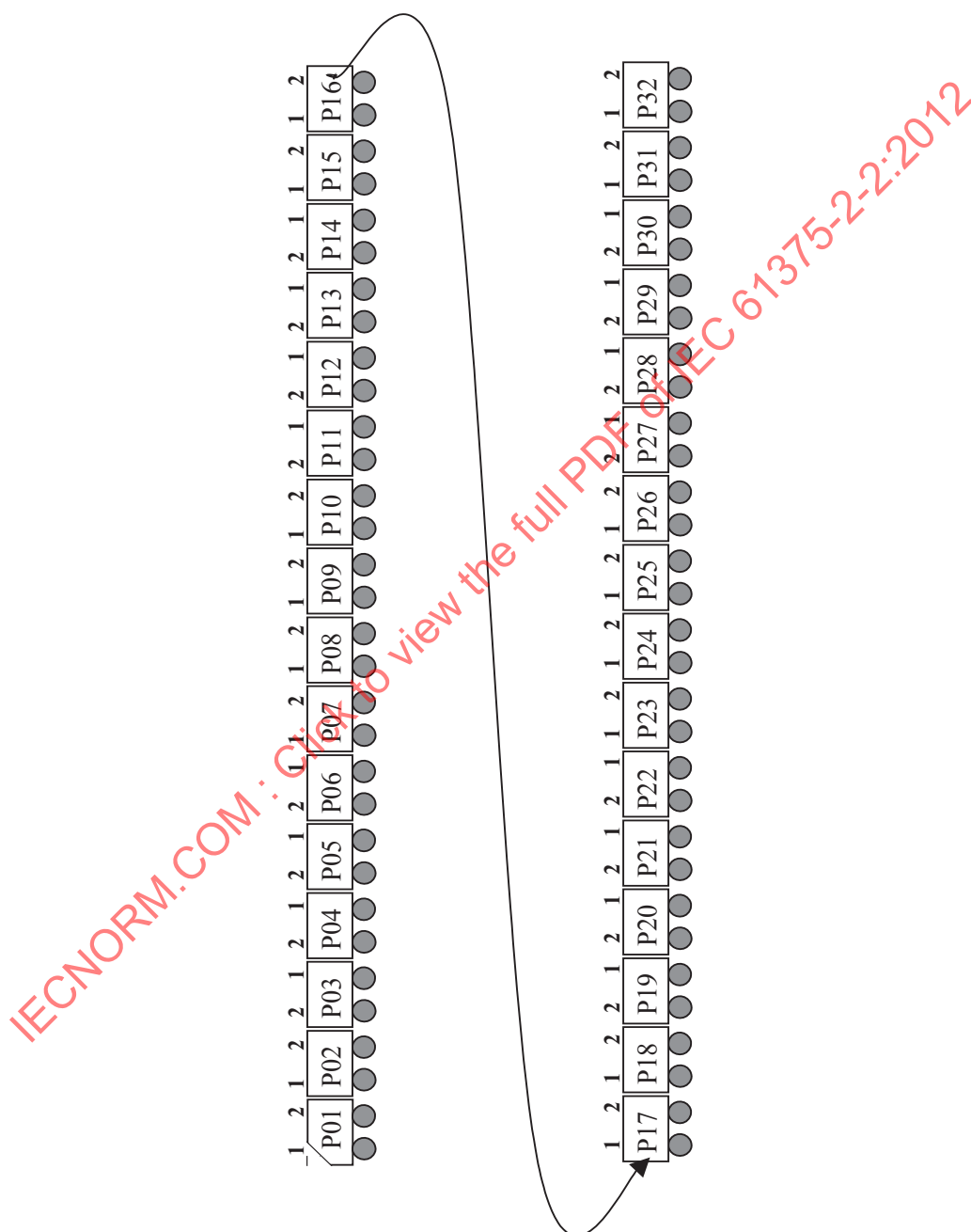


Figure 18 – WTB orientation

The power switch is attached to these WTB devices (Table 31):

Table 31 – Power switch identifier

Power switch identifier	Device position
PS1	P01
PS2	P02
PS3	P03..P08
PS4	P09
PS5	P10
PS6	P11
PS7	P12.. P30
PS8	P31
PS9	P32

The WTB line switch assignment is the following (Table 32):

Table 32 – Line switch identifier

Line switch identifier	Position	WTB line
LS1	P01	A2
LS2	P01	B2
LS3	P10	A1
LS4	P10	B1
LS5	P10	A2
LS6	P10	B2
LS7	P32	A1
LS8	P32	B1

Figure 19 shows the setup of line switch identification in position P01.

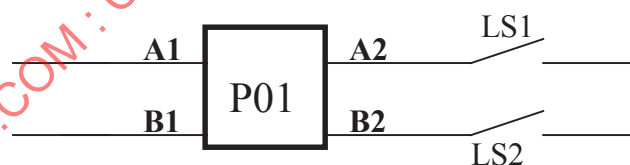
**Figure 19 – Line switch identification in position P01**

Figure 20 shows the setup of line switch identification in position P10.

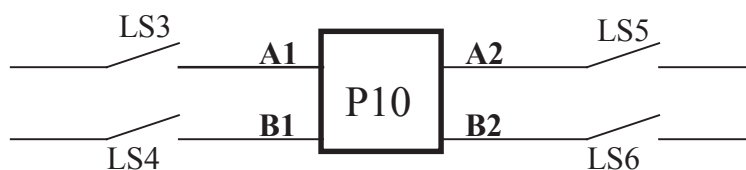
**Figure 20 – Line switch identification in position P10**

Figure 21 shows the setup of line switch identification in position P32.

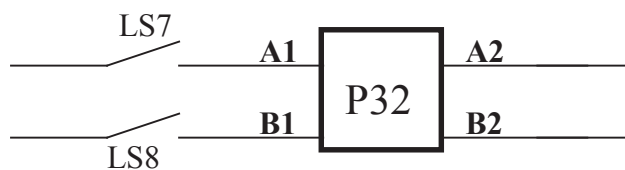


Figure 21 – Line switch identification in position P32

The following Table 33 shows all test suites:

Table 33 – Test suites

Test suite identifier	IUT	Probe_1	Probe_2
TTS1	P01	P02	P32
TTS2	P32	P01	P31
TTS3	P10	P09	P11

The WTB data logger position is defined on test cases definitions.

Figure 22 shows the setup of train test suite 1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61375-2-2:2012

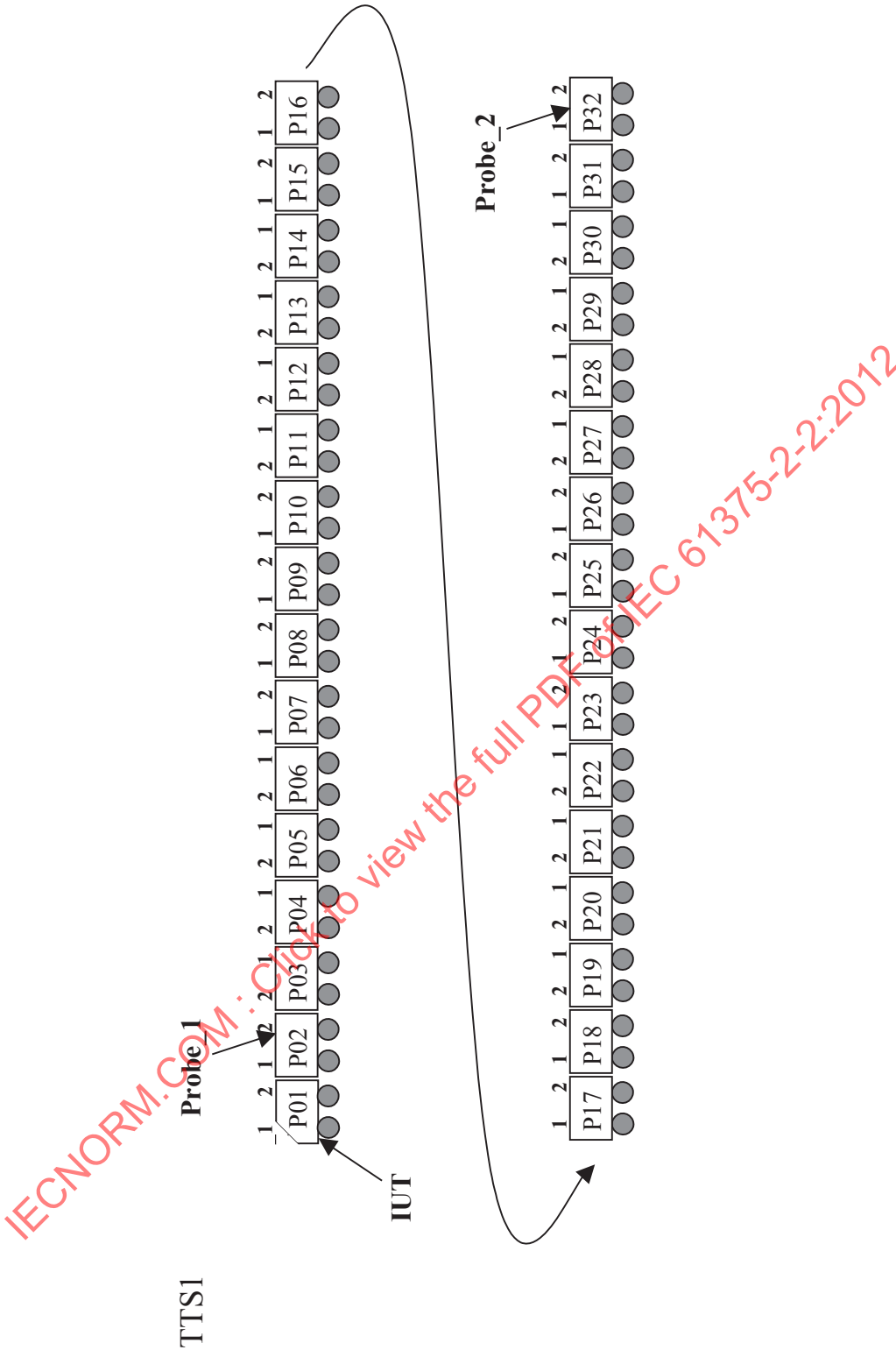


Figure 22 – Test suite identifier TTS1

Figure 23 shows the setup of train test suite 2.

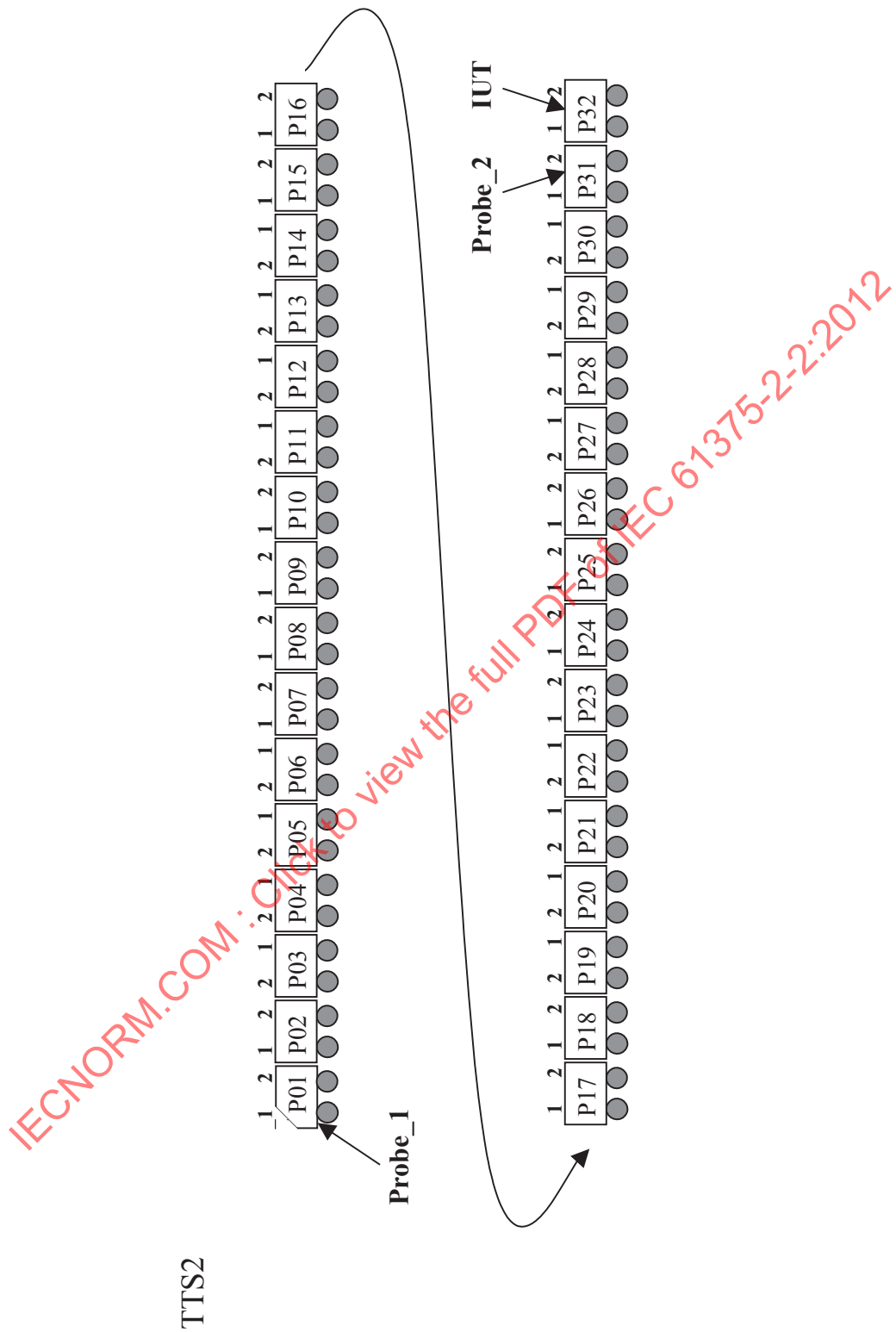


Figure 24 shows the setup of train test suite 3.

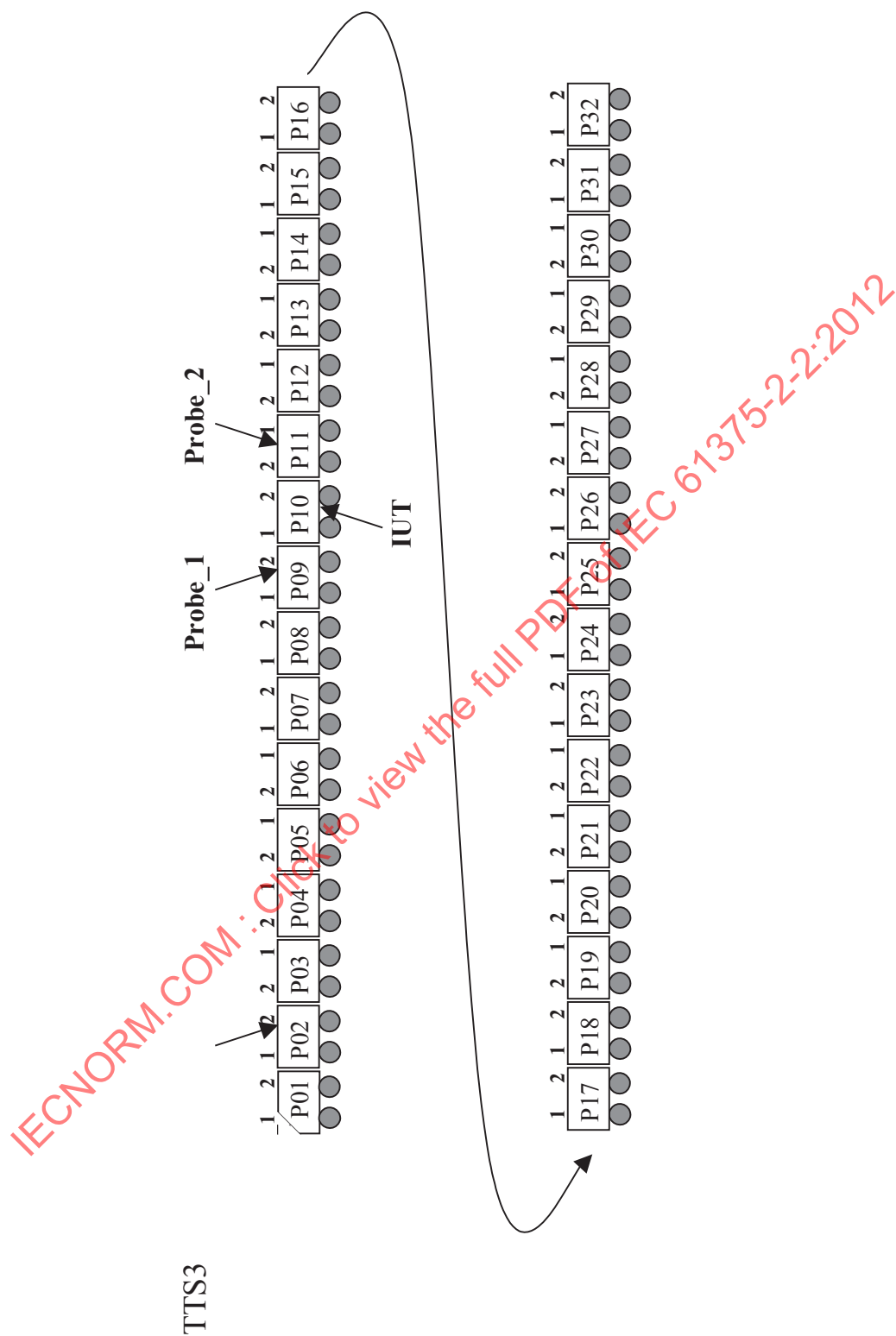


Figure 24 – Test suite identifier TTS3

5.1.6.15 IUT positions

The IUT position is relevant for different test cases. The position P01 is used to check the end setting position for a maximum network length (32 nodes). The position P32 is similar to P01 but the main direction is different. The position P10 is about 1/3 position of a full-length network and can be used for different test cases.

5.1.7 Test cases

Several test cases are specified in order to verify the correct behaviour of the IUT in different conditions. For each test case, the suite and the table containing the test steps with actions and expected results are specified.

Some stimuli are performed through the TNM with the commands:

- WRITE_WTB_CONTROL (to invoke the LSI procedures);
- WRITE_WTB_USER_REPORT (to invoke the LSI procedures);
- WRITE_FORCE_VARIABLES (to write the export dataset for process data traffic).

Other stimuli are supplied through the relay switch box to control:

- the power of the IUT and reference devices;
- the WTB line switch to simulate coupling and line failure.

Other stimuli are performed through the Mapping Server with the telegrams:

- Command code 15.06 (Request to carry out UIC inauguration)
- Command code 0.240 (set/reset attribute "leading vehicle")

NOTE If the node does not implement the Mapping Server with UIC profile, it shall implement a mapping server with equivalent functionality for the commands listed above.

The results are retrieved through the TNM with the commands:

- READ_WTB_STATUS (to get the WTB-LL status and statistics);
- READ_WTB_NODES (to get the node report and user report of all nodes);
- READ_TOPOGRAPHY (to get the topography and the inauguration data);
- READ_VARIABLES (to get the sink datasets of all nodes for process data traffic).

The frame spacing timing shall be measured for each of the test cases specified in 5.1.7.1 to 5.1.7.9 and from 5.1.7.11 to 5.1.7.14 of this standard. The measured value shall be compliant with 5.2.2.4 of IEC 61375-2-1.

5.1.7.1 Node strength

Table 34 defines the steps to test the node strength.

Setup: TTS3

Table 34 – Test sequence node strength

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10, P11, P32	• inauguration with four nodes • master position is random
2	TNM: Set Strong → P10	• optionally new inauguration (if master was not P10) • new topography • P10 is strong master
3	TNM: Set Strong → P11	• two separate networks: P09, P10 and P11, P32. • the Master Conflict is stable, so that no inauguration takes place, two WTB segments
4	TNM: Set Weak → P11	• coupling of two compositions • P11, P32 lose, P10, P11 win • P10 is the strong master, only one WTB segment
5	TNM: Set Weak → P10	• new topography • no inauguration • P10 is the weak master
6	TNM: Set Slave → P10	• demotion of P10 • master position is random
7	Power off P09, P11, P32	• network disruption • no traffic; using of data logger to check • P10 does not perform detection
8	Power on P11, P32	• inauguration of P10, P11, P32 • P10 is the slave
10	Is_t_Remove P10	• P10 is removed from the network. • inauguration with P11, P32

5.1.7.2 Change of user report

Table 35 defines the steps to test the change of user report.

Setup: TTS3

Table 35 – Test sequence change of user report

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P09	• P09 is the strong master
3	TNM: Change User Report → P09	• user to master
4	TNM: Change User Report → P10	• user to master
5	TNM: Set Slave → P09	• inauguration, P10 is master
6	TNM: Change User Report → P09	• user to master
7	TNM: Change User Report → P10	• user to master

5.1.7.3 Change of node descriptor

Table 36 defines the steps to test the change of node descriptor.

Setup: TTS3

Table 36 – Test sequence change of node descriptor

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P09	• P09 is the strong master
3	MS: Request inauguration ^a → P09	• new topography
4	MS: Request inauguration ^a → P10	• new topography
5	TNM: Set Slave → P09	• inauguration, P10 is the master
6	MS: Request inauguration ^a → P09	• new topography
7	MS: Request inauguration ^a → P10	• new topography
^a e.g. Mapping Server telegram no. 15.06 (Request to carry out UIC inauguration) or equivalent telegram.		

^a e.g. Mapping Server telegram no. 15.06 (Request to carry out UIC inauguration) or equivalent telegram.

5.1.7.4 Change of inauguration data

Table 37 defines the steps to test the change of inauguration data.

Setup: TTS3

Table 37 – Test sequence change of inauguration data

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10	• Inauguration
2	TNM: Set Strong → P09	• P09 is strong master
3	MS: Change properties ^a → P09	• New topography
4	MS: Change properties ^a → P10	• New topography
5	TNM: Set Slave → P09	• P10 is master
6	MS: Change properties ^a → P09	• New topography
7	MS: Change properties ^a → P10	• New topography
^a e.g. Mapping Server telegram no. 0.240 (set/reset attribute "leading vehicle") or equivalent telegram.		

^a e.g. Mapping Server telegram no. 0.240 (set/reset attribute "leading vehicle") or equivalent telegram.

5.1.7.5 Inauguration inhibit lengthening

Table 38 defines the steps to test the inauguration inhibit lengthening.

Setup: TTS3

Table 38 – Test sequence inauguration inhibit lengthening

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10, P11	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P10	• P10 is the strong master
3	TNM: Inhibit Inauguration → P09	• network inhibited
4	Power up P32	• no inauguration
5	TNM: Inhibit Inauguration → P11	• network inhibited
6	TNM: Allow Inauguration → P09	• network inhibited
7	TNM: Inhibit Inauguration → P10	• network inhibited
8	TNM: Allow Inauguration → P11	• network inhibited
9	TNM: Allow Inauguration → P10	• new inauguration

5.1.7.6 Sleep state

Table 39 defines the steps to test the sleep state.

Setup: TTS3

Table 39 – Test sequence sleep state

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10, P11, P32	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P10	• P10 is the strong master
3	TNM: Set Sleep → P09	• sleep request on node P09 reported on WTB status
4	TNM: Set Sleep → P10	• sleep request on node P10 reported on WTB status
5	TNM: Set Sleep → P11	• sleep request on node P11 reported on WTB status
6	TNM: Cancel Sleep → P09	• sleep request removed on node P11 reported on WTB status
7	TNM: Set Sleep → P32	• sleep request for node P32 reported on WTB status
8	TNM: Set Sleep → P09	• all nodes enter in sleep state: no WTB traffic
9	Power off / power on P09	• new inauguration

5.1.7.7 Fast insertion

Table 40 defines the steps to test the fast insertion.

Setup: TTS3

Table 40 – Test sequence fast insertion

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10, P11, P32	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P10	• P10 is the strong master
3	Power off P11	• P11 does not communicate • topography does not change
4	Power on P11	• no inauguration • new topography due to reintegration of P11
5	TNM: Set Slave → P10	• new inauguration • P10 is the slave
6	Power off P10	• P10 does not communicate • topography does not change
7	Power on P10	• no inauguration • new topography due to reintegration of P10

5.1.7.8 Late insertion

Table 41 defines the steps to test the late insertion.

Setup: TTS3

Table 41 – Test sequence late insertion

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10, P11, P32	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P10	• P10 is the strong master
3	Power off P11	• P10 does not communicate
4	Power off / power on P09	• new inauguration due to end node lost • network with P09, P10, P32
5	TNM: Inhibit Inauguration → P09	• inauguration inhibited
6	Power on P11	• topography does not change
7	TNM: Allow Inauguration → P09	• new inauguration with P09, P10, P11, P32

5.1.7.9 Process data

Table 42 defines the steps to test the process data.

Setup: TTS3

Table 42 – Test sequence process data

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10, P11, P32	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P10	• P10 is the strong master
3	Write Process Data pattern	• export and import of process data
4	TNM: Remove → P11	• check about sink time supervision of node P11
5	Power off all nodes	
6	Power up P09, P10, P11, P32	• inauguration
7	TNM: Set Strong → P11	• P11 is the strong master
8	Write Process Data pattern	• export and import of process data
9	TNM: Remove → P10	• check about sink time supervision of node P10

5.1.7.10 Individual period

Table 43 defines the steps to test individual period 3.

Setup: TTS3

Configure all nodes with node period 3.

Table 43 – Test sequence individual period 3

Step	Action	Expected result
1	Power up all nodes	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P10	• P10 is the strong master • new topography • check the node periods of all nodes using data logger, all nodes have node_period = 3

Table 44 defines the steps to test the individual period 2.

Setup: TTS3

Configure all nodes with node period 2.

Table 44 – Test sequence individual period 2

Step	Action	Expected result
1	Power up all nodes	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P10	• P10 is the strong master • new topography • check the node periods of all nodes using data logger, some nodes have node_period > 2

5.1.7.11 Coupling of two compositions

Table 45 defines the steps to test the coupling of two compositions.

Setup: TTS3

Table 45 – Test sequence coupling of two compositions

Step	Action	Expected result
1	Power up all nodes	inauguration
2	TNM: Set Strong → P01	P01 is master
3	Open LS5 and LS6	- inauguration of two network - network #1: P01.. P10; P01 is master (10 nodes) - network #2: P11.. P32 (21 nodes)
4	TNM: Set Strong → P32	P32 is the master of network #2
5	Close LS5 and LS6	- coupling of two network - P32 is the master (the longer former network wins, its master become the master of the new network)
6	TNM: Set Strong → P10	P10 is the master
7	Open LS5 and LS6	- inauguration of two networks - network #1: P01.. P10; P10 are masters - network #2: P11.. P32
8	TNM: Set Strong → P32	P32 is the master of network #2
9	Close LS5 and LS6	- coupling of two networks - P32 is the master
10	Power off P12..P30	
11	TNM: Set Strong → P01	P01 is the master
12	Open LS5 and LS6	- inauguration of two networks - network #1: P01.. P10; P01 are masters - network #2: P11, P31, P32
13	TNM: Set Strong → P32	P32 is the master of network #2
14	Close LS5 and LS6	- coupling of two networks - P01 is the master
15	TNM: Set Strong → P10	P10 is the master
16	Open LS5 and LS6	- inauguration of two networks - network #1: P01.. P10; P10 are masters - network #2: P11, P31, P32
17	TNM: Set Strong → P32	P32 is the master of network #2
18	Close LS5 and LS6	- coupling of two networks - P10 is the master

5.1.7.12 Inauguration time IUT intermediate

Table 46 defines the steps to test the inauguration time of IUT in intermediate setting.

Setup: TTS3

Table 46 –Test sequence inauguration time IUT intermediate

Step	Action	Expected result
1	Power up all nodes	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P10	• P10 is the master
3	Power off P01	• inauguration (end node lost) • P10 master • using of data logger to measure inauguration time
4	Power on P01	• inauguration (lengthening) • P10 master • using of data logger to measure inauguration time

5.1.7.13 Inauguration time IUT end setting main direction 2

Table 47 defines the steps to test the inauguration time of IUT in end setting and main direction 2.

Setup: TTS1

Table 47 – Test sequence inauguration time IUT end setting main direction 2

Step	Action	Expected result
1	Power up all nodes	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P01	• P01 is the master
3	Power off P32	• inauguration (end node lost) • P01 master • using of data logger to measure inauguration time
4	Power on P32	• inauguration (lengthening) • P01 master • using of data logger to measure inauguration time

5.1.7.14 Inauguration time IUT end setting main direction 1

Table 48 defines the steps to test the inauguration time of IUT in end setting and main direction 1.

Setup: TTS2

Table 48 – Test sequence inauguration time IUT end setting main direction 1

Step	Action	Expected result
1	Power up all nodes	• inauguration
2	TNM: Set Weak → P32	• P32 is the master
3	Power off P01	• inauguration (end node lost) • P32 is the master • using of data logger to measure inauguration time
4	Power on P01	• inauguration (lengthening) • P32 is the master • using of data logger to measure inauguration time

5.1.7.15 Failure of the master node

Table 49 defines the steps to test the failure of the master node.

Setup: TTS3

Table 49 – Test sequence failure of the master node

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10, P11, P32	• inauguration with four nodes • master position is random
2	TNM: Set Strong → P11	• new topography • optionally new inauguration • P11 is the strong master
3	TNM: Set Weak → P10	• no change
4	Power off P11	• new topography • new inauguration • P10 is the master

5.1.7.16 Line redundancy during regular operation

Table 50 defines the steps to test the line redundancy during regular operation.

Setup: TTS3

Table 50 – Test sequence line redundancy during regular operation

Step	Action	Expected result
1	Power up P09, P10, P11, P32	• inauguration with four nodes • master position is random
2	TNM: Set Strong → P11	• new topography • optionally new inauguration • P11 is the strong master
3	Open LS3	• Master_Report dma shall be set to 1
4	Close LS3	• Master_Report dma shall be set to 0
5	Open LS4	• Master_Report dmb shall be set to 1
6	Close LS4	• Master_Report dmb shall be set to 0
7	Open LS5	• Master_Report dma shall be set to 1
8	Close LS5	• Master_Report dma shall be set to 0
9	Open LS6	• Master_Report dmb shall be set to 1
10	Close LS6	• Master_Report dmb shall be set to 0
11	Wait 5s	• no changes
12	Repeat steps 3...10 for 1h	• inauguration shall never take place (robustness test)

5.1.7.17 Line redundancy during inauguration

Table 51 defines the steps to test the line redundancy during inauguration.

Setup: TTS1

Table 51 – Test sequence line redundancy during inauguration

Step	Action	Expected result
1	Power up all nodes	• inauguration • master position is random
2	TNM: Set Strong → P11	• new topography • optionally new inauguration • P11 is the strong master
3	Power off P01	• end node lost • inauguration
4	Open LS1	• no change
5	Power on P01	• inauguration • P01 is the end node
6	Power off P01	• end node lost • inauguration
7	Close LS1	• no change
8	Open LS2	• no change
9	Power on P01	• inauguration • P01 is end node
10	Open LS1	• end node lost • inauguration

5.1.7.18 Measurement of basic period

Table 52 defines the steps to measure the basic period.

Setup: TTS1

Configure nodes P01 and P02 with node period 0.

Table 52 – Test sequence measurement of basic period

Step	Action	Expected result
1	Power up P01, P02	• inauguration
2	TNM: Set Strong → P01	• P01 is master • New topography • Use of data logger to measure basic period. Expected value shall be: 25 ms ± 1 ms

5.1.7.19 WTB link layer procedures

The following Table 53 lists the WTB link layer procedures that are used by Network Management or Mapping Server to implement the test application.

Table 53 – WTB link layer procedures

Procedure	Subclause in IEC 61375-2-1	used in IEC 61375-2-1 TNM or Mapping Server
Is_t_Report(...)	5.6.4.3	Mapping Server (UIC CODE 556)
Is_t_Init()	5.6.4.4	Mapping Server (UIC CODE 556)
Is_t_Reset()	5.6.4.5	8.4.3.2
Is_t_Configure(...)	5.6.4.6	Mapping Server (UIC CODE 556)
Is_t_SetSlave()	5.6.4.7	8.4.3.2
Is_t_SetWeak()	5.6.4.8	8.4.3.2
Is_t_SetStrong()	5.6.4.9	8.4.3.2
Is_t_StartNaming()	5.6.4.10	8.4.3.2
Is_t_Remove()	5.6.4.11	8.4.3.2
Is_t_Inhibit()	5.6.4.12	8.4.3.2
Is_t_Allow()	5.6.4.13	8.4.3.2
Is_t_SetSleep()	5.6.4.14	8.4.3.2
Is_t_CancelSleep()	5.6.4.15	8.4.3.2
Is_t_GetStatus(...)	5.6.4.16	8.4.3.1
Is_t_GetWTBNodes(...)	5.6.4.17	8.4.3.3
Is_t_GetTopography(...)	5.6.4.18	8.4.3.4
Is_t_ChgNodeDesc(...)	5.6.4.19	Mapping Server (UIC CODE 556)
Is_t_ChgUserReport(...)	5.6.4.20	8.4.3.5
Is_t_ChgInauguration_Data(...)	5.6.4.21	Mapping Server (UIC CODE 556)
Is_t_GetStatistics(...)	5.6.4.22	8.4.3.1
Is_t_GetInaug_Data(...)	5.6.4.23	Mapping Server (UIC CODE 556)

6 Conformance test of RTP

The RTP are tested by WTB in black box tests that involve the usage of the RTP themselves.

No exposed interface between the RTP and the link layer protocol is foreseen so the method herein is the only one feasible.

RTP is designed to operate with concurrent access of shared resources creating contentions. Non-conformance and its manifestation in communication failure may not appear or can appear unconnected. Contentions and races can run successfully for long periods, or for a number of different executions, and then fail during a slightly different execution sequence. According to Holzmann (see bibliography) "It is virtually impossible to exhaustively test all possible behaviours of an unknown implementation by simply probing it and observing its responses. There is always a possibility that some untried sequence of probes would reveal a new behaviour that is unacceptable. The specific test suite selected for a conformance test of this type, therefore, is always a small selection of the infinite set of all possible test suites." This conformance test will be limited to a bounded set of values.

Basic requirements for testing the protocol are:

- number of possible process data type is finite;
- reponse time of the protocol is finite;
- stable conditions in which the IUT is waiting for a new input signal exist;
- status property exists: when a "status" message is received, the IUT responds with an output message that uniquely identifies its current state.

All basic requirements should be tested in conjunction with the consist network. The conformance statement of the consist network should cover the following requirements:

6.1 Ports and Traffic_Store

Refer to 6.2.2.2.1 of IEC 61375-2-1.

- a) The number of ports for Process_Data communication is tested.
- b) Access a port consistently in one indivisible operation is tested.
- c) Ports belonging to the same link layer belong to the same Traffic_Store are tested.
- d) A port identified within a Traffic_Store by its Port_Address is tested.
- e) A Traffic_Store identified within a device by its Traffic_Store_Id is tested.

The shared memory structure cannot be directly tested due to unavailability of explicit standardised synchronisation between application and network. To improve confidence, the test which can be accessed simultaneously by the application and the network shall be left running for 6 h.

If the IUT passes these tests, it is capable of reproducing the behaviour of the specification IEC 61375-2-1, but it remains unknown if the IUT may go into a set of states that produces erroneous behaviour.

6.2 Dataset consistency

Refer to 6.2.2.2.2 of IEC 61375-2-1.

- a) Each port containing exactly one dataset is tested..
- b) A dataset produced by only one publisher application is tested.
- c) Only one source port with a given Port_Address on a bus is tested.
- d) The link layers transmitting the contents of a source port within a limited time to the sink ports subscribed to the same Port_Address and providing consistency of transmitted source port are tested.

6.2.1 Error handling

Refer to 6.2.2.2.3 of IEC 61375-2-1.

Listed below are undefined fields in a dataset overwritten with '1' not tested.

- a) if the link layer detects that a transmission error occurred;
- b) if the link layer detects that its publisher application does not supply correct data;
- c) if the link layer detects that its publisher application does not supply timely data.

The link layer shall overwrite the whole port with '0' and is tested.

6.2.2 Freshness supervision

Refer to 6.2.2.2.4 of IEC 61375-2-1.

- a) Each sink port Freshness_Timer is tested.
- b) Freshness_Timer retrieved in an indivisible operation and is tested.
- c) The resolution of Freshness_Timer shorter or equal to 16 ms is tested.
- d) The range of Freshness_Timer is not tested.

6.2.3 Synchronisation dataset

Refer to 6.2.2.2.5 of IEC 61375-2-1.

Not tested.

6.2.4 Dataset polling

Refer to 6.2.2.2.6 of IEC 61375-2-1.

Not tested in this standard.

6.2.5 Dataset, port and logical address

Refer to 6.2.2.2.7.1 of IEC 61375-2-1.

Not tested.

6.2.6 Traffic_Store Identifier

Refer to 6.2.2.2.7.3 of IEC 61375-2-1.

Traffic_Store_Id is tested, which verifies only that it is different from the value 1 (WTB).

The maximum number of Traffic_Stores supported is not tested.

6.3 Port_Address

Refer to 6.2.2.2.8 of IEC 61375-2-1.

The Port_Address is one of 4096 ports within the Traffic_Store selected by Traffic_Store_Id. It is limited to the test address given to the IUT for conformance testing and is tested.

6.4 Link_Process_Data_Interface primitives

Refer to 6.2.2.3 of IEC 61375-2-1.

Primitives may vary in implementation, the black box testing is not able to assess the direct compliance, only expected behaviour can be checked.

6.5 Messages services and protocols

Refer to 6.3 of IEC 61375-2-1.

Message services and protocols are tested.

7 Conformance test of a WTB-equipped consist

7.1 General

The conformance at TCN level of a consist is a fundamental pre-requisite for interoperability of consists equipped with TCN.

The scope of this clause is to specify the tests necessary to ensure the TCN conformance of a WTB equipped consist. These tests can be performed independently from the application tests or can be integrated in the application tests, as preliminary tests, common for all application profiles.

TCN conformance is the necessary pre-requisite to ensure the interoperability among different consists, but it is not able to guarantee it because other pre-requisites have to be satisfied at application level.

That is why both tests (TCN conformance and application) are necessary to allow the interoperability among consists from different railway manufacturers and operators.

The instrument used for the test is the coach tester, specified in Annex B.

7.2 PICS

PICS pro-forma is a set of tables containing questions to be answered by an implementer, and limitations on the possible answers.

It contains two types of questions:

- questions to be answered by either "YES" or "NO", related to whether a clause (ranging from a macroscopic functional unit to a microscopic) has been implemented or not. The allowed answers, which reflect the base specification, are documented in the PICS as requirement; the answers constitute the support;
- questions on numerical values implemented (for timers, for sizes of messages, for frequencies, etc.). The legitimate range of variation of this value, which reflects the base specification, is given in IEC 61375-2-1. The answer constitutes the supported values.

7.2.1 Instructions for filling the PICS pro-forma

PICS are organised into tables. Columns in the tables are:

- Ref. No.;
- Question, related to a characteristic or a supported capability;
- Response, answer to the question;
- Note, to be filled in to give more explanations about the answer. In the document, it is used to give explanations about the meaning of the question and/or a possible answer.

7.2.2 Abbreviations

The following abbreviations are used in this PICS pro-forma:

Y: yes

N: no

d: default

n/a: not applicable

7.2.3 PICS tables

7.2.3.1 Identification of PICS

The following Table 54 is intended to be filled in, in order to identify the PICS pro-forma.

Table 54 – PICS pro-forma identification

Ref. No.	Question	Response
1	Date of statement	
2	PICS serial number	

7.2.3.2 Identification of WTB consist under test

The following Table 55 is intended to be filled in, in order to identify the Consist Under Test (CUT).

Table 55 – PICS pro-forma WTB consist under test

Ref. No.	Question	Response	Note
1	Consist identification number		UIC code number or other internal code used by the operator
2	Manufacturer name		
4	Number of active nodes on the consist		
5	Number of not-active nodes on the consist		E.g. if there are nodes with a cold redundancy configuration
6	Node redundancy capability		Possible answers: [Y] or [N]
7	Line redundancy capability		Possible answers: [Y] or [N]
8	Trunk cable		Possible answers: [Y] or [N] IEC 61375-2-1 – 4.1.1
9	Jumper cable		Possible answers: [Y] or [N] IEC 61375-2-1 – 4.1.1
10	Extension cable		Possible answers: [Y] or [N] IEC 61375-2-1 – 4.1.1

7.2.3.3 Identification of consist WTB node

The following Table 56 is intended to be filled in, in order to identify the WTB nodes that are aboard on the CUT. If the CUT is equipped with more than one node (see 4.3.2 of IEC 61375-2-1), the following table shall be filled in for each node.

Table 56 – PICS pro-forma identification of consist WTB node

Ref. No.	Question	Response	Note
1	Node number		Identification code by the manufacturer or operator
2	Node manufacturer		Name of the manufacturer
3	Node application		Reference to a standard or other specification, e.g. application profile
4	Process data default value		Process data default contents to be sent by the tester in order to initialise the consist functions. Information to be provided if required in order to implement the test properly.
5	Message data capability and testability		Detailed information about the MD that have to be given in order to properly implement the test on the tester
6	Node conformance certificate		If the device has been tested by an internal or external laboratory, it is the certificate number of the test
7	Node SW version		Reference to a standard or other specification, e.g. WTB_LL IEC 61375-2-1
8	Node type		Possible answers: [SM] Strong Master [WM] Weak Master [PS] Permanent Slave They can be more than one, specify in this cell how they can be selected

7.2.3.4 Identification of consist trunk cable

The following Table 57 is intended to be filled in, in order to identify the trunk cable (see IEC 61375-2-1, 4.1.1) that is on board the CUT. It includes the connections on the two extremities of the cable.

Table 57 – PICS pro-forma identification of consist trunk cable

Ref. No.	Question	Response	Note
1	Cable code		Identification code by the manufacturer or operator
2	Cable manufacturer		Name of the manufacturer
3	Cable shape and section		E.g. $2 \times 0,75 \text{ mm}^2$ shielded
4	Cable length		From end to end
6	Cable conformance certificate		If the cable has been tested by an internal or external laboratory, it is the certificate number of the test
7	Cable end connections		Connectors or screw terminals

If the trunk cable on a consist is divided into different sections, one table shall be filled in for each section.

7.2.3.5 Identification of consist jumper cable

The following Table 58 is intended to be filled in, in order to identify the jumper cable (see IEC 61375-2-1, 4.1.1) that is on board the CUT. It includes the connections on the two extremities of the cable.

Table 58 – PICS pro-forma identification of consist jumper cable

Ref. No.	Question	Response	Note
1	Cable code		Identification code by the manufacturer or operator
2	Cable manufacturer		Name of the manufacturer
3	Cable shape and section		E.g. $2 \times 0,75 \text{ mm}^2$ shielded + $16 \times 1 \text{ mm}^2$ shielded
4	Cable length		From end to end
5	Cable standard		E.g. UIC 558
6	Cable conformance certificate		If the cable has been tested by an internal or external laboratory, it is the certificate number of the test
7	Cable end connections		Connectors or screw terminals

If the jumper cable on a consist is divided into different sections, one table shall be filled in for each section.

7.2.3.6 Identification of consist extension cable

The following Table 59 is intended to be filled in, in order to identify the extension cable (see IEC 61375-2-1, 4.1.1) that is on board the CUT. It includes the connections on the two extremities of the cable.

Table 59 – PICS pro-forma identification of consist extension cable

Ref. No.	Question	Response	Note
1	Cable code		Identification code by the manufacturer or operator
2	Cable manufacturer		Name of the manufacturer
3	Cable shape and section		E.g. 4 × 0,5 mm ² shielded
4	Cable length		From end to end
6	Cable conformance certificate		If the cable has been tested by an internal or external laboratory, it is the certificate number of the test
7	Cable end connections		Connectors or screw terminals

If the extension cable on a consist is divided into different sections, one table shall be filled in for each section.

7.3 Test suites

The TCN conformance tests are supposed to be performed on a consist equipped with one WTB active node and the WTB line(s) physically available on both ends of the consist under test.

No intervention on board, by decoupling and coupling device connectors, is admitted.

The devices and subsystems that constitute the consist have to be individually tested at device level and the related test certificate, mentioned in the PICS, have to be available on request.

In any case, the PICS described in 7.2 and properly filled in, are able to prepare the test suites for the different test levels.

There are three test levels:

- basic interconnection tests;
- capability tests;
- behaviour tests.

The tests considered herein are basic interconnection tests, even if some of them are able to verify also some capabilities (like the error transmission frame) and the methodology requires a behaviour test and analysis for some test clauses.

In the following specification, the difference among the three levels is not mentioned.

The tests are given in the two subclauses below:

- a) physical interface;
- b) WTB link layer capabilities.

Any further tests are not considered for the following reasons:

- connector tests have to be carried out at application level, because the external consist connectors are defined by the application (e.g. UIC leaflets);
- insertion tests related to the single consist are included in the physical interface tests;
- the consist network interoperability test is not relevant at consist level (it is not strictly necessary that a WTB consist is equipped with a specific consist network);
- application profile is out of the scope of TCN conformance and requires a specific application test (e.g. UIC test at consist level, by using a consist simulator).

In order to perform the tests, a special instrument called “coach tester” shall be used. It includes all necessary test devices for the different test steps.

7.3.1 Physical interface tests

The tests are performed at consist level, independently from the layout of the internal cabling and connection. All the items included in the physical layer (cables, connectors, devices) should be in conformance with the TCN standard IEC 61375-2-1, but in any case the scope of the present tests is to check the characteristics of the whole physical layer by some tests and measurements.

The check shall be performed without detaching any connectors on the board consist, but only by the connection of the tester to the end connectors at the two consist ends. According to the TCN standard (see 4.1.4 of IEC 61375-2-1), it is assumed that the WTB node on the consist is connected by direction 1 line to the consist end “1” and by direction 2 line to the consist end “2”.

The WTB line can be in the single configuration (line A only) or in the redundant configuration (lines A and B).

The tests are divided into the following cases:

- a) d.c. tests;
- b) a.c. tests.

During the execution of all physical interface tests, the active devices (normally the WTB node) have to be switched off.

7.3.2 DC test: line resistance

7.3.2.1 Single line

These tests verify the line resistance in two different cases.

They are carried out on the WTB end connectors, making a short cut or leaving without a connection the poles belonging to the same line at one side of the coach.

On the other end of the line, with a DMM, the resistance of the line will be measured.

It is recommended to perform the test with a 4-wire resistance measurement, because the value to be measured is of low-resistance.

The test will pass if:

- the measured resistance will be less than $2\ \Omega$ if the short circuit is present
(see 4.2.4.1 IEC 61375-2-1) or
- the measured resistance will be more than $1\ M\Omega$ if the open-circuit is present
(see 4.5.1 IEC 61375-2-1).

7.3.2.2 Double line

If a double line is present these tests will be performed on both lines (A and B).

Figure 25 shows the setup for measurement of line resistance.

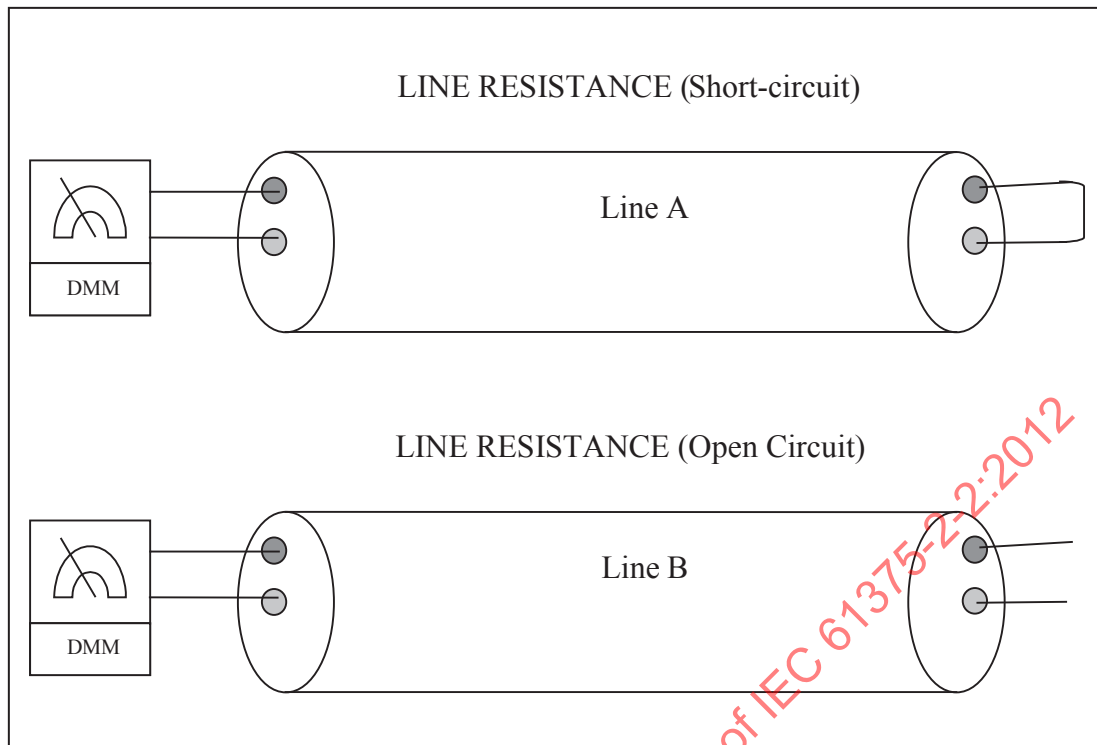


Figure 25 – Line resistance

7.3.2.3 AC test 1: crosstalk

This test is carried out only if the double line is present and the two pairs of wires are in the same cable in some parts of the consist (see 4.2.4.7, IEC 61375-2-1).

Figure 26 shows the setup for measurement of line crosstalk.

1st test

On WTB end connectors, side 1, lines A and B terminating resistors ($120\ \Omega \pm 10\%$) are connected. On side 2, line B only shall be terminated with another resistor ($120\ \Omega \pm 10\%$).

On side 2, the instruments are connected in the following way:

- sine wave generator with an internal resistance $Z_t = 120\ \Omega$ to line A.
It shall be set to:

Amplitude	4 Vpp
Frequency	0,5 – 1 – 2 MHz
- oscilloscope on side 1, line B. Measure the voltage and check that the rejection value limit of 55 dB is not reached.

This value, keeping the coach train length in mind, is near 7 mV.

2nd test

Repeat the 1st test exchanging the connection of sine wave generator (now to line B) with its terminating resistor and oscilloscope (now to line A).

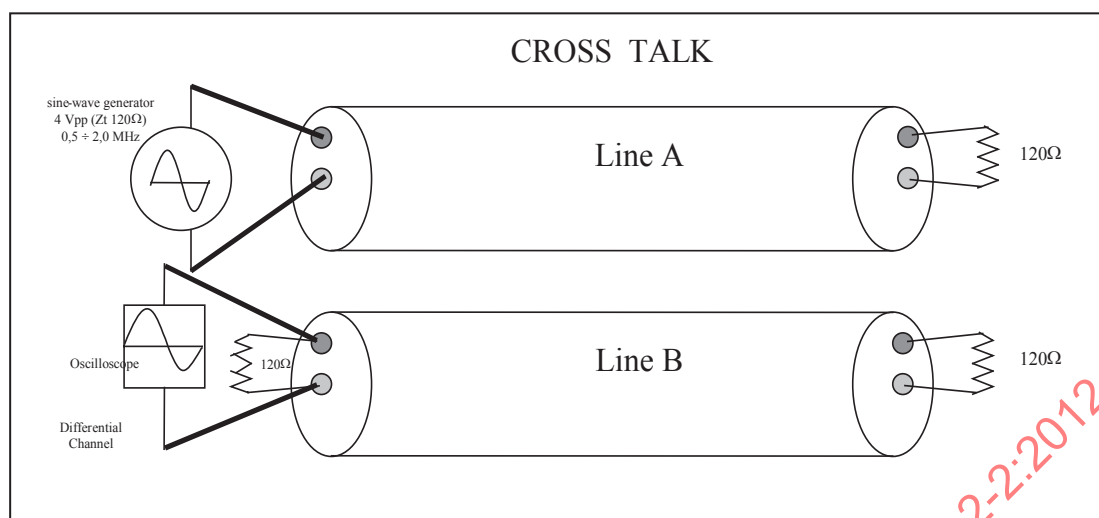


Figure 26 – Crosstalk

7.3.2.4 AC test 2: propagation delay and attenuation

These tests are carried out only where the double line is present (see IEC 61375-2-1, 4.2.3.2 Delay; and 4.1.5 Attenuation).

Figure 27 shows the setup for measurement of the propagation delay and attenuation.

1st test

On WTB end connectors, side 1, lines A and B are connected together. On side 2, line B only shall be terminated with a resistor ($120\ \Omega \pm 10\%$).

On side 1, the instruments are connected in the following way:

- sine wave generator with an internal resistance $Z_t = 120\ \Omega$ to line A.
It shall be set to:
Amplitude 4 Vpp
Frequency 0,5 – 1 – 2 MHz
- oscilloscope differential channel 1 on side 1 of line A, and the differential channel 2 on side 1 of line B.

By comparing the signal read at the side of line A and on the other side of line B the propagation delay and the attenuation can be obtained.

2nd test

Repeat the 1st test exchanging the connection of sine wave generator (now to line B) with its terminating resistor and oscilloscope (now to line A).

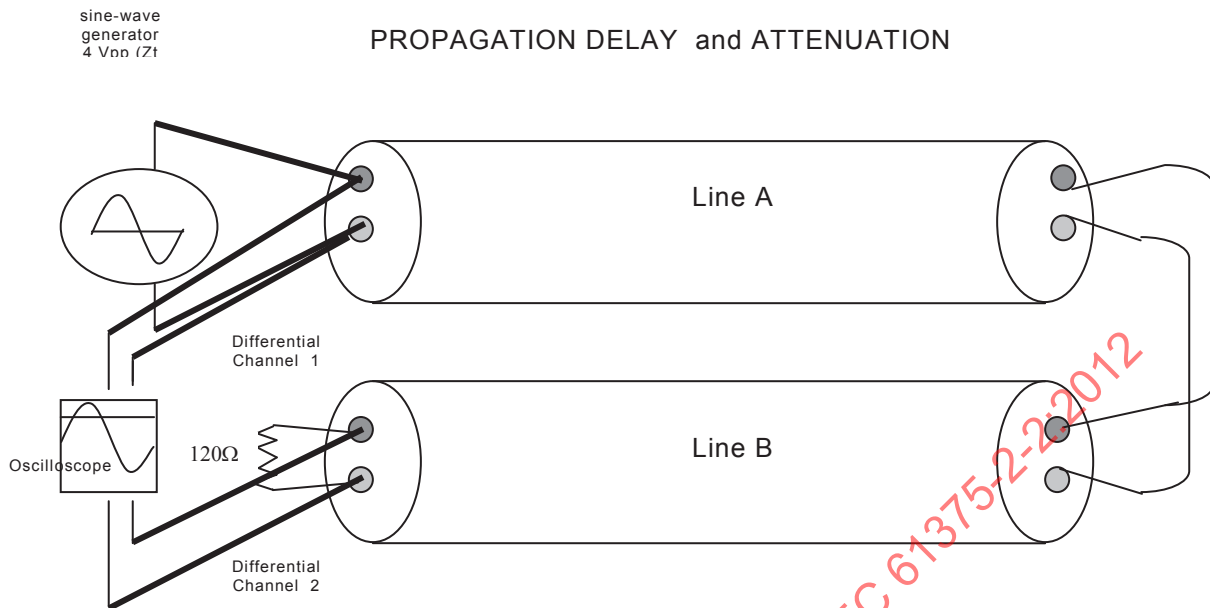


Figure 27 – Propagation delay and attenuation

7.3.3 WTB Link_layer capabilities

7.3.3.1 Test bed preparation

The tests at WTB level are functional tests. They shall be performed with the coach tester, that includes two reference nodes and can be connected to the consist on one end or at the same time on both ends.

From PICS, some important information is available about the consist node, especially its SW version (at TCN and application level) and the default value of the sink process variables expected by the consist WTB node. The coach tester nodes shall be configured with a SW that is compatible with a TCN stack of the consist node and, if the consist application requires it, also with the application SW.

The tests are performed with the WTB node of the consist powered up. The consist is connected by the end connectors to the coach tester, according to the sequence of coupling and decoupling described in the different test steps.

The consist node is configured according to its capabilities and, during the test, it shall be possible to select all provided functions.

7.3.3.2 Inauguration test

The inauguration test is performed between the consist node (without any SW modification) and one node in the coach tester, connected through the WTB connector(s) on one end.

If the consist has a redundant line configuration (A and B), both lines have to be connected to the coach tester.

In any case, the tests are repeated on both ends of the consist.

On the end side not connected to the network, the presence of detect frames shall be checked, with an oscilloscope or with an analyser.

The possible consist node types are declared in the PICS. The following test cases shall be checked, if available:

- if the CUT node is a weak master, the coach tester commands the following test cases:
 - a) coach tester node type: permanent slave, the inauguration ends with the CUT node as a network master;
 - b) coach tester node type: strong master, the inauguration ends with the coach tester node as a network master;
 - c) coach tester node type: weak master, the inauguration ends with one of the nodes as a network master;
- if the CUT node is a strong master, the coach tester commands the following test cases:
 - d) coach tester node type: permanent slave, the inauguration ends with the CUT node as a network master;
 - e) coach tester node type: strong master, the inauguration is not completed in 2 s (and it will not be able to be completed at all) and a master conflict occurs. It shall be detected and shown;
 - f) coach tester node type: weak master, the inauguration ends with the CUT node as a network master;
- if the CUT node is a permanent slave, the coach tester commands the following test cases:
 - g) coach tester node type: permanent slave, no inauguration occurs (time-limit: 2 s for test purposes, but it never occurs under this configuration), no detect frames are found;
 - h) coach tester node type: weak or strong master, the inauguration ends with the coach tester node as a network strong master.

The tests are performed between the consist and the coach tester, configured in a different node type for each test phase, according to the list.

The different test steps perform some inaugurations under different conditions, to check the right function. They shall be driven by the coach tester, through the HMI, where the results are shown.

Before starting the test, the node shall be active, in powered up state (not in sleep mode). Its node type (strong master, weak master, permanent slave) shall be set.

- Test with consist node type “weak master”.

Before plugging the coach tester node, check that on the connector(s) on both ends of the consist the detect frames are found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) shall be seen on the WTB lines A and B.

The coach tester node is configured as a permanent slave. Plug WTB lines (A and B) of the consist (end 1) with the corresponding ones of the tester (DIR1). An inauguration occurs and shall be completed within 1 s. If not, after 2 s, a timeout shall lock the test and send to the HMI an error message, otherwise the final result of the inauguration shall be:

- the consist node is the master (TCN address = 01);
- the coach tester node address is 63;
- the network consists of 2 nodes;
- the inauguration phase is completed in the time range 25 ms – 1 s;
- on the connector(s) on end 2 the detect frames shall be found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) shall be seen on the WTB lines A and B.

Then the coach tester is configured as a strong master. This causes a new inauguration, that shall be completed within 1 s. If not, after 2 s, a timeout shall lock the test and send to the HMI an error message, otherwise the final result of the inauguration shall be:

- the consist node is the slave (TCN address = 63);
- its orientation is opposite to the master (M=2);
- the coach tester node address is 01;
- the network consists of 2 nodes;
- the inauguration phase is completed in the time range 25 ms – 1 s;
- on the connector(s) on end 2 the detect frames shall be found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) shall be seen on the WTB lines A and B.

At last, the coach tester is configured as a weak master. A new inauguration occurs, it shall be completed within 1 s. If not, after 2 s, a timeout shall lock the test and send to the HMI an error message, otherwise the final result of the inauguration shows:

- the network consists of 2 nodes;
- the inauguration phase is completed in the time range 25 ms – 1 s;
- on the connector(s) on end 2 the detect frames have to be found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) have to be seen on the WTB lines A and B;
- the TCN address of the consist node can be 01 or 63. If 63, the orientation is opposite to the master (M=2).

The same test shall be repeated with lines A and B of the consist (End 2) plugged with the tester (always DIR1). The results are the following:

Coach tester configuration: permanent slave.

- The consist node is the master (TCN address = 01).
- The coach tester node address is 02.
- The network consists of 2 nodes.
- The inauguration phase is completed in the time range 25 ms – 1 s.
- On the connector(s) on end 1 the Detect Frames have to be found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) have to be seen on WTB line A and B.

Coach tester configuration: strong master:

- the consist node is the slave (TCN address = 63);
- its orientation is like the master (M=1);
- the coach tester node address is 01;
- the network consists of 2 nodes;
- the inauguration phase is completed in the time range 25 ms – 1 s;
- on the connector(s) on end 1 the detect frames shall be found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) shall be seen on the WTB lines A and B.

Coach tester configuration: weak master:

- the network consists of 2 nodes;
- the inauguration phase is completed in the time range 25 ms – 1 s;

- on the connector(s) on end 1 the detect frames shall be found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) shall be seen on the WTB lines A and B;
 - the TCN address of the consist node can be 01 or 63. If 63, the orientation is like the master (M=1).
- Test with consist node type “strong master”.

Before plugging in the coach tester node, check that on the connector(s) on both ends of the consist the detect frames are found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) shall be seen on the WTB lines A and B.

The coach tester node is configured as a permanent slave. The actions and the results are the same as for the weak master consist node.

Then the coach tester is configured as a strong master. An inauguration of a network with two strong masters cannot occur and a master conflict shall be detected by the coach tester and shown on the HMI. After 2 s, a timeout stops the inauguration operation without a positive conclusion.

At last, the coach tester is configured as a weak master. An inauguration occurs and shall be completed within 1 s. If not, after 2 s, a timeout shall lock the test and send to the HMI an error message, otherwise the final result of the inauguration shall be:

- the consist node is the master (TCN address = 01);
- the coach tester node address is 63;
- the network consists of 2 nodes;
- the inauguration phase is completed in the time range 25 ms – 1 s;
- on the connector(s) on end 2, the detect frames shall be found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) shall be seen on the WTB lines A and B.

The same test has to be repeated with lines A and B of the consist (end 2) plugged with the tester (always DIR1). The results are the following:

coach tester configuration: permanent slave. The actions and the results are the same as the weak master consist node.

Coach tester configuration: strong master. An inauguration of a network with two strong masters cannot occur and a master conflict shall be detected by the coach tester and shown on the HMI. After 2 s, a timeout stops the inauguration operation without a positive conclusion.

Coach tester configuration: weak master. The actions and the results are the same as for the weak master consist node.

- Test with consist node type “permanent slave”.

Before plugging in the coach tester node, check that on the connector(s) on both ends of the consist, the detect frames are not found.

The coach tester node is configured as a permanent slave. Plug WTB lines (A and B) of the consist (end 1) with the corresponding ones of the tester (DIR1). No inauguration occurs and after 2 s, a timeout shall stop the test and alerts the HMI that the inauguration has not occurred.

Then, the coach tester node is configured as a strong or weak master. That causes an inauguration, that shall be completed within 1 s. If not, after 2 s a timeout shall lock the test and send to the HMI an error message, otherwise, the final result of the inauguration shall be:

- the consist node is the slave (TCN address = 63);
- its orientation is opposite to the master (M=2);
- the coach tester node address is 01;
- the network consists of 2 nodes;
- the inauguration phase is completed in the time range 25 ms – 1 s;
- on the connector(s) on end 2, the detect frames shall be found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) shall be seen on the WTB lines A and B.

The same test shall be repeated with lines A and B of the consist (end 2) plugged with the tester (always DIR1). The results are the following:

coach tester configuration: permanent slave. The actions and the results are the same as the connection to consist end 1.

coach tester configuration: strong or weak master. This causes an inauguration, that shall be completed within 1 s. If not, after 2 s, a timeout shall lock the test and send to the HMI an error message, otherwise, the final result of the inauguration shall be:

- the consist node is the slave (TCN address = 02);
- its orientation is opposite to the master (M=1);
- the coach tester node address is 01;
- the network consists of 2 nodes;
- the inauguration phase is completed in the time range 25 ms – 1 s;
- on the connector(s) on end 2 the detect frames shall be found. Pulse sequences of approximately 50 μ s every 25 ms (with a tolerance of $\pm 4,0$ ms) shall be seen on the WTB lines A and B.
- Inauguration test – consist node as intermediate node.

This test requires both coach tester nodes. They shall be configured as weak master. The coach tester node 1 is connected with its DIR1 to end 2 of the consist. The coach tester node 2 is connected with its DIR2 to end 1 of the consist. The configuration of the network is the following:

Figure 28 shows the setup of coach tester nodes.

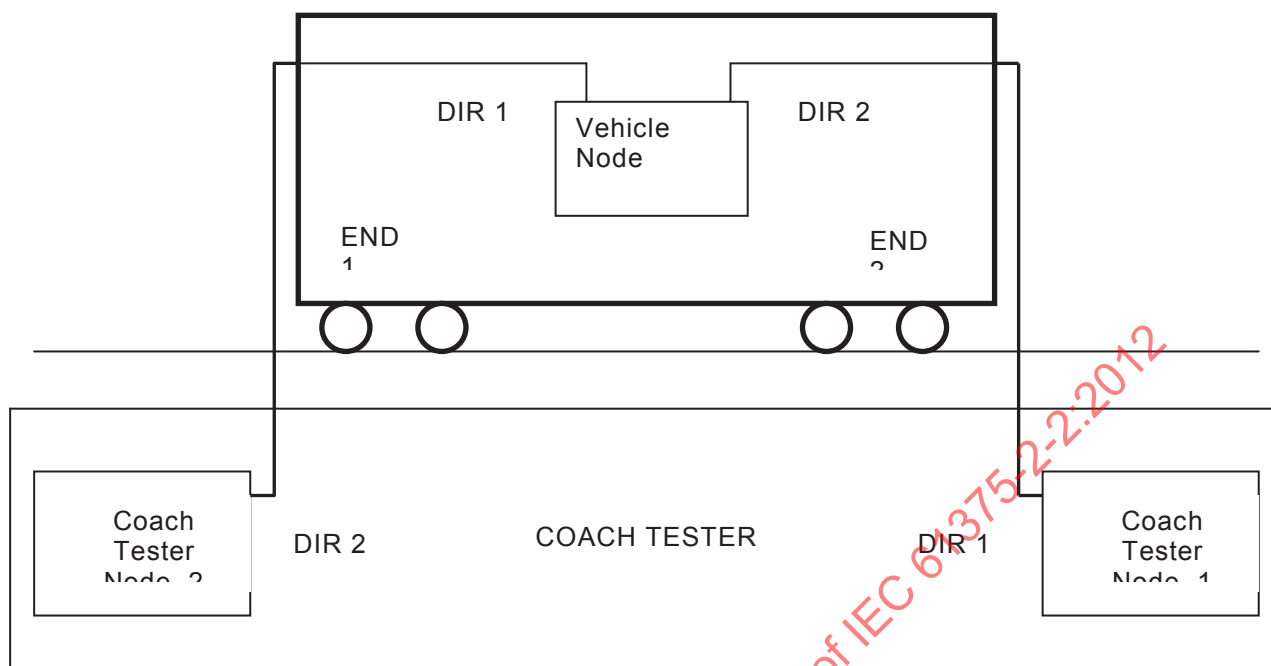


Figure 28 – Coach tester nodes

As initial state, the coach tester nodes and the consist node have completed the start-up phase before the plugging of the external connectors.

When the connection between coach tester node 1 and end 2 of the consist is performed, a network with 2 nodes is inaugurated. One node is the master, the other one is the slave. The consist node is in end node state.

When the connection between coach tester node 2 and end 1 of the consist is performed, a new inauguration occurs. The network consists of three nodes, one is the master and the other two are slaves.

About the results of the inauguration, they shall be in compliance with the TCN standard. In particular, the following parameters shall be checked:

- the orientation of all three nodes is 01;
- the TCN address of the master is 01. If coach tester node 1 is the master, the consist node has the TCN address = 63. If the coach tester node 2 is the master, the consist node TCN address is 02;
- switch off the consist node, without decoupling it from the other two nodes. If the consist node is not the network master, no inauguration occurs. Switch on the consist node, no inauguration occurs, the TCN address of the nodes remains unchanged.

If the consist node is the network master, when it is switched off a new inauguration occurs, and one of the two coach tester nodes becomes the new network master.

In all cases, the inauguration time lasts not less than 25 ms and not more than 1 s. The results of each test step shall be shown through the HMI within 2 s from the start of the single step. A timeout shall be provided to alert the HMI if a test has not reached an end.

7.3.3.3 Regular operation test

The TCN standard requires some tests on 3 million of transmitted frames (see 2.6.3.3 to 2.6.3.6).

With a basic period of 25 ms (in a network with two nodes only, it is possible to obtain an individual period equal to the basic period), the transmission of 3 000 000 frames takes a long time (75 000 s, that means more than 20 h).

The correctness of the data received by the CUT node is unknown out of the node itself (the statistic data, defined in 5.6.4.22.2 of IEC 61375-2-1 are available to the application on the same node).

As a consequence, the test can be performed in the following way:

- the coach tester is set to strong master node type;
- after the inauguration of the network with CUT and coach tester, a regular operation phase of 75 000 s is set up. In that time, every 25 ms the master sends a master call to the CUT node and it replies with its data port;
- the coach tester node checks that in the same time no inauguration occurs and that the `timeouts_count` (5.6.4.22.2 of IEC 61375-2-1) does not overflow the threshold of “3” errors;
- if the CUT node receives an erroneous frame, it does not answer properly (or it does not at all) and it can be checked by the coach tester node.

This test lasts very long (more than 20 h). As a basic test, a faster test can be used, but it gives only a general overview of the proper regular operation. It requires that a test SW at application level is included in the tester.

This test SW should be able to check the freshness of data sent through WTB by the consist node, when the network consisting of 2 nodes (consist node and coach tester) is inaugurated and working in regular operation. It should give the maximum time between two close data refresh. From the theoretical point of view, this refresh time should be 25 ms, but due to the non-synchronisation between TCN stack and application, this time could be doubled.

The test should last at least 10 min, the network should be stable (without new inauguration in the meantime) and the maximum value of the refresh counter should not exceed 50 ms.

7.3.3.4 WTB line redundancy switch over

This test is applicable to redundant line configuration (WTB lines A and B).

The transmitted frames have to be available on both lines; in reception, the best quality line is considered “trusted”, the other one “observed”. All tests have to be performed with WTB segment between consist and coach tester working with line A trusted (and B observed) and repeated with line B trusted (and A observed).

The coach tester shall be configured as a strong master. In the initial state, the network is working with the WTB lines both connected properly. The following steps shall be performed:

- a) check that the transmission skew of the electrical signals on lines A and B is less than 32,0 μ s;
- b) then, it sends frames on line A only. It becomes the trusted line for the CUT. The operation is correct if the CUT reply is correct;
- c) then, the tester switches the transmission from line A to line B only (an intermediate state of A and B working is necessary, but it shall be as short as possible, less than 32 μ s). The CUT reply will not affect from the operational point of view (the switchover from line A to line B for the CUT shall not cause any error);
- d) the test continues with lines A and B both working properly, then the test shall be repeated as before, but exchanging A and B, by sending frame at first on line B only, then on line A only and then on lines A and B. The CUT replies will remain unaffected.

In this test, the use of a protocol analyser could help the real measurement of the phenomena. If it is not available, the test is done without a precise verification of the switchover timing.

7.3.4 Data test storage

The specified tests do not require the storage of the data, nevertheless, this capability can be very useful, especially in the investigation phase when a fault occurs.

Data can be logged and stored in two different ways:

- by the coach tester node under operation, for example by capturing the different data received during the different test steps;
- by a second node in the coach tester, connected on the WTB between the consist and the coach tester operating node. This second node should work as a simple “listener” and, as a consequence, not participating in the activity on the WTB. Its configuration should be with line relays closed.

Data should be stored under the conditions required by the HMI. The elaboration and visualization of the stored data shall be performed off line.

7.4 Consist network interoperability test

It is not considered, because the consist is considered as a black box accessible by the WTB only.

7.5 Application profile

The application profile test is beyond the scope of the TCN conformance test and is not considered.

7.6 Several nodes on the consist

This standard considers the application of the conformance procedures as for a single node, the same profile is replicated for the other nodes installed in the consist. Application profile tests are beyond the scope of this conformance test and are not considered.

8 Conformance test of NM

From the survey done by the PT61375-2 no network management services are implemented in real TCN devices except user customised services like upload and download of node supervisor data base and upload and download of executable object code.

Following this situation, no reason to develop NM test suites exist for the time being.

Annex A (normative)

Test laboratory role and client role

A.1 Test laboratory and client role

A.1.1 General

The test laboratory is responsible for conducting the conformance assessment of the TCN implementation at the request of a client. Typically, test laboratories are:

- a) organisations developing or supplying TCN implementations. In this case, they are called first-party test laboratories and belong to a TCN manufacture/supplier;
- b) organisations willing to verify TCN implementations themselves before using them. In this case, they are called second-party test laboratories and belong to a TCN user;
- c) organisations, independent of suppliers or users of TCN implementations, whose business is the testing of such implementations. In this case, they are called third-party test laboratories.

The client is responsible for the conformance statements accompanying the IUT and for the configuration of the IUT itself. Typically, clients are:

- d) implementers or suppliers of TCN IUT who are applying for their own implementations to be tested;
- e) procurers of those implementations, or any other interested party.

The applicability of this standard is independent of the relationship between the client and the implementation so the client is referred throughout this standard as the IUT supplier.

A.1.2 Overview

The purpose of this annex is to specify the role, relating to both the test laboratory and the client, with reference to the conformance assessment process that is divided into three phases:

- a) preparation for testing;
- b) test operation;
- c) production of test reports.

The laboratory role, that is specified by the following subclauses of this annex, is applicable equally to those test laboratories which are affiliated to suppliers or procurers, and those which are independent.

The following are outside the scope of this annex:

- d) the production of diagnostic trace information, additional to that in the conformance log, for the results of testing performed by the test laboratory, and its supply to the client;
- e) aspects of test laboratory operations which are not specific to testing implementations of TCN protocols;
- f) accreditation of test laboratories.

A.2 Preparation for testing

This preparatory phase is performed through the execution of the following steps:

- a) general administrative steps;
- b) agreement on test methods and selection of test suites;
- c) exchange of documentation for conformance assessment;
- d) preparation of the IUT and the MOT (mean of test) for the testing configuration that results from the choice of step number 2.

During the preparation phase and, generally, during the conformance assessment process, technical issues may arise, because of incompatibility between the characteristics of the IUT and those of the test equipment and test methods provided by the test laboratory. There are no general requirements concerning procedures for the resolution of such technical issues. However, should differences be discovered between the conformance testing standard and the protocol standard, the protocol standard shall have precedence in problem resolution.

A.2.1 General administrative steps

The general administrative steps are:

- the application form and the provision of information about the IUT by the IUT supplier;
- the provision of documents, describing the general policy, terms and conditions to be followed during test operations, by the test laboratory.

A.2.2 Agreement on test methods and selection of test suites

The agreement is based on the exchange of checklists (IUT supplier checklist and test laboratory checklist) and the successive review of such a checklist in order to reach a basic agreement on the test methods and the selection of the test suites. This is a preliminary activity that is completed by the further activities indicated in Clause A.2.

A.2.2.1 Test laboratory role

The test laboratory shall review the IUT supplier checklist and shall determine if the test laboratory offers a testing service which is applicable to the client's proposed IUT. The test laboratory shall evaluate the client's choice of test suites in the proposed IUT (see A.2.2.2 of this annex) and shall select the corresponding reference standardised test suites to be used in the conformance assessment process.

For each test suite, the test laboratory shall identify the test equipment and test methods that will be used.

A.2.2.2 IUT supplier role

The IUT supplier shall review the test laboratory checklist and shall make the choice of which test methods are to be used for test suites in the proposed IUT in accordance with the claims for IUT testability and the testing service offered by the test laboratory.

A.2.3 Exchange of documentation for conformance assessment

After the test laboratory and IUT supplier have agreed on the definition of the IUT and on the test suites and test methods to be used during the conformance assessment, they exchange detailed information about the IUT. This information resides in documents related to test preparation: the PICS, PIXIT and any other relevant documents such as identification data for the IUT and the description of the implementation of hardware and software means for testing.

A.2.3.1 PICS

A.2.3.1.1 Test laboratory role

There is no requirement of the test laboratory for the provision of PICS for use by the client. However, the test laboratory may provide copies of the relevant PICS if necessary.

A.2.3.1.2 IUT supplier role

The IUT supplier shall provide a PICS for each TCN standardised device which is implemented in the IUT and for which conformance is to be tested.

The IUT supplier shall complete the relevant PICS. The requirements for the provision of PICS information are stated in this standard.

A.2.3.2 PIXIT

The role and scope of the PIXIT is to give requirements and further guidance on the structure and implementation of the IUT and the means of testing.

A.2.3.2.1 Test laboratory role

The test laboratory shall produce a PIXIT for each standardised test suite for which testing is offered.

A.2.3.2.2 IUT supplier role

The IUT supplier shall provide a PIXIT for each standardised test suite to be used for testing, by completing the relevant PIXIT provided by the test laboratory with the information relevant to the IUT.

A.2.3.3 Any relevant documents

The relevant documents, provided by the IUT supplier, contain the following information as a minimum:

- information related to both the IUT and IUT supplier:
 - administrative information to identify the client, in case that supplementary information is considered useful by the IUT supplier in addition to that included into the clauses that report respectively the PICS called identification of the IUT supplier and identification of the implementation under test;

Further more, it may be useful to provide a description of the means for testing provided by the IUT supplier and the test equipment used by the test laboratory.

A.2.3.4 Preparation of the IUT and the MOT

This activity consists in the test bed setup where the IUT and the test equipment are connected together.

A.2.3.4.1 Test laboratory role and IUT supplier role

The test laboratory operator and the IUT supplier operator shall co-operate in the activity of physical connection between the test equipment and the IUT. Some technical issues may arise like physical interface problems, in such a case an agreement shall be found between the test laboratory and the IUT supplier in order to solve such problems.

A.3 Test operation

This operational phase is performed through the execution of the following steps:

- a) static conformance review;
- b) selection of test cases and test parameterisation;
- c) test campaign.

A.3.1 Static conformance review

During the static conformance review, the PICS and any other relevant documentation supplied by the IUT supplier shall be submitted for review.

A.3.1.1 Test laboratory role

The test laboratory shall:

- verify that the PICS are self-consistent;
- verify that the PICS are consistent with the static conformance requirements specified in this standard and in the IEC 61375-2-1 to which the IUT is claimed to conform. As a minimum, the following checks shall be made for consistency between the PICS and the static conformance requirements:
 - for each item which is indicated as mandatory in the status column, check that the item is indicated as supported;
 - for each item which is indicated as optional and from which a defined subset are supported, check that the indications of support are consistent with the requirement;
- verify the consistency of the information presented in the PIXIT and in any other relevant documents submitted by the IUT supplier;
- inform the client of the results of the static conformance review before continuing with the conformance assessment process.

A.3.1.2 IUT supplier role

The client shall review the results of the static conformance review performed by the test laboratory.

A.3.2 Selection of test cases and test parameterisation

The selection of test cases and test parameterisation consist in:

- selection of all those test cases appropriate for the IUT, based on the information in the PICS, PIXIT and any other relevant documents submitted by the IUT supplier, in accordance with the requirements of its reference standardised test suites of this document.

A.3.2.1 Test laboratory role

A.3.2.1.1 Test cases selection

The test laboratory shall select the following test cases provided that they are testable according to the PICS, PIXIT and any other relevant documents submitted by the IUT supplier:

- all capability test cases for mandatory capabilities;
- all capability test cases for optional or conditional capabilities that are present in the IUT according to the PICS;
- all behaviour test cases for mandatory capabilities;
- all behaviour test cases that are consistent with the optional or conditional capabilities that are present in the IUT according to the PICS.

A.3.2.1.2 Test cases parameterisation

After the selection of all test cases, the information provided in the PIXIT and in any other relevant document shall be used to determine the appropriate values for each parameter in those test cases, in accordance with the documentation of the means of testing and with the requirements of its reference standardised test suites. The resulting parameterised executable test suite is then ready to be executed on the IUT.

Examples of types of parameterisation are:

- values of network addresses;
- values of counters;
- values of timers;

This list is not exhaustive.

A.3.2.2 IUT supplier role

A.3.2.2.1 Test cases selection

For the test selection, further to providing the PICS, PIXIT and any other relevant documents, the IUT supplier shall inform the test laboratory whether or not basic interconnection testing should be performed during the test campaign.

A.3.2.2.2 Test cases parameterisation

There are no requirements of the client during test parameterisation.

A.3.3 Test campaign

A test campaign is the process of executing the selected and parameterised test suites for a particular IUT and producing information required for the conformance log.

A.3.3.1 Test laboratory role

During the test campaign, the test laboratory shall execute all the test cases relevant to the selected test suites and establish for each test case, which one of the following results applies:

- a) pass verdict;
- b) fail verdict;
- c) inconclusive verdict;
- d) test case error;
- e) executable test case error;
- f) abnormal test case termination.

For each test case that produced a fail verdict, the test laboratory shall assess whether the verdict was associated with an unidentified test event in the test case. If this is not the case, the test laboratory shall record the fail verdict for this test case in the protocol report. If this is the case, the test laboratory shall determine whether there is a test case error, that is, whether the event which matched the unidentified test event was valid according to the protocol and should have been defined in the test case. If so, the test laboratory shall indicate in the protocol report that the test case was “not run” together with the reason why.

For each test case that produced an inconclusive verdict, the test laboratory shall re-run the test case at least once. If a pass or fail verdict is produced during a subsequent execution, that verdict shall be recorded in the protocol report. If an inconclusive verdict is produced

during subsequent execution(s) of the test case and the test case behaviour is the same as in previous executions, the inconclusive verdict shall be recorded in the protocol report.

For each test case that has a test case error, the test laboratory shall indicate in the protocol report that the test case was “not run” together with the reason why.

For each test case that produced either an executable test case error or an abnormal test case termination result, the test laboratory shall re-run the test case. If the same result is produced, the test laboratory shall indicate in the protocol report that the test case was “not run” together with the reason why.

A.3.3.2 IUT supplier role

The client shall ensure that the IUT and, if required, an IUT operator are available throughout the agreed test campaign period. The client shall co-operate with the test laboratory to make any changes to the IUT or its environment which are required in order to enable execution of all the test cases and shall review the documentation of such changes.

There are no requirements on the client concerning analysis of verdict assignments. However, during the test campaign, the client may request a re-run of any test case that produced a fail verdict, if not satisfied that the test case correctly diagnosed an error in the IUT.

A.4 Production of test reports

This culminating phase is performed through the execution of the following steps:

- a) IUT conformance test report;
- b) protocol conformance test report.

The report listed at line 1 shall be produced by the test laboratory while the test report listed at line 2 shall be produced in case that it is requested by the IUT supplier.

A.4.1 IUT conformance test report

IUT conformance test report provides a summary of the results of the conformance testing performed on the supplier's IUT.

A.4.1.1 Test laboratory role

The test laboratory shall produce the report using a pro-forma that includes:

- the list of reference standardised test suites against which testing has been carried out, together with the dates of publication of the standards;
- if applicable, details of any amendments or addenda with which the IUT is claimed to conform;
- a brief explanation of the nature of the TCN testing and in particular that there is no guarantee that the IUT that has passed all the tests will inter-operate with other real TCN systems;
- clear and unambiguous statements if non-conformance has been demonstrated in any of the test cases, or if any areas of concern have been observed;
- recording of the agreement between the test laboratory and the client on the definition of what part(s) of the system, that is/are submitted to the TCN testing, is/are considered to be the IUT during testing.

The report shall be made available to the client by the test laboratory at the end of the conformance assessment process.

A.4.1.2 IUT supplier role

There are no requirements on the client role during the production of the report.

The client should review the report and, in the case of disagreement with the test laboratory over its content, should supply comments to be filed, as an annex, in the report itself.

A.4.2 Protocol conformance test report

At the client's request, the test laboratory shall provide an accompanying documentation for each test suites and test case for which conformance testing has been carried out during this conformance assessment process.

A.4.2.1 Test laboratory role

The test laboratory shall produce the report using a pro-forma that includes:

- a list of the test suites and test cases which were selected;
- a list of the test suites for which corresponding executable test cases were run to completion during the test campaign;
- the verdicts assigned to those test cases that were run to completion;
- observations (if any) made by the test laboratory during the test campaign;
- a list of test cases which are selected but reported as being “not run” They include those which produced a test case error or an abnormal test case termination;
- conformance logs on paper or on magnetic support readable for the IUT supplier.

A.4.2.2 IUT supplier role

The client shall inform the test laboratory whether or not the protocol conformance test report and the associated conformance logs are to be provided.

The client should review the report and, in the case of disagreement with the test laboratory over its content, should supply comments to be filed, as an annex, in the report itself.

Annex B

(informative)

Test instrumentation and dedicated test bed

B.1 Test instrumentation

B.1.1 Standard instrumentation

B.1.1.1 Test suites standard instrumentation

The standard instruments for test suites shall be chosen by the laboratory according to the specifications given by the relevant clause of this standard. All standard instruments used, type, brand, and primary characteristics shall be listed and reported on the specific IUT's report. All tolerances, precisions, accuracies, repeatability, stability of the standard instruments shall be better than or equal to those specified by the relevant tested clause.

B.1.2 Test bed architecture

The test bed is implemented by the relevant testing train configuration that shall support the following manipulations in the testing train configuration itself:

- testing of a WTB device;
- coupling and uncoupling of WTB devices;
- turning on and off of nodes;
- redundancy switching over.

Furthermore, it is necessary to attach the TCN test equipment to the relevant node that shall perform the action as it is specified in the test sequence.

The TCN test equipment and a line monitor, when necessary, are needed in order to log the results of the action and check them for the qualitative and quantitative aspects.

It is not required that the IUT and the reference node, when necessary, have exposed interfaces dedicated to the purpose of the test, the existing WTB and consist network, e.g. MVB, interfaces are sufficient and the TCN tester is believed to be normally attached to the consist network interface of the relevant TCN gateway that causes the action or, when the consist network is not used by the WTB node, to the application interface of the WTB node itself.

The monitoring and logging of the results are performed by instrumentation devices attached to the WTB and/or consist network interface (may be the TCN test equipment itself that provides such capabilities).

Nevertheless, if the node provides a service interface, this interface may be used to provide the logging data to a PC unit.

In order to reduce the testing cost and the total duration of the testing, a full automation of the testing sequences is suggested but not required.

The advantage of full automation consists also in reducing the human errors and in obtaining an automatic print-out of the results and checks.

The main areas to be automated are:

- the coupling and uncoupling of the WTB connection between the nodes of the testing train configuration in order to control by means of the TCN equipment, the shortening and the lengthening of the configuration;
- the power on and off of the WTB nodes in order to control by means of the TCN equipment the simulation of the node failure and node re-insertion;
- the power on and off of the vehicle bus device in order to control by means of the TCN equipment the simulation of the device failure and its re-insertion;
- the switch-over of the redundant node in order to control in a precise and simultaneous way the taking over of the redundant node;
- the test sequencing and reporting.

The architecture is depicted in the following Figure B.1, showing the stimulus, monitoring and logging of the results performed by instrumentation devices attached to the WTB and/or consist network interface. A testing application program, very simple and loaded into the IUT, shall interact and respond to the stimulus sent by the instrumentation.

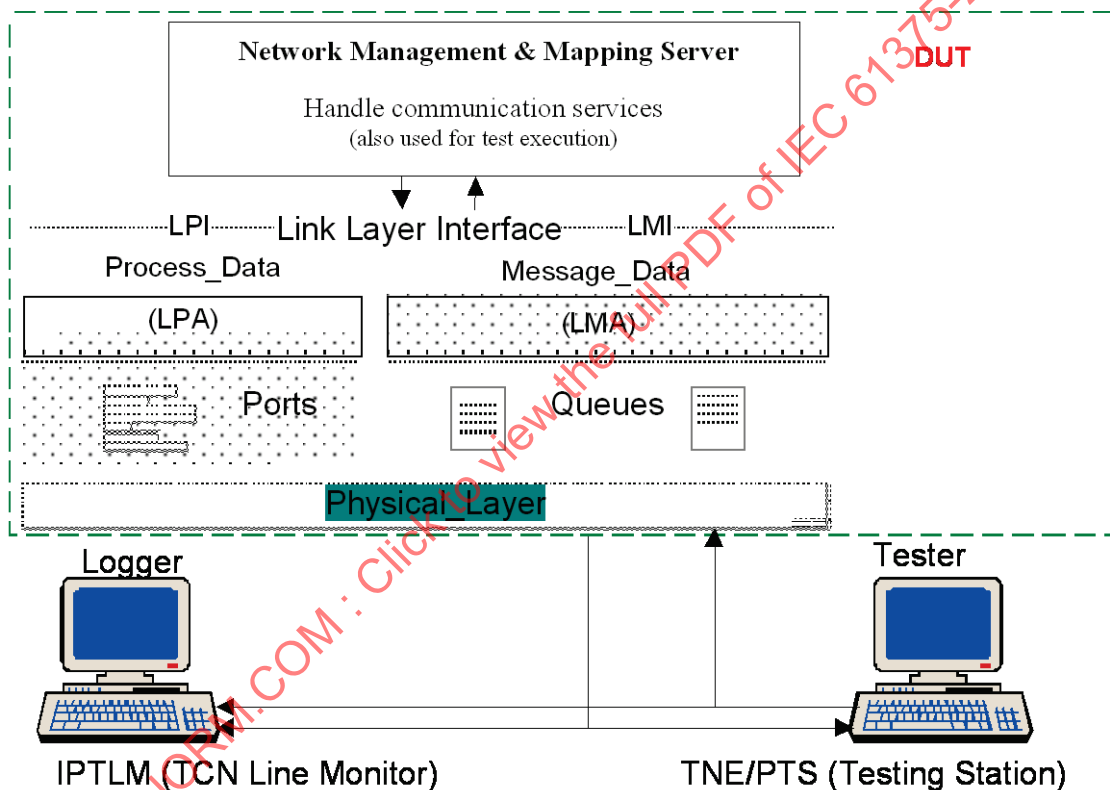


Figure B.1 – Hardware test bed architecture

B.1.3 Coach tester specification

B.1.3.1 General information

The coach tester is equipped with two WTB nodes. These nodes have been previously submitted to a TCN conformance device test.

The tester includes a PC, suitable to control the different test steps and show the results. Where required, it is able to elaborate the received data and give further details (as diagram, statistics, etc.) in a friendly way. It can perform a post-elaboration (off line) of the collected data.

The communication between WTB node and PC is realised through an internal bus; the use of the consist network, e.g. MVB, is strongly recommended. A serial link between the two entities can be added, if useful.

It is recommended that the tester includes also the measure instruments (like oscilloscope, signal generators, resistance meter) necessary to perform the test of the physical layer.

If some constraints coming from the customer (especially regarding size and weight) make this integration impossible, it is recommended to include at least the basic required functionalities and use traditional instruments to perform other measurements.

B.1.3.2 Coach tester architecture

The coach tester is based on a Human Machine Interface (HMI), it may be a PC, that is loaded with the test application software. As shown in the following Figure B.2, the coach tester includes two nodes that are connected together by the consist network and are controlled by the HMI through the consist network itself. It is suggested that the HMI is able to control the measuring instruments too.

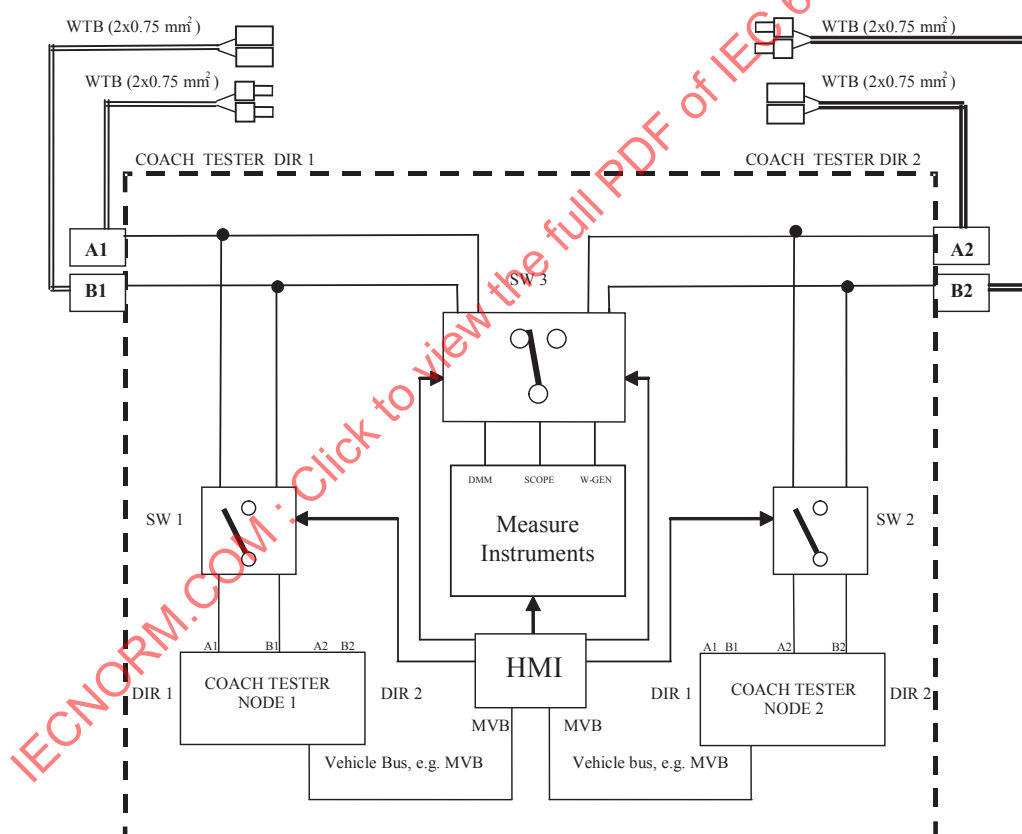


Figure B.2 – Coach tester architecture

The measuring instruments can be connected to the A1/B1 connectors or to the A2/B2 connectors, so that there is the possibility to perform physical measurements on one CUT end when the other one is connected to a coach tester node.

Different test steps are driven through a user friendly HMI.

B.1.4 Physical tests

During the execution of the physical tests, the consist node shall not be powered (its power supply is in electrical off state).

Physical tests are performed according to the specification (see 6.3), by remote control from a computer (HMI) with an HMI on the measuring instruments.

A dedicated software will be present and running in the PC to carry out the tests.

Switches SW1 and SW2 are open. In this way, the coach tester nodes are not connected to respective WTB connectors.

Switch SW3 connects WTB connectors to measuring instruments.

For the resistance line test there are DMM and oscilloscope, but for the crosstalk test there are wave generator and oscilloscope.

In particular:

- In the resistance line test

Setting up the connections on WTB:

Short cut test

Left side: DMM

Right side: a short cut between the line

Opened test

Left side: DMM

Right side: the line is left opened

The PC commands the DMM to start and the measurement is captured.

The short cut test will pass if the measured resistance is less than 2 Ω .

The opened test will pass if the measured resistance is more than 1 M Ω .

- In the crosstalk test

Setting up the connections on WTB:

Line A

Left side sine-wave generator (4 Vpp, Zt = 120 Ω , 0,5 to 2,0 MHz)

Right side a 120 Ω resistor.

Line B

Left side a 120 Ω resistor and the oscilloscope with two channels connected across the resistor.

Right side a 120 Ω resistor.

At first, the control will be on the waveform generator to make the sine-wave generator send a (sinusoidal) waveform at frequencies 0,5 BR and 2 BR (for WTB these values are 0,5 MHz and 2 MHz) into left side of line A.

Afterwards, the remote control will verify on the left side of line B by the oscilloscope that the rejection value is less than 55 dB.

For the crosstalk test to be complete, it should be carried out changing line A with line B and performing all steps described above.

The crosstalk test will pass if the rejection value is less than 55 dB (the maximum read voltage is near 7 mV)

In the propagation delay and attenuation tests

Setting up the connections on WTB:

Line A

Left side: sine-wave generator (4 V_{pp}, Z_t = 120 Ω, 0,5 to 2,0 MHz)
Channel 1 of the oscilloscope.

Right side: a connection to the right side of line B

Line B

Left side: Channel 2 of the oscilloscope.
a 120 Ω resistor.

Right side: a connection to the right side of line A

At first, the control will be on the waveform generator to make the sine-wave generator send a (sinusoidal) waveform at frequency 0,5 BR and 2 BR (for WTB these values are 0,5 MHz and 2 MHz) into the left side of line A.

Afterwards, the remote control will make the oscilloscope capture the signal present on the left side of line A (channel 1) and the signal present at the end (left side) of line B (channel B).

The propagation delay and attenuation values can be calculated automatically.

The maximum value of this delay depends on the consist. In the standard, it is fixed at 60 μs, with the maximum length of the bus (860 m), with nodes and WTB repeaters (if included). For a single consist the following formula should be applied:

$$T_{pd} = L \times 6,0 + R \times T_{rd}$$

where

T_{pd} is the propagation delay time [in nanoseconds];

L is the length of WTB line (A+B) on the CUT, trunk cable, extension boxes and jumper cables included. The length shall be expressed in m;

R is the number of WTB repeaters on the CUT;

T_{rd} is the repeater delay time introduced by each repeater.

The propagation delay test will pass if the delay value is less than the T_{pd} value calculated above.

The attenuation test will pass if the read attenuation is less than the maximum attenuation allocated to a consist node (0,5 dB).

B.1.4.1 Functional tests

B.1.4.1.1 WTB Link_layer capabilities

These tests are performed with the WTB node of the consist powered up.

There are three tests:

a) inauguration;

- b) regular operation;
- c) WTB line redundancy switch over.

B.1.4.1.1.1 Inauguration

The coach tester node type (permanent slave, strong master, weak master) is selectable by the HMI. The coach tester nodes (DIR1 and DIR2) can be connected to the consist ends according to the different test steps.

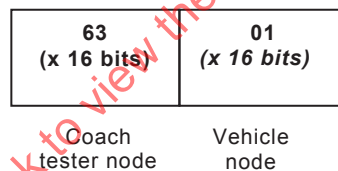
For example the test with the consist node type weak master, can be done in the following way:

To check the presence of the detect frames on both CUT end connectors, plug A1 B1 coach tester connectors to the CUT end1. Through HMI we have to drive the measuring instruments (oscilloscope) to A1 B1 and read the results. The same operation should be repeated on CUT end2.

Then the HMI has to configure coach tester node1 to permanent slave and connect its Dir1 to A1 B1.

Plug A1 B1 coach tester to CUT end1 and perform the inauguration. HMI will show when the results will start and a timer will count the time elapsed between this event and its conclusion. The conclusion event will be noticed by a signal push-up in the coach tester node. With the HMI the information in the topography can be read.

With this connection on the coach tester node, the part on the right of the topography will be:



In the same way, the other inauguration test steps can be performed.

B.1.4.1.1.2 Regular operation

The connection between consist and coach tester is performed between one end of the connector consist and A1/B1 of the coach tester.

The configuration of the coach tester is shown in the following Figure B.3.

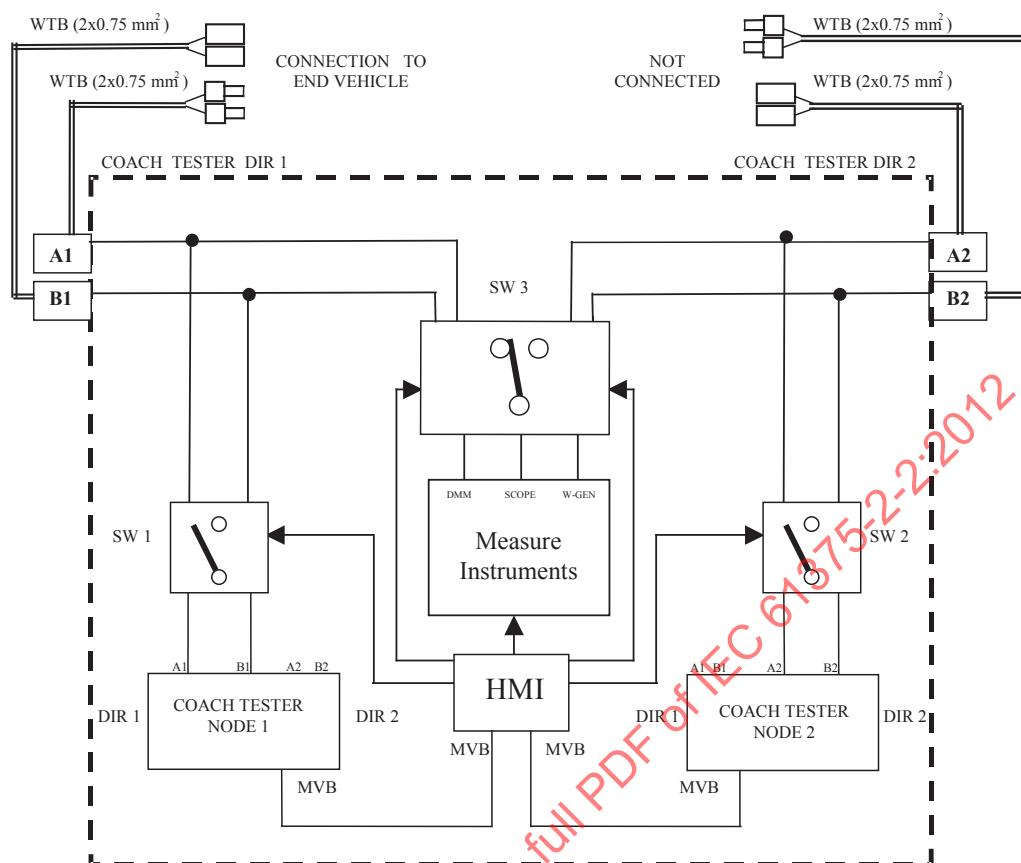


Figure B.3 – Configuration of the coach tester

The coach tester node is the master, the consist node is the slave.

The coach tester WTB data port (128 bytes) is set in a default mode. If not specified by the PICS, the default mode is defined as all 128 bytes to 00.

The HMI can read the WTB data port coming from the consist node and shows the 128 bytes in hexadecimal byte format.

The user checks on the HMI the counter value and the 128 bytes WTB data. Information about their quality is carried out investigating refresh counter values.

The same test should be repeated setting the consist node as master and the coach tester as slave.

The positions of the switches are SW1 and SW2 closed. In this case, coach tester nodes are connected to WTB connectors. SW3 is switched in a way that there are no connections between measuring instruments and lines Ax / Bx.

The principal steps of this test are described below:

- after the inauguration, HMI starts the test with a regular operation phase of 75 000 s, making the start to its counter;
- after this, it continuously checks that no inauguration occurs;

- every 25 ms, the coach tester sends a master call to the CUT. If the CUT does not reply after a short time a fail occurs and a counter (timeout_count) in the coach tester will be upgraded;
- the test finishes when 75 000 s elapse. It will be considered PASSED if timeout_count does not overflow the threshold of '3' errors.

B.1.4.1.1.3 WTB line redundancy switch-over

The coach tester should be equipped with measuring instruments able to carry out tests described in 5.2.4 of IEC 61375-2-1.

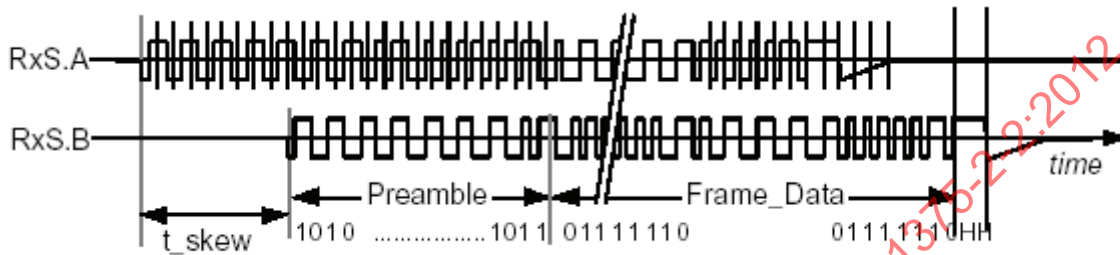


Figure B.4 – WTB line redundancy switch-over

In particular:

- it is able to capture and recognize frames coming from the consist node and verify that the skew (t_{skew}) between the two signals present on Line_A and Line_B is less than $\pm 32,0 \mu s$ (Figure B. 4);
- it is able to drive with the HMI carrying out the following tests:
- master frames sent by the coach tester node on one line only;
- the check of the correctness of the slave reply sent by the consist and displayed on the HMI.

Bibliography

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

ISO/IEC 9646-2:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 2: Abstract test suite specification* (Also available as ITU-T Recommendation X.291 (1995))

ISO/IEC 9646-3:1998, *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 3: The Tree and Tabular Combined Notation (TTCN)* (Also available as ITU-T Recommendation X.292 (1998))

ISO/IEC 9646-4:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 4: Test realization* (Also available as ITU-T Recommendation X.293 (1995))

ISO/IEC 9646-5:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 5: Requirements on test laboratories and clients for the conformance assessment process* (Also available as ITU-T Recommendation X.294 (1995))

ISO/IEC 9646-6:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 6: Protocol profile testing specification* (Also available as ITU-T Recommendation X.295 (1995))

HOLZMANN G.J. *Design and Validation of Computer Protocols*, Prentice Hall Software Series, 1991

EN 50155, *Railway applications. Electronic equipment used on rolling stock*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	106
INTRODUCTION	108
1 Domaine d'application	110
2 Références normatives	110
3 Termes, définitions, abréviations et conventions	111
3.1 Termes et définitions	111
3.2 Abréviations	111
4 Essai de Conformité: approche, exigences et limites	112
4.1 Approche	112
4.1.1 Exigences	112
4.1.2 Déclaration d'exigences d'une IUT	114
4.2 Limites	115
4.2.1 Généralités	115
4.2.2 Essais d'interconnexion de base	116
4.2.3 Essais de capacité	116
4.2.4 Essais de comportement	117
4.2.5 Essais de résolution de conformité	118
4.2.6 Interprétation des articles/paragraphes et des déclarations	118
4.2.7 Relation à l'interopérabilité	121
4.2.8 Relation à l'essai de performances	121
4.3 Schéma du processus d'évaluation de la conformité	121
4.3.1 Généralités	121
4.3.2 Analyses des résultats et verdicts	122
5 Essai de conformité d'un nœud WTB et des câbles principal, de jonction et d'extension du WTB	123
5.1 PICS	123
5.1.1 Instructions pour le remplissage du pro-format PICS	123
5.1.2 Tableaux PICS	125
5.1.3 Essais d'interconnexion de base	132
5.1.4 Essais de capacité	132
5.1.5 Essais de comportement	132
5.1.6 Interface de la couche de liaison	149
5.1.7 Cas d'essai	160
6 Essai de conformité du RTP	169
6.1 Ports et Traffic_Store	170
6.2 Cohérence des Datasets	170
6.2.1 Traitement d'erreurs	170
6.2.2 Contrôle de rafraîchissement	171
6.2.3 Dataset de synchronisation	171
6.2.4 Interrogation des Datasets	171
6.2.5 Dataset, port et adresse logique	171
6.2.6 Indicatif du Traffic_Store	171
6.3 Port_Address	171
6.4 Primitives de Link_Process_Data_Interface	171
6.5 Services et protocoles de messagerie	171

7	Essai de conformité d'une rame équipée de WTB	172
7.1	Généralités	172
7.2	PICS	172
7.2.1	Instructions pour le remplissage du pro-format PICS	172
7.2.2	Abréviations	172
7.2.3	Tableaux PICS	173
7.3	Suites d'essais	175
7.3.1	Essais d'interface physique	176
7.3.2	Essai c.c.: résistance de ligne	176
7.3.3	Capacités Link_layer du WTB	180
7.3.4	Enregistrement des données d'essai	186
7.4	Essai d'interopérabilité du réseau de rame	187
7.5	Profil d'application	187
7.6	Plusieurs nœuds dans la rame	187
8	Essai de conformité du NM	187
	Annexe A (normative) Rôle du laboratoire d'essai et rôle du client	188
	Annexe B (informative) Instruments d'essai et banc d'essai dédié	195
	Bibliographie	204
	Figure 1 – Mesure de la perte d'insertion	134
	Figure 2 – Mesure de la résistance d'entrée	135
	Figure 3 – Configuration 1 de mesure du paramètre d'extrémité	136
	Figure 4 – Configuration 2 de mesure en montage d'extrémité	136
	Figure 5 – Configuration 1 de mesure de commutateurs	137
	Figure 6 – Montage 1 des mesures de commutateurs à connexion indirecte	138
	Figure 7 – Montage 1 des mesures de commutateurs à connexion directe	138
	Figure 8 – Montages de l'émetteur	140
	Figure 9 – Signal de sortie de l'émetteur	141
	Figure 10 – Montage d'essai du bruit transmis du nœud intermédiaire	142
	Figure 11 – Montage d'essai du bruit transmis du nœud d'extrémité	142
	Figure 12 – Signal et retour à vide de l'émetteur	143
	Figure 13 – Exemple de résistance RF	144
	Figure 14 – Montage 1 d'essai de court-circuit	144
	Figure 15 – Enveloppe du signal du récepteur	147
	Figure 16 – Distorsion frontale du récepteur	147
	Figure 17 – Exemple de diagramme logique de commutateur relais pour la ligne A	151
	Figure 18 – Orientation du WTB	154
	Figure 19 – Identification de la commutation de ligne en position P01	155
	Figure 20 – Identification de la commutation de ligne en position P10	155
	Figure 21 – Identification de la commutation de ligne en position P32	156
	Figure 22 – Indicateur TTS1 de la suite d'essais	157
	Figure 23 – Indicateur TTS2 de la suite d'essais	158
	Figure 24 – Indicateur TTS3 de la suite d'essais	159
	Figure 25 – Résistance de ligne	177
	Figure 26 – Diaphonie	178

Figure 27 – Délai de propagation et atténuation	179
Figure 28 – Nœuds de l'appareil d'essai de voiture	184
Figure B.1 – Architecture du banc d'essai matériel	196
Figure B.2 – Architecture de l'appareil d'essai de voiture	198
Figure B.3 – Configuration de l'appareil d'essai de voiture	202
Figure B.4 – Commutation de la redondance de ligne WTB.....	203
Tableau 1 – Structure du document	109
Tableau 2 – Indication de prorogation	119
Tableau 3 – Déclarations faibles	120
Tableau 4 – Relation à l'interopérabilité	121
Tableau 5 – Relation à l'essai de performances	121
Tableau 6 – Identification du pro-format PICS.....	125
Tableau 7 – IUT au pro-format PICS	125
Tableau 8 – Fournisseur de l'IUT au pro-format PICS et/ou client du laboratoire d'essai.....	126
Tableau 9 – Identification des normes au pro-format PICS.....	126
Tableau 10 – Déclaration de conformité globale au pro-format PICS.....	126
Tableau 11 – Niveau d'essai au pro-format PICS	127
Tableau 12 – Capacité du nœud au pro-format PICS	127
Tableau 13 – Redondance au pro-format PICS	127
Tableau 14 – Configuration de la redondance au pro-format PICS	128
Tableau 15 – Signalisation au pro-format PICS.....	128
Tableau 16 – Câble au pro-format PICS.....	128
Tableau 17 – Câble principal au pro-format PICS	128
Tableau 18 – Câble de jonction au pro-format PICS.....	129
Tableau 19 – Câble d'extension au pro-format PICS	129
Tableau 20 – Présentation du panneau frontal au pro-format PICS	130
Tableau 21 – Disposition de connexion au pro-format PICS	130
Tableau 22 – Présentation et type de connexion au pro-format PICS	130
Tableau 23 – Type de commutateurs au pro-format PICS	131
Tableau 24 – Commutateurs au pro-format PICS	132
Tableau 25 – Mesure broche à broche du WTB.....	139
Tableau 26 – Paramètres de tolérance aux défaillances	144
Tableau 27 – Signal sinusoïdal de fréquence	148
Tableau 28 – Configuration des dispositifs WTB	152
Tableau 29 – Services de l'agent TNM.....	152
Tableau 30 – Services du Serveur de Cartographie	153
Tableau 31 – Indicatif du commutateur d'alimentation	155
Tableau 32 – Indicatif de commutation de ligne	155
Tableau 33 – Suites d'essais	156
Tableau 34 – Séquence d'essai de la force du nœud	161
Tableau 35 – Séquence d'essai de modification du rapport utilisateur.....	161
Tableau 36 – Séquence d'essai de modification du descripteur de nœud.....	162

Tableau 37 – Séquence d'essai de modification des données d'inauguration	162
Tableau 38 – Séquence d'essai de l'allongement bloquant l'inauguration.....	162
Tableau 39 – Séquence d'essai de l'état de veille	163
Tableau 40 – Séquence d'essai de l'insertion rapide.....	163
Tableau 41 – Séquence d'essai de l'insertion tardive.....	164
Tableau 42 – Séquence d'essai des données de processus.....	164
Tableau 43 – Séquence d'essai de période individuelle 3	164
Tableau 44 – Séquence d'essai de la période individuelle 2.....	165
Tableau 45 – Séquence d'essai de couplage de deux compositions.....	165
Tableau 46 – Séquence d'essai du temps d'inauguration de l'IUT dans le montage intermédiaire.....	166
Tableau 47 – Séquence d'essai du temps d'inauguration de l'IUT dans le montage d'extrémité et la direction principale 2.....	166
Tableau 48 – Séquence d'essai du temps d'inauguration de l'IUT dans le montage d'extrémité et la direction principale 1	167
Tableau 49 – Séquence d'essai de la défaillance du nœud maître.....	167
Tableau 50 – Séquence d'essai de la redondance de ligne pendant le fonctionnement normal	167
Tableau 51 – Séquence d'essai de la redondance de ligne pendant l'inauguration.....	168
Tableau 52 – Séquence d'essai pour la mesure de la période de base	168
Tableau 53 – Modes opératoires de la couche de liaison WTB.....	169
Tableau 54 – Identification du pro-format PICS.....	173
Tableau 55 – Rame WTB en essai au pro-format PICS	173
Tableau 56 – Identification au pro-format PICS du nœud WTB d'une rame	173
Tableau 57 – Identification au pro-format PICS du câble principal de la rame	174
Tableau 58 – Identification au pro-format PICS du câble de jonction de la rame	174
Tableau 59 – Identification au pro-format PICS du câble d'extension d'une rame.....	175

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 2-2: Bus de Train Filaire – Essais de conformité

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61375-2-2 a été élaborée par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette première édition annule les articles de la première édition de la CEI 61375-2 publiée en 2007 applicables à la spécification des essais de conformité WTB dont elle constitue une révision technique.

Elle a été élaborée compte tenu de la première édition de la CEI 61375-2-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1643/FDIS	9/1667/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61375, présentées sous le titre général *Matériel électronique ferroviaire réseau embarqué de train (TCN)*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

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

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

- a) entre des équipements situés dans des rames différentes, et
- b) entre des équipements et dispositifs situés à l'intérieur de la même rame.

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

Dans la présente partie de la CEI 61375, la structure hiérarchique du TCN porte sur le bus de train appelé Bus de train filaire (ou WTB, pour Wire Train Bus).

Aucun autre bus n'est pris en compte, même si la CEI 61375 le prévoit.

Le WTB dispose de protocoles en temps réel, qui offrent deux services de communication:

- c) les variables de processus, qui sont une base de données en temps réel distribuée, mise à jour régulièrement par diffusion;
- d) les messages, transmis à la demande, sous forme de:
 - 0. messages point à point, et/ou
 - 1. messages multidiffusés.

Le WTB est doté d'une gestion de réseau permettant de déboguer, de mettre en service et d'assurer la maintenance sur le réseau.

La présente norme est structurée en 8 articles et 2 annexes.

Les articles et annexes sont répertoriés et brièvement décrits dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Structure du document

Article	Description
1 Domaine d'application	Cet article décrit le domaine d'application de la présente norme.
2 Références normatives	Cet article énumère les références normatives.
3 Termes et définitions, Abréviations et Conventions	Cet article introduit les termes et abréviations de base absents de la CEI 61375-2-1
4 Essai de conformité: approche, exigences et limites	Cet article présente les méthodes de vérification de la mise en œuvre du TCN dont disposent le développeur et le personnel de réglementation. Il donne des informations relatives au(x) format(s) ICS et IXITpPro.
5 Essai de conformité d'un nœud WTB, câble principal WTB, câbles de jonction WTB, câbles d'extension WTB	Contenu: tous les essais réalisés sur le WTB sont classés par nœuds liés au WTB lui-même et au MVB uniquement. Contenu principal: PICS et PIXIT du WTB; suites d'essais du WTB; modes opératoires d'essai du WTB.
6 Essai de conformité de Protocole en Temps Réel	Cet article répertorie les essais présentés dans les Articles 3 et 4 répondant au protocole en temps réel.
7 Essai de conformité d'une rame équipée de WTB	Cet article porte sur la Couche Physique, les services du nœud WTB étant couverts par les articles précédents. Les profils d'application sont couverts par d'autres organismes (le profil de communication décrit dans le CODE UIC 556, par exemple).
8 Essai de conformité de NM	Partiellement couverts par les Articles 3 et 4. Les parties restantes ne sont pas abordées.
Annexe A – Laboratoire d'essai et rôle du client	Cette annexe est normative.
Annexe B – Instruments standard des suites d'essais	Cette annexe est informative.

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

Partie 2-2: Bus de Train Filaire – Essais de conformité

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61375 s'applique à tous les équipements et dispositifs mis en place conformément à la CEI 61375-2-1. Elle concerne les modes opératoires à appliquer aux équipements et dispositifs dont il convient de démontrer la conformité.

L'applicabilité de la présente norme à la mise en œuvre d'un TCN permet de procéder à une vérification de conformité individuelle de la mise en œuvre elle-même et constitue une condition préalable à un contrôle approfondi de l'interopérabilité des différentes mises en œuvre du TCN.

NOTE Pour obtenir une définition de la mise en œuvre du TCN, voir 1.3 de la CEI 61375-2-1.

2 Références normatives

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

CEI 60571, *Équipements électroniques utilisés sur les véhicules ferroviaires*

CEI 60807(toutes les parties), *Connecteurs rectangulaires utilisés aux fréquences inférieures à 3 MHz*

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

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

ISO/CEI 9646-1:1994, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Cadre général et méthodologie des tests de conformité – Partie 1: Concepts généraux* (également disponible en tant qu'UIT-T Recommandation X.290 (1995))

ISO/CEI 9646-7:1995, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Essais de conformité – Méthodologie générale et procédures – Partie 7: Déclarations de conformité des mises en œuvre* (également disponible en tant qu'UIT-T Recommandation X.296 (1995))

CODE UIC 556, *Transmission d'information dans le train (bus de train)*

3 Termes, définitions, abréviations et conventions

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO/CEI 9646-1 et la CEI 61375-2-1 s'appliquent.

3.2 Abréviations

AVI	Application Variables Interface (Interface de Variables d'Application), définition des services de Variables de Processus
BR	Bit Rate, débit de passage des données sur le support, exprimé en bits par seconde (bit/s) ou en hertz (Hz), selon ce qui est approprié
BT	Bit Time, durée de la transmission d'un bit, exprimé en μ s
REE	Rame en Essai
DMM	Digital Multi Meter (Multimètre numérique)
UIT	Union Internationale des Télécommunications, organisme de normalisation international pour les télécommunications dont le siège est à Genève
IUT	Implementation Under Test (Mise en œuvre En Essai)
CEI	Commission Electrotechnique Internationale, Genève
ISO	International Standard Organisation, Organisation Internationale de Normalisation, Genève
LLC	Logical Link Control (Contrôle de Liaison Logique), sous-couche de la Couche de Liaison gérant l'échange de données
LME	Layer Management Entity (Entité de Gestion de Couche), entité en charge de la surveillance d'une couche pour la Gestion de Réseau
MAU	Medium Attachment Unit (Dispositif de Connexion au Support), partie d'un Nœud qui assure l'interface électrique vers le bus et qui fournit/accepte des signaux logiques binaires
MOT	Mean of Test (Moyen d'Essai)
MVB	Multifunction Vehicle Bus (Bus de Véhicules Multifonctions), un Réseau de rame
MS	Mapping Server (Serveur de cartographie), défini dans le CODE UIC 556
OSI	Open System Interconnection (Interconnexion de Systèmes Ouverts), modèle de communication universel défini dans l'ISO/CEI 7498
PCTR	Protocol Conformance Test Report (Rapport d'Essai de Conformité du Protocole), défini dans l'ISO/CEI 9646
PICS	Protocol Implementation Conformance Statement (Déclaration de Conformité d'une Mise en Œuvre de Protocole), défini dans l'ISO/CEI 9646
PIXIT	Protocol Implementation Extra Information for Testing (Informations Complémentaires de Mise en Œuvre du Protocole destinées aux Essais)
RTP	Real-Time Protocols (Protocoles en Temps Réel), protocoles de communication communs pour les données de processus et de messagerie
TCN	Train Communication Network (Réseau Embarqué de Train), ensemble de rames communicantes et de Bus de Train
TDR	Time Domain Reflectometry (Réflectométrie de Domaine Temporel), outil permettant d'analyser les lignes de transmission simples et différentielles
TNM	Train Network Management (Gestion de Réseau de Train)
UIC	Union Internationale des Chemins de Fer, association internationale des opérateurs de chemins de fer
WTB	Wire Train Bus (Bus de train filaire)

4 Essai de conformité: approche, exigences et limites

4.1 Approche

La présente norme spécifie une méthodologie générale d'essai de conformité à la norme du protocole TCN des produits dans laquelle il est prévu de mettre en œuvre la présente norme.

Elle se compose d'articles structurés en différentes phases de processus d'essai de conformité, chacune d'elles étant caractérisée par les rôles suivants:

- a) la spécification de suites d'essais abstraits pour les protocoles TCN particuliers, conformément à l'ISO/CEI 9646-1;
- b) la déduction des suites d'essais exécutables et des outils d'essai associés, conformément à l'ISO/CEI 9646-7;

L'Annexe A précise les règles relatives aux clients et au laboratoire, en indiquant:

- c) le rôle du client d'un laboratoire d'essai, avec une mise en œuvre des protocoles TCN à soumettre à essai;
- d) la réalisation des essais de conformité, donnant lieu à un rapport d'essai de conformité précisant les résultats en termes de suite(s) d'essais utilisée(s), ainsi que la documentation appropriée produite.

Dans tous les articles de la présente norme, le domaine d'application est limité afin:

- e) d'obtenir un niveau de confiance approprié des essais comme guide de conformité;
- f) de pouvoir comparer les résultats des essais correspondants en différents endroits et instants;
- g) de faciliter la communication entre les parties responsables des rôles décrits ci-dessus.

Chaque objectif implique d'utiliser un cadre de développement des suites d'essais du TCN, répertorié ci-après:

- h) la manière dont il convient de respecter les différentes exigences en matière de conformité;
- i) les types d'essai à normaliser et ceux dont la normalisation est inutile;
- j) les critères de sélection des essais à inclure dans la suite d'essais de conformité;
- k) la notation à utiliser pour définir les essais;
- l) la structure d'une suite d'essais.

La certification (procédure administrative qui peut suivre l'essai de conformité) n'entre pas dans le domaine d'application de la présente norme.

Les exigences d'approvisionnement et de contrats n'entrent pas dans le cadre du domaine d'application de la présente norme.

4.1.1 Exigences

4.1.1.1 Généralités

Dans le contexte du TCN, un système réel est déclaré conforme s'il répond aux exigences des articles applicables de la norme TCN dans sa communication avec un système de référence, c'est-à-dire l'appareil d'essai.

Une norme TCN est un ensemble d'articles connexes qui, ensemble, définissent le comportement des systèmes TCN dans le cadre de leur communication. Par conséquent, la conformité à une IUT est exprimée à deux niveaux: conformité à chaque article individuel et conformité à l'ensemble des articles.

Les articles suivants définissent les exigences de conformité, classées en groupes réalisables en fonction des attributs. Les attributs et regroupements sont définis d'un point de vue général en référence à une spécification TCN et du point de vue de l'IUT. Dans le deuxième cas, les exigences doivent être déclarées dans les PICS et PIXIT appropriées.

4.1.1.2 Exigences de conformité

Les exigences de conformité peuvent être:

- a) obligatoires: elles doivent être observées dans tous les cas;
- b) conditionnelles: elles doivent être observées si les conditions définies dans l'article s'appliquent;
- c) facultatives: elles peuvent être utilisées en fonction de la mise en oeuvre, à condition d'observer les exigences applicables à l'option.

Les fonctionnalités essentielles du TCN font l'objet d'exigences obligatoires, les fonctionnalités supplémentaires pouvant faire l'objet d'exigences conditionnelles ou facultatives.

En outre, les exigences de conformité d'une Partie peuvent être définies:

- d) de manière positive: elles définissent ce qui doit être fait;
- e) de manière négative (interdictions): elles définissent ce qui ne doit pas être fait.

Enfin, les exigences de conformité forment deux groupes:

- f) exigences de conformité statique;
- g) exigences de conformité dynamique;

et sont respectivement présentées en 4.1.1.3 et en 4.1.1.4.

4.1.1.3 Exigences de conformité statique

Pour faciliter l'interopérabilité, les exigences de conformité statique définissent les capacités minimales admises d'une mise en oeuvre. Ces exigences peuvent se situer à un niveau étendu (le groupement d'unités fonctionnelles et d'options en classes de protocole, par exemple) ou à un niveau détaillé (une plage de valeurs à prendre en charge pour les paramètres spécifiques des temporisateurs, par exemple).

Les exigences de conformité statique et les options des parties du TCN peuvent être de deux sortes:

- a) celles déterminant les capacités à inclure dans la mise en oeuvre du protocole particulier;
- b) celles déterminant les dépendances multicouches, celles, par exemple, qui imposent des contraintes de capacité aux couches sous-jacentes du système qui héberge la mise en oeuvre du protocole. Ces éléments sont susceptibles de se trouver dans les parties supérieures de la couche (gestion du réseau en fonction de protocoles en temps réel, par exemple).

Toutes les capacités qui ne sont pas explicitement définies comme des exigences de conformité statique doivent être considérées comme étant facultatives.

4.1.1.4 Exigences de conformité dynamique

Les exigences de conformité dynamique sont toutes les exigences (et options) qui déterminent le comportement observable admis par la partie appropriée du TCN dans les instances de communication. Elles représentent la plus grande partie de chaque document de protocole TCN. Elles définissent l'ensemble des comportements admissibles d'une mise en oeuvre ou d'un système réel. Cet ensemble définit la capacité maximale dont peut disposer

une mise en œuvre ou un système réel conforme dans le cadre du document de protocole TCN.

Un système répond aux exigences de conformité dynamique d'une instance de communication si son comportement entre dans le cadre de tous les comportements admis par la partie appropriée du protocole TCN en cohérence avec la PICS.

4.1.1.4.1 Système conforme

Un système ou une mise en œuvre est conforme lorsqu'il satisfait aux exigences de conformité statique et dynamique, en accord avec les capacités établies dans la PICS, pour chaque protocole présent dans la déclaration de conformité du système.

4.1.1.4.2 Interopérabilité et conformité

Les essais de conformité ont pour principal objectif d'augmenter la probabilité d'interopérabilité des différentes mises en œuvre.

L'interopérabilité de plusieurs systèmes ouverts réels a plus de chances d'aboutir si lesdits systèmes sont tous conformes au même sous-ensemble d'une partie du TCN ou à la même sélection des parties du TCN.

Pour préparer la réussite de l'interopérabilité de plusieurs systèmes, il est recommandé de comparer leurs déclarations de conformité et leurs PICS.

Si les PICS indiquent plusieurs versions d'une partie appropriée du TCN, les différences entre chacune d'elles et leurs implications doivent être identifiées, notamment concernant leur utilisation en combinaison avec d'autres parties.

Bien que la conformité soit une condition nécessaire, elle n'est pas en soi une condition suffisante garantissant la capacité d'interopérabilité. Même si deux mises en œuvre sont conformes à la même partie du protocole TCN, leur interopérabilité peut échouer en raison de facteurs n'entrant pas dans le domaine d'application de la présente norme.

L'essai de l'interopérabilité est recommandé pour détecter ces facteurs. Il est possible d'obtenir des informations supplémentaires pour faciliter l'interopérabilité entre deux systèmes en étendant la comparaison PICS à d'autres informations pertinentes, y compris les rapports d'essai et les PIXIT. La comparaison peut porter sur:

- a) les mécanismes supplémentaires censés régler les ambiguïtés ou déficiences connues qui n'ont pas encore été corrigées dans la norme TCN ou dans les systèmes réels homologues (une solution aux problèmes liés aux multicouches, par exemple);
- b) la libre sélection d'options qui ne sont pas prises en compte dans les exigences de conformité statique des parties du TCN;
- c) l'existence de temporisateurs non spécifiés dans les parties du TCN et leurs valeurs associées.

NOTE La comparaison est possible entre deux systèmes, entre plusieurs types de produit ou, pour la comparaison de la PICS uniquement, entre plusieurs spécifications d'approvisionnement, permissions de connexion, etc.

4.1.2 Déclaration d'exigences d'une IUT

4.1.2.1 Déclaration de conformité d'une mise en œuvre de protocole (PICS)

Pour évaluer la conformité d'une mise en œuvre particulière, il est nécessaire d'établir une déclaration des capacités et options qui ont été mises en œuvre, et de toutes les fonctions qui ont été omises, de manière à pouvoir soumettre la conformité de la mise en œuvre à essai en

fonction des exigences appropriées, et uniquement en fonction de celles-là. Ce type de déclaration est appelé Déclaration de conformité d'une Mise en Oeuvre de Protocole (PICS).

Dans une PICS, il convient de bien distinguer les catégories d'informations suivantes, qui peuvent contenir:

- a) des informations relatives aux exigences de conformité statique du protocole lui-même obligatoires, facultatives et conditionnelles;
- b) des informations relatives aux exigences de conformité statique obligatoires, facultatives et conditionnelles pour les dépendances multicouches.

Si un ensemble de protocoles TCN interdépendants a été mis en œuvre dans un système, une PICS est nécessaire pour chaque protocole. Une déclaration de conformité du système est également nécessaire pour récapituler tous les protocoles du système pour lesquels une PICS distincte est fournie.

4.1.2.2 Informations complémentaires de mise en œuvre du protocole destinées aux essais (PIXIT)

Pour soumettre à essai une mise en œuvre de protocole, le laboratoire d'essai a besoin d'informations liées à l'IUT et à son environnement d'essai, en plus des informations apportées par la PICS. Ces « *Informations Complémentaires de Mise en Oeuvre du Protocole destinées aux Essais* » (PIXIT) sont fournies par le client qui soumet la mise en œuvre à l'essai, après avoir consulté le laboratoire d'essai.

Les PIXIT peuvent contenir les informations suivantes:

- a) les informations dont a besoin le laboratoire d'essai pour exécuter la suite d'essais appropriée sur le système spécifique (les informations relatives à la méthode d'essai à utiliser pour exécuter les cas d'essai, informations d'adressage, par exemple);
- b) les informations déjà mentionnées dans la PICS et qui doivent être précisées (il convient, par exemple, de préciser dans les PIXIT une plage de valeurs de temporisation déclarée comme un paramètre dans la PICS);
- c) les informations permettant de déterminer quelles sont les capacités déclarées dans la PICS comme étant prises en charge peuvent être soumises à essai et quelles sont celles qui ne peuvent pas l'être;
- d) d'autres éléments administratifs (l'indicatif de l'IUT, la référence à la PICS connexe, par exemple).

Il convient que les PIXIT n'entrent pas en conflit avec la PICS appropriée.

Le rédacteur de spécification d'essai, la personne chargée de la mise en œuvre de l'essai et le laboratoire d'essai contribuent tous au développement du pro-format PIXIT.

4.2 Limites

4.2.1 Généralités

Les essais de conformité présentés dans la présente norme portent sur la conformité aux articles du TCN spécifiés dans la CEI 61375-2-1.

En principe, les essais de conformité ont pour objet d'établir si la mise en œuvre en cours d'essai est conforme à la spécification de l'article correspondant. Des limitations pratiques empêchent toute exhaustivité, et des considérations économiques peuvent encore plus limiter les essais.

Par conséquent, la présente norme distingue quatre types d'essai, selon l'étendue de l'indication de conformité qu'ils fournissent:

- a) essais d'interconnexion de base, qui offrent un commencement de preuve auquel se conforme l'IUT;
- b) essais de capacité, qui permettent de vérifier que les capacités observables de l'IUT sont conformes aux exigences de conformité statique et aux capacités demandées dans la PICS;
- c) essais de comportement, qui permettent de procéder à des essais aussi exhaustifs que possible sur toute la gamme des exigences de conformité dynamique dans le cadre des capacités de l'IUT;
- d) essais de résolution de conformité, qui examinent en profondeur la conformité d'une IUT à des exigences particulières, afin d'apporter une réponse positive/négative précise et des informations de diagnostic liées à des questions de conformité particulières. Ces types d'essai ne sont pas abordés dans la présente norme.

Les essais a), b), c) et d) sont décrits en détail dans les paragraphes suivants.

Les relations à l'interopérabilité et les performances sont abordées ici et sont définies de manière à clarifier leurs limites.

4.2.2 Essais d'interconnexion de base

Les essais d'interconnexion de base permettent de procéder à des essais limités d'une IUT afin d'établir la possible conformité d'interconnexion sans essais plus pointus.

4.2.2.1 Applicabilité des essais d'interconnexion de base

Les essais d'interconnexion de base:

- a) permettent de détecter les cas graves de non-conformité;
- b) font office de filtre préalable à des essais plus onéreux;
- c) donnent un commencement d'indication selon laquelle une mise en œuvre qui a satisfait à tous les essais de conformité dans un environnement est toujours conforme dans un nouvel environnement (par exemple, avant l'essai d'une mise en œuvre (N), il s'agit de vérifier qu'une mise en œuvre (N – 1) soumise à essai n'a pas fait l'objet de modifications graves en raison de sa relation avec la mise en œuvre (N));
- d) s'adressent aux utilisateurs des mises en œuvre, afin de déterminer si elles peuvent être utilisées pour communiquer avec d'autres mises en œuvre conformes (en préalable à des échanges de données, par exemple).

Les essais d'interconnexion de base:

- e) ne peuvent pas faire office de base de déclaration de conformité par le fournisseur d'une mise en œuvre;
- f) ne peuvent pas intervenir pour déterminer les raisons d'une défaillance de communication.

Les essais d'interconnexion de base sont un sous-ensemble normalisé d'une suite d'essais de conformité (y compris les essais de capacité et de comportement). Ils peuvent être utilisés en tant que tel ou dans le cadre d'une suite d'essais de conformité. L'existence et l'exécution des essais d'interconnexion de base sont facultatives.

4.2.3 Essais de capacité

Les essais de capacité permettent de soumettre à essai de manière limitée chacune des exigences de conformité statique d'une partie. Il s'agit d'identifier quelles capacités de l'IUT peuvent être observées et de contrôler que ces capacités observables respectent les exigences de conformité statique et la PICS.

4.2.3.1 Applicabilité des essais de capacité

Les essais de capacité:

- a) permettent de vérifier, dans toute la mesure du possible, la cohérence de la PICS avec l'IUT;
- b) font office de filtre préalable à des essais approfondis plus onéreux;
- c) permettent de vérifier que les capacités de l'IUT sont cohérentes avec les exigences de conformité statique;
- d) permettent la sélection efficace des essais de comportement à réaliser pour une IUT particulière;
- e) lorsqu'ils sont associés à des essais de comportement, sont une base pour les déclarations de conformité.

Les essais de capacité:

- f) ne peuvent pas faire office, en tant que tel, de base de déclaration de conformité par le fournisseur d'une mise en œuvre;
- g) ne sont pas appropriés aux essais détaillés du comportement liés à chaque capacité qui a été mise en œuvre ou non;
- h) ne sont pas appropriés à la résolution des problèmes rencontrés pendant la durée de vie ou lorsque d'autres essais indiquent d'éventuelles non-conformités, même si les essais de capacité ont été satisfaits.

Les essais de capacité sont normalisés au sein d'une suite d'essais de conformité. Ils peuvent être isolés dans leur(s) propre(s) groupe(s) d'essais ou fusionnés avec les essais de comportement.

4.2.4 Essais de comportement

Les essais de comportement permettent de soumettre une mise en œuvre à essai de manière aussi précise que possible, sur un large éventail d'exigences de conformité dynamique spécifiées dans une partie. Compte tenu du nombre illimité de combinaisons et de temporisations possibles d'événements, ces essais ne peuvent pas être exhaustifs. Il existe une limitation supplémentaire, à savoir que ces essais sont conçus pour être exécutés collectivement dans un seul environnement d'essai. Par conséquent, tous les défauts difficiles, voire impossibles, à détecter dans ledit environnement risquent d'échapper. Par conséquent, il est possible que des mises en œuvre non conformes puissent satisfaire à la suite d'essais de conformité, l'un des objectifs de la conception de la suite d'essais étant d'en limiter le nombre.

Les essais de comportement sont avec les essais de capacité la base du processus d'évaluation de la conformité.

Les essais de comportement ne sont pas adaptés:

- a) à la résolution des problèmes rencontrés pendant la durée de vie ou lorsque d'autres essais indiquent d'éventuelles non-conformités, même si les essais de comportement ont été satisfaits.

Les essais de comportement sont normalisés comme la plus grande partie d'une suite d'essais de conformité.

NOTE Les essais de comportement comprennent les essais de validité du comportement de l'IUT en réponse à un comportement de protocole valide, inopportun ou non valide du point de vue syntaxique de l'appareil d'essai réel. Ceci inclut l'essai du rejet par l'IUT des tentatives d'utilisation des fonctions (capacités) définies dans la PICS comme n'étant pas mises en œuvre. Par conséquent, il n'est pas utile d'intégrer les essais des capacités ignorées de la PICS.

4.2.5 Essais de résolution de conformité

Les essais de résolution de conformité offrent des réponses diagnostiques, aussi définitives que possible, à la résolution permettant de savoir si une mise en œuvre satisfait à des exigences particulières. En raison des problèmes d'exhaustivité, des réponses précises sont obtenues au moyen d'essais réduits à des domaines plus étroits.

En règle générale, l'architecture d'essai et la méthode d'essai sont choisies de manière spécifique en fonction des exigences à soumettre à essai. Il ne doit pas nécessairement s'agir de celles utilisées pour les autres exigences. Elles peuvent même être considérées comme inacceptables pour les suites d'essai de conformité abstraites (normalisées) impliquant, par exemple, des méthodes spécifiques à la mise en œuvre comme les fonctions de diagnostic et de déverminage du système d'exploitation particulier.

Il est possible d'illustrer la distinction entre les essais de comportement et les essais de résolution de conformité dans le cas d'un événement comme la réinitialisation. Les essais de comportement peuvent inclure uniquement une sélection représentative de conditions dans lesquelles une réinitialisation peut se produire, et peuvent ne pas détecter un comportement incorrect dans d'autres circonstances. Les essais de résolution de conformité seraient limités aux conditions dans lesquelles un comportement incorrect était déjà susceptible de se produire et permettraient de justifier les doutes.

Les essais de résolution de conformité permettent:

- a) d'apporter une réponse positive ou négative dans une situation strictement limitée et préalablement identifiée (lors du développement de la mise en œuvre, par exemple, pour vérifier si une fonction particulière a été correctement mise en place ou dans le cadre d'une utilisation opérationnelle pour définir la cause du problème);
- b) d'identifier les déficiences d'une suite d'essais de conformité en cours et d'apporter des solutions.

Les essais de résolution de conformité ne permettent pas:

- c) de déterminer si l'ensemble de la mise en œuvre est conforme.

Les essais de résolution de conformité ne sont pas normalisés. Dans le cadre d'un essai de conformité, il est possible d'identifier les erreurs et déficiences des parties du protocole.

4.2.6 Interprétation des articles/paragraphes et des déclarations

Le TCN décrit dans la CEI 61375-2-1 fait l'objet d'une sorte d'interprétation permettant de traduire certains articles/paragraphes et exigences en suites d'essais réalisables. La complexité de la plupart des protocoles TCN ne permet pas de procéder à des essais exhaustifs du point de vue technique et économique. Pour permettre une véritable mise en œuvre de la CEI 61375-2-1, tous les essais pertinents et certains critères ont été utilisés. Les critères ont été regroupés en fonction de leurs caractéristiques:

- a) impératifs;
- b) illustratifs;
- c) directifs;
- d) facultatifs;
- e) phrases faibles.

Les paragraphes ci-dessous décrivent ces critères.

4.2.6.1 Impératifs

Les impératifs sont des mots et des phrases stipulant que des éléments doivent être fournis et classés comme étant obligatoires. Il s'agit des termes ci-après:

- a) doit: impose la disposition d'une capacité fonctionnelle;
- b) il faut: permet d'établir les exigences ou contraintes de performances;
- c) il est nécessaire de: déclaration d'une spécification rédigée à la voix passive;
- d) est applicable/s'applique: intègre, par référence, des normes ou autres documents en complément des exigences spécifiées;
- e) a la responsabilité de/est responsable de: est une exigence écrite destinée aux architectures déjà définies. Par exemple: "Dans des applications Extended_Reply_Delay, le maître a la responsabilité d'espacer les trames-maître de manière à ce que le temps minimum nécessaire pour transmettre à une trame-esclave et à la trame-maître suivante soit supérieur à T_safe..";
- f) sera (marque du futur): généralement utilisé pour citer les éléments que l'environnement opérationnel ou de développement doit apporter à la capacité spécifiée. Par exemple: « S'il s'agit d'un maître fort, il informera tous les autres nœuds de ce déclassement et continuera à commander le bus en tant que maître faible jusqu'à ce qu'un nœud fort soit promu »;
- g) il convient de: lorsque cette forme est utilisée, la déclaration de spécification est considérée comme étant très faible. Par exemple: « Il convient que les dispositifs prenant en charge les capacités de données de messagerie reçoivent une adresse de dispositif inférieure à 256 ».

Prorogation

Phrases qui suivent une forme impérative et introduisent la spécification d'exigences à un niveau inférieur, pour une exigence supplémentaire:

- h) comme suit,
- i) ci-dessous,
- j) suivant(e),
- k) en particulier,
- l) répertorié,
- m) prendre en charge.

Phrases qui introduisent une indication temporelle et qui peut amener à des actions définies ou indéfinies, ou éléments d'énumération pouvant donner lieu à des cas d'essai infinis. Voir le Tableau 2 pour des exemples.

Tableau 2 – Indication de prorogation

	Déclaration	Exemple
1	pour chaque	Un PV_Set identifie un jeu de variables appartenant au même dataset, et comprend pour chaque variable la Memory_Address sur laquelle (ou de laquelle) il convient de le copier, y compris le Freshness_Time de l'ensemble du dataset.
2	pendant	Pendant la transmission des paquets BD, le producteur filtre les paquets BR entrants et commence la retransmission après avoir introduit une pause de transmission (PAUSE_TMO en plus du SEND_TMO normal.

L'exigence contenant les éléments temporels ou d'énumération est soumise à essai avec une durée finie ou un échantillon fini.

4.2.6.2 Illustrations

Il s'agit d'informations à l'intérieur du document des exigences. Les données et informations apportées par les illustrations appuient les déclarations de spécification du document et, dans toute la mesure du possible, font office d'entrée de catégorie d'échantillons pour l'essai. Il s'agit:

- a) des figures;
- b) des tableaux;
- c) des exemples;
- d) des notes.

4.2.6.3 Options

Options est une catégorie de mots donnant au développeur toute la latitude nécessaire pour satisfaire aux déclarations de spécification qui les contiennent. Cette catégorie est la base des déclarations facultatives des PICS. Toutefois, les exigences contenant ce type de catégorie de mots assouplissent la spécification, augmentent le risque de non-interopérabilité et élargissent les batteries d'essais.

- a) pouvoir (exemple: Les passerelles comportant une aptitude Bus_Administrator peuvent synchroniser les bus);
- b) pouvoir/risquer de (exemple: Les dispositifs de classe 5 peuvent disposer de l'aptitude Bus_Administrator);
- c) éventuellement/en option (exemple: L'aptitude User_Programmable est en option);
- d) exclusion (exemple: pendant que l'IUT nomme les nœuds, un nœud répond à la trame de nomination mais pas à la demande d'état ou envoie une trame de réponse de nomination erronée).

Les options doivent orienter la production des PICS.

4.2.6.4 Déclarations faibles

Les déclarations faibles sont susceptibles d'engendrer une incertitude propice aux interprétations multiples, ce type de formulation sert de base pour développer une exigence ou ajouter des exigences ultérieures. Dans le cadre des essais, cette catégorie génère des cas d'essai choisis dans un ensemble d'échantillons représentatif. Toutefois, en aucun cas ces ensembles ne représentent complètement tous les cas significatifs prévus par l'article en essai. Ils sont répertoriés dans le Tableau 3:

Tableau 3 – Déclarations faibles

Phrases avec	Exemple
approprié	Le connecteur de l'émetteur et celui du récepteur doivent être identifiés de manière <i>appropriée</i> , de préférence comme suit: • gris clair pour l'émetteur; • gris foncé pour le récepteur.
être en mesure de/pouvoir	Tant la couche de liaison que l'application doivent <i>pouvoir</i> accéder à un port de manière cohérente, c'est-à-dire écrire ou lire toutes ses données en une seule opération.
être capable de/pouvoir	Un dispositif comportant un raccordement sur ligne double doit <i>pouvoir</i> être raccordé aussi bien à un segment à ligne simple qu'à ligne double.
effectivement	L'entité qui <i>effectivement</i> accède aux objets dans chaque couche est appelée Entité de Gestion de Couche, ou LME.
normal	Pendant la transmission des paquets BD, le producteur filtre les paquets BR entrants et commence la retransmission après avoir introduit une pause de transmission (PAUSE_TMO en plus du SEND_TMO <i>normal</i>).
assurer/prévoir	L'AVI doit <i>assurer</i> l'accès par grappe par les primitives suivantes,

4.2.7 Relation à l'interopérabilité

Cet essai de conformité a pour principal objectif de faciliter la comparaison et l'acceptation des résultats générés par les différents appareils d'essai, et donc d'éviter de soumettre le même système à des essais de conformité répétés. L'interopérabilité joue un rôle essentiel. L'essai de conformité ayant pour but de faciliter l'interopérabilité, il a été pris en compte avec les domaines suivants dans le Tableau 4:

Tableau 4 – Relation à l'interopérabilité

Interopérabilité de l'application	aptitude du TCN à fournir une mise en œuvre cohérente de la syntaxe et de la sémantique des données échangées
Interopérabilité du protocole	aptitude du TCN à échanger des unités de données de protocole par l'intermédiaire de la plate-forme de communication
Interopérabilité du service	aptitude du TCN à prendre en charge un sous-ensemble de ses services prévus
Interopérabilité perçue par l'utilisateur	aptitude de l'utilisateur du service (une personne, une application, une machine) à échanger des informations par l'intermédiaire du TCN

La présente norme n'a prévu aucune disposition en matière de mise en œuvre ou de recommandation d'un essai d'interopérabilité.

4.2.8 Relation à l'essai de performances

Les attributs de performances reposent étroitement sur les services proposés par le TCN, même si cet essai de conformité n'a pas pour objet de mettre en œuvre un essai de performances. Toutefois, ces attributs ont été pris en compte de la manière suivante dans le Tableau 5:

Tableau 5 – Relation à l'essai de performances

Attribut de performances	Description
Vitesse	Cet attribut de performances décrit l'intervalle de temps utilisé pour réaliser la fonction ou la vitesse d'exécution de la fonction (la fonction peut ou ne peut pas être réalisée selon la précision souhaitée). Exemple d'évaluation de l'attribut de vitesse: essai de supervision de la durée de rafraîchissement
Précision	Cet attribut de performances décrit le degré d'exactitude qui caractérise l'exécution de la fonction, qu'elle soit réalisée à la vitesse souhaitée ou non. Exemple d'évaluation de la précision: essai d'hystérésis du récepteur
Sûreté de fonctionnement	Cet attribut de performances décrit le degré de certitude (ou de sûreté) selon lequel la fonction est réalisée, quelle que soit la vitesse ou la précision, mais dans un intervalle d'observation donné. Exemple d'évaluation de l'attribut de sûreté de fonctionnement: stabilité de la connexion pendant toute la durée d'inauguration

La présente norme ne prévoit aucune disposition en matière de mise en œuvre ou de recommandation d'un essai de performances tel que défini dans la CEI 60571.

4.3 Schéma du processus d'évaluation de la conformité

4.3.1 Généralités

La principale caractéristique du processus d'évaluation de la conformité est une configuration des équipements assurant l'échange des informations entre l'IUT et un appareil d'essai réel. Ces éléments sont contrôlés et observés par l'appareil d'essai réel.

Dans un schéma conceptuel, il convient de caractériser les essais de conformité par plusieurs étapes, en intégrant à la fois les examens de conformité statique et les phases d'essai réel, donnant lieu à un rapport d'essai aussi précis que pratiquement possible.

Ces étapes sont les suivantes:

- compilation des PICS;
- compilation des PIXIT;
- sélection et paramétrage de l'essai;
- essais d'interconnexion de base (facultatif);
- essais de capacité;
- essais de comportement;
- examen et analyse des résultats d'essai;
- synthèse, conclusions et génération d'un rapport d'essai de conformité.

4.3.2 Analyses des résultats et verdicts

Le résultat observé (suite à l'essai) est une série d'événements qui se sont déroulés pendant l'exécution d'un cas d'essai. Il comprend toutes les entrées et sorties de l'IUT aux différents points de contrôle et d'observation.

Les résultats prévus sont identifiés et définis par la spécification du cas d'essai abstrait associé à la partie du protocole. Chaque cas d'essai peut faire l'objet d'un ou de plusieurs résultats prévus. Les résultats prévus sont définis en premier lieu en termes abstraits.

Un verdict est une déclaration de réussite, d'échec ou d'incertitude à associer à tous les résultats prévus de la spécification de suite d'essais abstraits.

Les résultats sont analysés par comparaison des résultats observés avec les résultats prévus.

Le verdict lié à un résultat observé est celui du résultat prévu correspondant. Si le résultat observé est imprévu, la spécification de la suite d'essais abstraits établit alors le verdict de défaut qui doit être attribué.

Les moyens de comparaison des résultats observés et des résultats prévus n'entrent pas dans le domaine d'application de la présente norme.

NOTE Les possibilités sont les suivantes:

- a) comparaison manuelle et/ou automatique;
- b) comparaison au moment ou après l'exécution;
- c) traduction des résultats observés en termes abstraits pour permettre une comparaison avec les résultats prévus, ou traduction des résultats prévus en termes utilisés pour consigner les résultats observés.

Le verdict indique la réussite, l'échec ou l'incertitude:

- d) réussite signifie que le résultat observé répond à l'objectif de l'essai et qu'il est valide par rapport aux parties pertinentes du TCN et aux PICS;
- e) échec signifie que le résultat observé est invalide ou inopportun du point de vue syntaxique par rapport aux parties pertinentes du TCN ou aux PICS;
- f) incertitude signifie que le résultat observé est valide par rapport aux parties pertinentes du TCN, mais empêche d'atteindre l'objectif de l'essai.

Le verdict attribué à un résultat particulier dépend de l'objectif de l'essai et de la validité du comportement protocolaire observé.

Les verdicts prononcés en fonction des cas d'essai particuliers font l'objet d'une synthèse dans le cadre d'un récapitulatif global pour l'IUT en fonction des cas d'essai réalisés.

5 Essai de conformité d'un nœud WTB et des câbles principal, de jonction et d'extension du WTB

5.1 PICS

Le pro-format PICS est un ensemble de tableaux contenant des questions auxquelles doit répondre la personne chargée de la mise en œuvre, ainsi que les limitations dont font l'objet les réponses possibles.

Il contient deux types de question:

- les questions impliquant une réponse par OUI ou par NON, consistant à savoir si un article (d'une unité fonctionnelle macroscopique à une unité fonctionnelle microscopique) a été mis en œuvre ou non. Les réponses admises, conformes à la spécification de base, sont documentées dans les PICS sous forme d'exigences. Elles représentent la prise en charge;
- les questions portant sur les valeurs numériques utilisées (pour les temporisateurs, les tailles de messages, les fréquences, etc.). La plage valable de ces valeurs, conforme à la spécification de base, est donnée dans la CEI 61375-2-1. Les réponses représentent les valeurs prises en charge.

5.1.1 Instructions pour le remplissage du pro-format PICS

Les PICS sont organisées en tableaux. Les colonnes sont les suivantes:

- Réf.
- Paragraphe pris en charge
- Capacité prise en charge
- Exigence
- Question
- Réponse
- Mise en œuvre
- Valeurs de paramètre

5.1.1.1 Abréviations

Les abréviations suivantes sont utilisées dans ce pro-format PICS:

o: obligatoire
n/a: non applicable
f: facultatif
c: conditionnel
d: par défaut
O: oui
N: non

5.1.1.2 Colonne Réf.

Cette colonne est utilisée pour référence à l'intérieur des PICS.

5.1.1.3 Colonne Paragraphe pris en charge

Cette colonne donne la correspondance entre la CEI 61375-2-1 et l'entrée correspondante dans les PICS.

5.1.1.4 Colonne Capacité prise en charge

Cette colonne souligne la capacité unitaire du paragraphe concerné.

La réponse "O" dans la colonne de mise en œuvre signifie que l'IUT est en mesure:

- de générer les paramètres de service correspondants (automatiquement ou suite à la demande explicite de l'utilisateur final);
- d'interpréter, de traiter et, le cas échéant, de mettre à la disposition de l'utilisateur final le/les paramètre(s) de service correspondant(s);

Si la réponse est "N", cela ne signifie pas que les paramètres de service correspondants ne sont pas mis en œuvre, mais que l'utilisateur a demandé un essai de conformité.

5.1.1.5 Colonne Exigence

Cette colonne indique le niveau de prise en charge requis pour assurer la conformité à la CEI 61375-2-1.

Les valeurs sont les suivantes:

- o prise en charge obligatoire demandée;
- f prise en charge facultative admise pour assurer la conformité à la CEI 61375-2-1. En cas de mise en œuvre, elle doit être conforme aux spécifications et restrictions énoncées dans le paragraphe correspondant. Ces restrictions peuvent affecter le caractère facultatif des autres éléments;
- c l'élément est conditionnel, sa prise en charge fait l'objet d'un prédicat référencé dans la colonne de note;
- n/a l'élément n'est pas applicable.

Si les options ne sont pas prises en charge, les éléments correspondants doivent être considérés comme étant non applicables.

5.1.1.6 Colonne Mise en œuvre

Cette colonne doit être renseignée par le fournisseur ou la personne chargée de la mise en œuvre de l'IUT. Le pro-format a été conçu de sorte que seules les entrées suivantes soient demandées:

- O: oui, l'élément a été mis en œuvre;
- N: non, l'élément n'a pas été mis en œuvre;
- : l'élément n'est pas applicable.

Dans les tableaux du pro-format PICS, il convient que l'IUT prenne en charge tous les éléments principaux marqués d'un 'o'. Il convient de prendre en charge les sous-éléments marqués d'un 'o' si la fonction principale correspondante est prise en charge par l'IUT.

5.1.1.7 Colonnes Valeurs de paramètre

5.1.1.7.1 Valeur minimale admise

Cette colonne est déjà renseignée et indique la valeur minimale d'un paramètre.

5.1.1.7.2 Valeur par défaut

Cette colonne indique la valeur par défaut d'un paramètre. Lorsque la CEI 61375-2-1 définit la valeur par défaut du paramètre, cette valeur fait office d'entrée dans cette colonne. Si la norme recommande une plage de valeurs, la valeur moyenne est utilisée.

5.1.1.7.3 Valeur maximale admise

Cette colonne est déjà renseignée et indique la valeur maximale d'un paramètre.

5.1.1.7.4 Valeur mise en œuvre

Cette colonne doit être renseignée par le fournisseur ou la personne chargée de la mise en œuvre. Le pro-format a été conçu de sorte que l'entrée requise soit la valeur mise en œuvre. En présence de plusieurs valeurs, la valeur par défaut doit être choisie.

5.1.2 Tableaux PICS

5.1.2.1 Identification des PICS

Le Tableau 6 ci-dessous doit être renseigné afin d'identifier le pro-format PICS.

Tableau 6 – Identification du pro-format PICS

N° de Réf.	Question	Réponse
1	Date de la déclaration	
2	Numéro de série des PICS	

5.1.2.2 Identification de l'IUT

Le Tableau 7 ci-dessous doit être renseigné afin d'identifier l'IUT.

Tableau 7 – IUT au pro-format PICS

N° de Réf.	Question	Exigence	Réponse
1	Nom de la mise en œuvre	o	
2	Numéro de version	o	
3	Configuration spéciale	f	
4	Tension d'alimentation	o	
5	Courant d'alimentation	o	
6	Autres informations	f	

NOTE 1 Le nom de la mise en œuvre fait référence à l'indicatif de l'IUT indiqué par le client. L'essai de conformité spécifique s'applique à l'entité identifiée par le nom de la mise en œuvre.

NOTE 2 Il s'agit du numéro de version de l'IUT. Si un numéro de version est défini pour une IUT, aucun sous-système qui la compose ne peut évoluer sans modification de cette valeur (l'architecture est gelée et constitue une configuration).

NOTE 3 Indiquée si les PIXIT sont fournies pour cette IUT.

NOTE 4 Indique la tension d'alimentation applicable. La tension d'alimentation est choisie parmi les valeurs indiquées dans la CEI 60571.

NOTE 5 Indique le courant d'alimentation maximal applicable. Le courant d'alimentation est choisi parmi les valeurs indiquées dans la CEI 60571.

NOTE 6 Autres informations que le client considère comme étant pertinentes pour l'identification de l'IUT.

5.1.2.3 Identification du fournisseur de l'IUT et/ou du client du laboratoire d'essai

Le Tableau 8 ci-dessous doit être renseigné afin d'identifier le fournisseur de l'IUT et le client du laboratoire d'essai.

Si le fournisseur de l'IUT et le client du laboratoire d'essai sont deux entités différentes, les PICS doivent être convenues entre l'un et l'autre.

Tableau 8 – Fournisseur de l'IUT au pro-format PICS et/ou client du laboratoire d'essai

N° de Réf.	Question	Exigence	Réponse
1	Nom de l'organisme	o	
2	Nom(s) du contact	o	
3	Adresse	o	
4	Numéro de téléphone	o	
5	Numéro de télécopie	o	
6	Adresse électronique	o	
7	Autres informations	o	

5.1.2.4 Identification des normes

Le Tableau 9 ci-dessous doit être renseigné afin d'identifier les normes appliquées à l'IUT pour l'essai de conformité.

Tableau 9 – Identification des normes au pro-format PICS

N° de Réf.	Question	Réponse
1	Titre du document de spécification	
2	Numéro de référence CEI du document de spécification	
3	Date de publication du document de spécification	
4	Numéro de version du document de spécification	
5	Titre du document de conformité	
6	Numéro du document de conformité	
7	Date de publication du document de conformité	
8	Numéro de version du document de conformité	

5.1.2.5 Déclaration de conformité globale

Le Tableau 10 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT indiqué dans la colonne "Mise en œuvre".

Tableau 10 – Déclaration de conformité globale au pro-format PICS

N° de Réf.	Question	Exigence	Mise en œuvre
1	Toutes les capacités obligatoires sont-elles mises en œuvre ?	o	[]

NOTE Une réponse négative (Non) à cette section indique une non-conformité à la spécification du protocole. Les capacités obligatoires non prises en charge doivent être identifiées dans les PICS, accompagnées d'une explication de cette non-conformité de la mise en œuvre.

5.1.2.6 Niveau d'essai

Le Tableau 11 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT afin d'identifier l'IUT.

Tableau 11 – Niveau d'essai au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Mise en œuvre
1	4.1.4 – 2.1.5	Rame	[]
2	4.1.3	Nœud	[]
3	4.1.1	Câble principal	[]
4	4.1.1	Câbles de jonction	[]
5	4.1.1	Câbles d'extension	[]

5.1.2.7 Capacité du nœud

Le Tableau 12 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT uniquement si la réponse O est donnée en 2 du Tableau de 5.1.2.6.

Tableau 12 – Capacité du nœud au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Mise en œuvre
1	4.2.1	Nœud Intermédiaire	o	[]
2	4.2.1	Nœud d'extrémité	o	[]
3	4.2.1	S'il s'agit d'un nœud intermédiaire, un seul de ses émetteurs-récepteurs est activé	o	[]
4	4.2.1	Lorsqu'un nœud d'extrémité est capable de communiquer sur les deux sections de bus de manière indépendante	o	[]
5	4.2.1	Lorsque le nœud intermédiaire établit la continuité électrique entre Direction_1 et Direction_2	o	[]
6	4.2.1	Lorsque le nœud d'extrémité termine électriquement les sections de bus de Direction_1 grâce à une terminaison	o	[]
7	4.2.1	Lorsque le nœud d'extrémité termine électriquement les sections de bus de Direction_2 grâce à une terminaison	o	[]
8	5.5.1.2	Nœud fort ¹	f	[]
9	5.5.1.2	Nœud faible ²	f	[]
10	5.5.1.2	Nœud esclave	f	[]

5.1.2.8 Redondance

Le Tableau 13 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT afin de déclarer si la redondance de ligne est mise en œuvre ou non.

Tableau 13 – Redondance au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Mise en œuvre
1	4.2.2	Redondance physique	f	[]
2	4.2.2	Nœud UIC	f	[]

¹ Au moins une option est choisie.

² Au moins une option est choisie.

5.1.2.8.1 Configuration de la redondance

Le Tableau 14 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT uniquement si la réponse O est donnée en 1 du tableau de 5.1.2.8.

Tableau 14 – Configuration de la redondance au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Mise en œuvre
1	4.2.2	La ligne A est-elle marquée en tant que LINE_A ?	o	[]
2	4.2.2	La ligne B est-elle marquée en tant que LINE_B ?	o	[]
3	4.2.2	LINE_A et LINE_B sont-elles configurées de manière identique en Direction_1 et Direction_2 respectivement ?	o	[]

5.1.2.9 Signalisation

Le Tableau 15 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT afin de déclarer les caractéristiques de signalisation.

Tableau 15 – Signalisation au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Valeur	Mise en œuvre
1	4.2.3.1	Vitesse	o	1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %,	[]
2	4.2.3.1	Codage	o	Manchester	[]
3	4.2.3.1	Fréquence	o	1,0 MHz	[]

5.1.2.9.1 Câble

Le Tableau 16 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT afin de déclarer les caractéristiques du câble.

Tableau 16 – Câble au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Mise en œuvre
1	4.2.4.1	Câble blindé	o	[]
2	4.2.4.1	Câble gainé	o	[]
3	4.2.4.1	Câble torsadé	o	[]
4	4.2.4.2	Fils individuels identifiés en X,Y	o	[]
5	4.2.4.2	Fils blindés identifiés en S	o	[]

5.1.2.9.1.1 Câble principal

Le Tableau 17 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT uniquement si la réponse O est donnée en 3 du tableau de 5.1.2.6.

Tableau 17 – Câble principal au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Valeur	Mise en œuvre
1	4.2.4.3	Impédance	o	$Z_w = 120,0 \Omega (\pm 10 \%)$	[]
2	4.2.4.1	Torsades par mètre	o	12	[]
3	4.2.4.4	Atténuation	o	Moins de 10,0 dB/km à 1,0 MHz	[]

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Valeur	Mise en œuvre
4	4.2.4.4	Atténuation	o	Moins de 14,0 dB/km à 2,0 MHz	[]
5	4.2.4.5	Capacité répartie du câble	o	Moins de 65 pF/m à 1,0 MHz	[]
6	4.2.4.6	Différence de capacité par rapport au blindage	o	Moins de 1,5 pF/m à 1,0 MHz	[]
7	4.2.4.8	Impédance de transfert	o	Moins de 20,0 mΩ/m à 20,0 MHz	[]
8	4.2.4.8	Impédance de transfert différentielle	o	Moins de 2,0 mΩ/m à 20,0 MHz	[]

5.1.2.9.1.2 Câble de jonction

Le Tableau 18 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT uniquement si la réponse O est donnée en 4 du tableau de 5.1.2.6.

Tableau 18 – Câble de jonction au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Valeur	Mise en œuvre
1	4.2.4.3	Impédance	o	$Z_w = 120,0 \Omega (\pm 10 \%)$	[]
2	4.2.4.1	Torsades par mètre	o	12	[]
3	4.2.4.4	Atténuation	o	Moins de 10,0 dB/km à 1,0 MHz	[]
4	4.2.4.4	Atténuation	o	Moins de 14,0 dB/km à 2,0 MHz	[]
5	4.2.4.5	Capacité répartie du câble	o	Moins de 65 pF/m à 1,0 MHz	[]
6	4.2.4.6	Différence de capacité par rapport au blindage	o	Moins de 1,5 pF/m à 1,0 MHz	[]
7	4.2.4.8	Impédance de transfert	o	Moins de 20,0 mΩ/m à 20,0 MHz	[]
8	4.2.4.8	Impédance de transfert différentielle	o	Moins de 2,0 mΩ/m à 20,0 MHz	[]

5.1.2.9.1.3 Câble d'extension

Le Tableau 19 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT uniquement si la réponse O est donnée en 5 du tableau de 5.1.2.6.

Tableau 19 – Câble d'extension au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Valeur	Mise en œuvre
1	4.2.4.3	Impédance	o	$Z_w = 120,0 \Omega (\pm 10 \%)$	[]
2	4.2.4.1	Torsades par mètre	o	12	[]
3	4.2.4.1	Section	o	Moins de 0,56 mm ²	[]
4	4.2.4.4	Atténuation	o	Moins de 10,0 dB/km à 1,0 MHz	[]
5	4.2.4.5	Capacité répartie du câble	o	Moins de 65 pF/m à 1,0 MHz	[]
6	4.2.4.6	Différence de capacité par rapport au blindage	o	Moins de 1,5 pF/m à 1,0 MHz	[]
7	4.2.4.7	Diaphonie	o	Supérieur à 55,0 dB entre 0,5 et	[]

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Valeur	Mise en œuvre
				2,0 MHz	
8	4.2.4.8	Impédance de transfert	o	Moins de 20,0 mΩ/m à 20,0 MHz	[]
9	4.2.4.8	Impédance de transfert différentielle	o	Moins de 2,0 mΩ/m à 20,0 MHz	[]

5.1.2.9.2 Connecteurs

Ces tableaux doivent être renseignés par le fournisseur de l'IUT uniquement si la réponse O est donnée en 2 du tableau de 5.1.2.6. La conformité des connecteurs est obligatoire lorsque l'interopérabilité est requise.

5.1.2.9.2.1 Présentation du panneau frontal

Le Tableau 20 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT afin de déclarer les caractéristiques de présentation du panneau frontal.

Tableau 20 – Présentation du panneau frontal au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Mise en œuvre
1	4.3.4	Vertical	f	[]
2	4.3.4	Horizontal	f	[]

NOTE Une option doit être choisie.

5.1.2.9.2.2 Disposition

Le Tableau 21 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT afin de déclarer les caractéristiques de disposition de connexion.

Tableau 21 – Disposition de connexion au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Mise en œuvre
1	4.3.4	Le mâle A1 est placé en haut	c Ref. 1 de 5.1.2.9.2.1	[]
2	4.3.4	Le mâle A1 est placé le plus à gauche	c Ref. 2 de 5.1.2.9.2.1	[]

5.1.2.9.2.3 Présentation et type

Le Tableau 22 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT afin de déclarer les caractéristiques de présentation et de type de connexion.

Tableau 22 – Présentation et type de connexion au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Valeur	Mise en œuvre
1	4.3.4	Line_A Direction_1	o	Connecteurs Sub-D9 à 9 broches avec vis métriques (CEI 60807)	[]
2	4.3.4	Line_A Direction_2	o	Connecteurs Sub-D9 à 9 broches avec vis métriques (CEI 60807)	[]
3	4.3.4	Line_A Direction_1	o	Mâle	[]
4	4.3.4	Line_A Direction_2	o	Femelle	[]

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Valeur	Mise en œuvre
5	4.3.4	Line_B Direction_1	o	Connecteurs Sub-D9 à 9 broches avec vis métriques (CEI 60807)	[]
6	4.3.4	Line_B Direction_2	o	Connecteurs Sub-D9 à 9 broches avec vis métriques (CEI 60807)	[]
7	4.3.4	Line_B Direction_1	o	mâle	[]
8	4.3.4	Line_B Direction_2	o	femelle	[]
9	4.3.4	Blindage	o	-	[]
10	4.2.4.8	Impédance de transfert	o	Moins de 20,0 mΩ/m à 20,0 MHz	[]
11	4.2.4.8	Impédance de transfert différentielle entre deux broches	o	Moins de 2,0 mΩ/m à 20,0 MHz	[]
12	4.3.4	Capot conducteur connecté au blindage du câble	o	-	[]
13	4.3.4	Établit un contact électrique avec le boîtier fixe lors de l'insertion	o		[]
14	4.2.4.9	Résistance de continuité	o	Moins de 10,0 mΩ/m	[]
15	4.3.4	Étiquette sur Line_A Direction_1	o	A1	[]
16	4.3.4	Étiquette sur Line_A Direction_2	o	A2	[]
17	4.3.4	Étiquette sur Line_B Direction_1	o	B1	[]
18	4.3.4	Étiquette sur Line_B Direction_2	o	B2	[]

5.1.2.10 Type de commutateurs

Le Tableau 23 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT afin de déclarer les caractéristiques de type de commutateurs.

Tableau 23 – Type de commutateurs au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375-2-1	Capacité	Exigence	Mise en œuvre
<u>1</u>	<u>4.5.3</u>	A semi-conducteurs ³	f	[]
<u>2</u>	<u>4.5.3</u>	Mécanique ³	f	[]

5.1.2.11 Commutateurs

Le Tableau 24 doit être renseigné par le fournisseur de l'IUT afin de déclarer les caractéristiques des commutateurs.

³ Une option doit être choisie.

Tableau 24 – Commutateurs au pro-format PICS

N° de Réf.	Paragraphe de la CEI 61375 -2-1	Capacité	Exigence	Valeur	Mise en œuvre
1	4.5.3	Isolation	o	Supérieur ou égal à 500,0 Veff	[]
2	4.5.3	Résistance de contact initiale	o	Moins de 0,050 Ω	[]
3	4.5.3	Résistance de contact après 10 ⁷ cycles	o	Moins de 0,100 Ω	[]
4	4.5.3	Temps de commutation	o	Moins de 10,0 ms, y compris le temps de rebondissement	[]

5.1.3 Essais d'interconnexion de base

Il s'agit d'un sous-ensemble d'essais de comportement.

5.1.4 Essais de capacité

Les essais de capacité consistent à:

- vérifier, dans toute la mesure du possible, la cohérence des PICS en fonction des valeurs déclarées dans les PICS elles-mêmes, comme filtre préalable à des essais approfondis plus onéreux;
- vérifier que les capacités de l'IUT sont conformes aux exigences de conformité statique spécifiées par la présente norme et la CEI 61375-2-1;
- permettre d'activer la sélection efficace des essais de comportement à réaliser pour une IUT particulière;

lorsqu'ils sont associés à des essais de comportement, font office de base pour les déclarations de conformité.

Voir l'Article A.1 pour connaître le rôle du fournisseur de l'IUT (le client) et l'essai de laboratoire à réaliser pour ces activités.

5.1.5 Essais de comportement

5.1.5.1 Essai physique

5.1.5.1.1 Impédance caractéristique

Fait référence aux exigences de 2.2.4.3 de la CEI 61375-2-1.

L'IUT doit présenter une impédance caractéristique différentielle de $Z_w = 120,0 \Omega (\pm 10 \%)$ mesurée avec un signal sinusoïdal d'une fréquence comprise entre 0,5 BR et 2,0 BR.

La méthode de mesure consiste à effectuer des mesures en circuit ouvert et en court-circuit.

- L'IUT doit comporter au moins 100 m de câble⁴.
- L'équipement d'essai (TE) doit pouvoir mesurer le coefficient de réflexion d'une ligne de transmission.
- L'impédance de sortie de l'équipement d'essai doit être équilibrée.
- L'impédance de sortie de l'équipement d'essai est appelée Z_{TE} .

⁴ Une longueur inférieure à 100 m risque d'engendrer des inexactitudes de mesure.

Mesurer le coefficient de réflexion de l'IUT à 1 MHz en ouvrant l'une de ses extrémités, puis noter la valeur mesurée ρ_o .

Mesurer le coefficient de réflexion de l'IUT à 1 MHz en court-circuitant une extrémité de l'IUT (le court-circuit doit être réalisé par brasage direct avec les fils torsadés) et noter la valeur mesurée ρ_s .

$$\text{Calculer: } Z_{open} = Z_{TE} \cdot \frac{1 + \rho_o}{1 - \rho_o}$$

$$\text{Calculer: } Z_{short} = Z_{TE} \cdot \frac{1 + \rho_s}{1 - \rho_s}$$

$$\text{Calculer: } Z_c = \sqrt{Z_{open} \cdot Z_{short}}$$

5.1.5.1.2 Qualité de blindage

Ceci fait référence aux exigences de 4.2.4.8 de la CEI 61375-2-1.

L'impédance de transfert est une valeur fondamentale des performances d'un blindage. L'impédance de transfert relie un courant sur une surface du blindage à la chute de tension générée par ce courant sur la face opposée du blindage. Cette valeur dépend uniquement de la construction du blindage.

L'impédance de transfert est définie de la manière suivante:

$$Z_t = (1 / I_o) \times (dV / dx)$$

où

I_o est un courant de perturbation longitudinal généré sur une surface (interne ou externe) du blindage, et

dV/dx est la tension longitudinale par unité de longueur, générée par I_o , apparaissant sur la surface opposée du blindage.

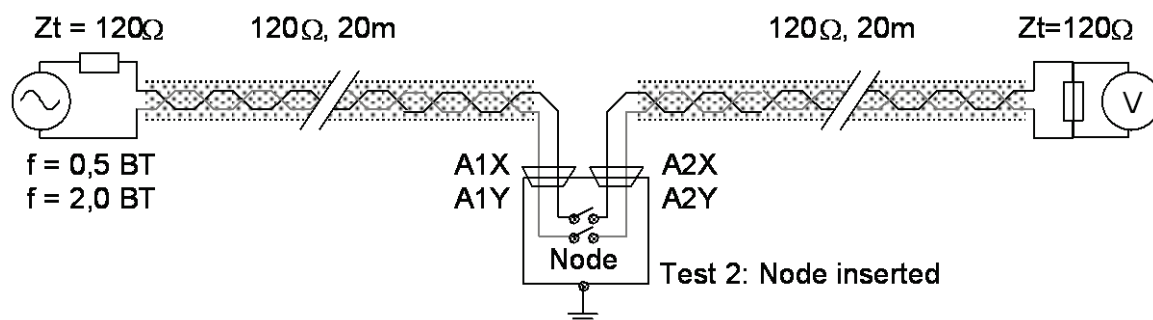
Les données d'essai d'impédance de transfert doivent être obtenues avec un montage d'essai triaxial terminé. Le conducteur central du câble d'essai et le blindage forment un système de transmission interne, le blindage et le tube concentrique externe formant un système de transmission externe.

Le système externe est piloté par un générateur et permet de créer un courant I_o sur la surface externe du blindage. Ce courant génère une différence de tension V_1 sur la surface opposée et V_2 sur une longueur de blindage X . Cela engendre des signaux dans le câble d'essai qui peuvent être associés à la valeur d'impédance de transfert du blindage.

5.1.5.1.3 Pertes d'insertion d'une unité de ligne

Fait référence aux exigences de 4.5.2.1 et 4.5.2.3 de la CEI 61375-2-1.

La Figure 1 montre la configuration de mesure de la perte d'insertion d'une unité de ligne.



Légende

Anglais	Français
Test 2: Node inserted	Essai 2: Nœud inséré
Node	Nœud

Figure 1 – Mesure de la perte d'insertion

Le signal sinusoïdal d'un générateur (d'impédance interne = Z_t) est appliqué aux points A1X et A1Y par l'intermédiaire d'un câble de 20,0 m. Il est mesuré à l'aide d'un voltmètre (relié en parallèle avec une impédance Z_t) à l'extrémité d'un autre câble de 20,0 m relié aux points A2X et A2Y.

5.1.5.1.3.1 Perte d'insertion en montage intermédiaire

Le générateur doit être capable de produire:

- un signal sinusoïdal de 2 BR 4 V crête à crête;
- un signal sinusoïdal de 1 BR 4 V crête à crête.

L'IUT doit être:

- dans le montage intermédiaire (K_b fermé, K_{t1} et K_{t2} ouverts);
- les émetteurs-récepteurs de l'IUT doivent être désactivés (en impédance élevée).

Mode opératoire:

Régler le générateur à 4,0 Vcc. Mesurer le niveau de valeur efficace de référence sur toute la longueur du câble. Ce niveau définit la valeur 0 dB, 0DV, 0 %. Le niveau de référence doit être mesuré avec le câble seul. Si la valeur efficace du câble lui-même est de 0 dB, la perte d'insertion due au MAU est un gain négatif (perte). Une fois établie la référence, le câble doit être ouvert et connecté au MAU. Ce mode opératoire doit être répété lors des mesures suivantes.

L'atténuation mesurée doit être:

- inférieure à 0,3 dB entre 0,5 BR et 1,0 BR;
- inférieure à 0,4 dB jusqu'à 2,0 BR.

L'IUT doit être:

- éteinte (hors tension).

5.1.5.1.3.2 Résistance d'entrée en montage intermédiaire

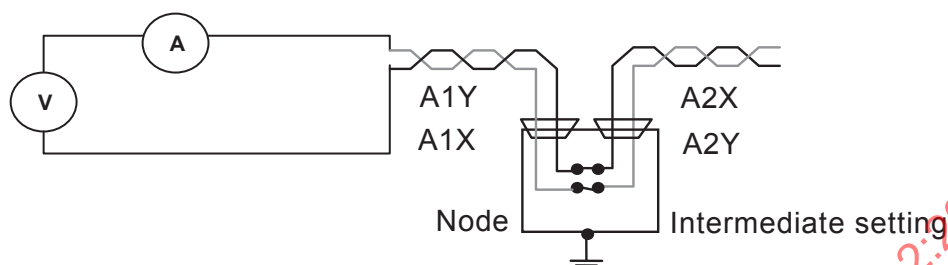
Utiliser un générateur de tension c.c. 48 Vcc 10 % et définir la limite de courant à 10 mA.

L'IUT doit être:

dans le montage intermédiaire (Kb fermé, Kt1 et Kt2 ouverts):

Le courant mesuré ne doit pas dépasser 48 μA .

La Figure 2 montre la configuration de mesure de la résistance d'entrée dans le montage intermédiaire.



Légende

Anglais	Français
Node	Nœud
Intermediate setting	Montage intermédiaire

Figure 2 – Mesure de la résistance d'entrée

Procéder aux mesures pour

a) A1X – A1Y

b) A2X – A2Y

5.1.5.1.4 Montage en extrémité

Fait référence aux exigences de 4.5.2.2 de la CEI 61375-2-1.

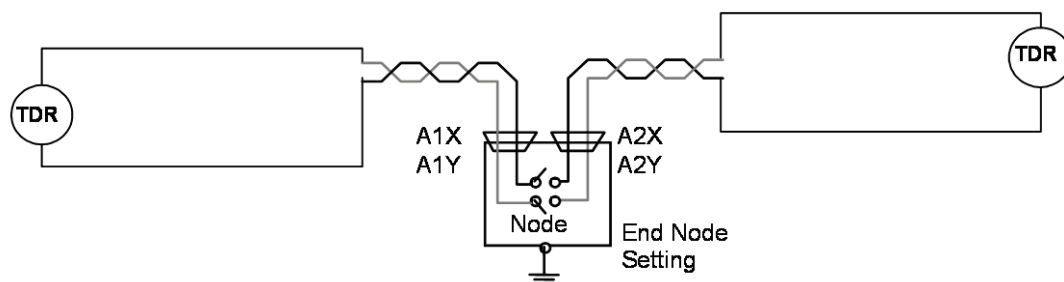
L'impédance caractéristique de l'IUT en cours de mesure peut être calculée à partir de la hauteur de l'échelon réfléchi par la transition entre le système TDR (Réflectométrie de domaine temporel) et l'IUT de Z_{EndNode} .

Mesurer la hauteur de l'onde incidente émise par la TDR, puis mesurer la hauteur de l'onde réfléchie.

Calculer: $Z_{\text{EndNode}} = Z_{\text{RDT}} \cdot \frac{\text{Hauteur}_{\text{incidente}} + \text{Hauteur}_{\text{réfléchi}}}{\text{Hauteur}_{\text{incidente}} - \text{Hauteur}_{\text{réfléchi}}}$

Z_{EndNode} doit être égal à $120 \Omega \pm 10 \%$

La Figure 3 montre la configuration de mesure de la résistance d'entrée dans le montage d'extrémité.



Légende

Anglais	Français
Node	Nœud
End Node setting	Montage en nœud d'extrémité

Figure 3 – Configuration 1 de mesure du paramètre d'extrémité

5.1.5.1.4.1 Atténuation en montage d'extrémité

Une unité de ligne en montage d'extrémité doit atténuer de plus de 55,0 dB un signal appliqué entre A1X et A1Y et mesuré entre A2X et A2Y, ou inversement. La CEI 61375-2-1 ne déclare aucun signal d'essai. Par conséquent, pour identifier les pertes du paramètre d'extrémité mesurées, comme indiquées dans la norme, il est préférable de les considérer comme une diaphonie sur le même segment entre des rames découplées. Cette mesure est principalement influencée par les harmoniques les plus élevées toujours présentes sur le signal. Pour les mesurer, une onde carrée de 1,0 BR est utilisée dans les conditions suivantes:

- onde carrée de 1,0 BR 4 V eff., fronts arrière et avant de 22,5 ns;
- onde carrée de 1,0 BR 4 V eff., fronts arrière et avant de 254 ns.

Configurer l'IUT comme un nœud d'extrémité.

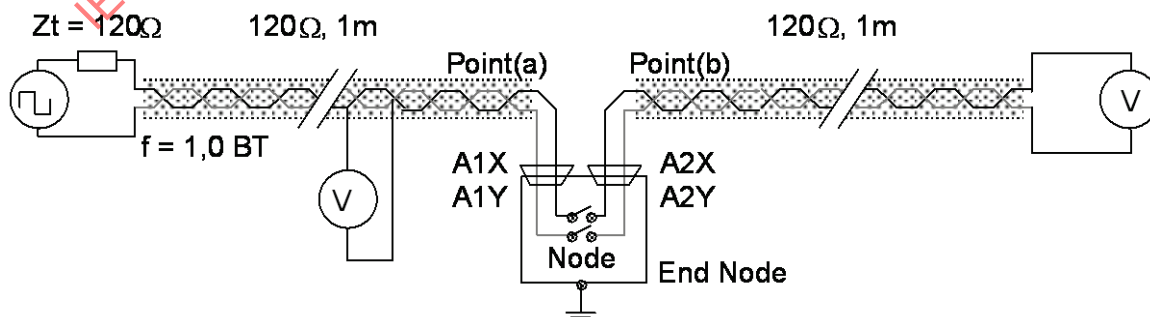
Définir la condition a).

Régler le générateur pour obtenir la tension donnée en a) de 4 V eff.

Mesurer la tension donnée en b).

Calculer le quotient: $V_{Att} = 20 \cdot \log \left(\frac{V_a}{V_b} \right)$

La Figure 4 montre la configuration de mesure de l'atténuation dans le montage d'extrémité.



Légende

Anglais	Français
Node	Nœud
End Node	Nœud d'Extrémité

Figure 4 – Configuration 2 de mesure en montage d'extrémité

Le quotient doit être supérieur à 55,0 dB.

5.1.5.1.5 Commutateurs

Fait référence à l'exigence de 4.5.3 de la CEI 61375-2-1.

5.1.5.1.5.1 Résistance de contact initiale

La résistance de contact est définie comme:

la résistance électrique entre les bornes de sortie de relais, le contact respectif étant fermé. La résistance peut être obtenue en fonction du quotient de la chute de tension dans le relais par le courant de charge (loi d'Ohm). En raison d'une légère corrosion du contact, la chute de tension de contact peut être plus importante (jusqu'à 250 mV) pour de faibles courants de charge. Pour les charges de l'ordre de l'ampère, le courant génère localement de la chaleur faisant évaporer la couche de couverture (frittage) et réduisant la résistance.

La résistance doit être mesurée. La résistance à mesurer est une faible résistance de $0,050\ \Omega$. Un Multimètre numérique (DMM) à quatre chiffres et demi peut présenter une résolution de $1/100\ \Omega$, mais la résistance des fils de connexion, la résistance de contact au raccordement des fils au multimètre et à l'inconnue, est significative comparé à l'inconnue. De plus, cette résistance de contact est assez variable. Il est donc impossible de connecter les fils ensemble et de soustraire cette lecture de la lecture de l'inconnue.

La Figure 5 montre la configuration de mesure des commutateurs.

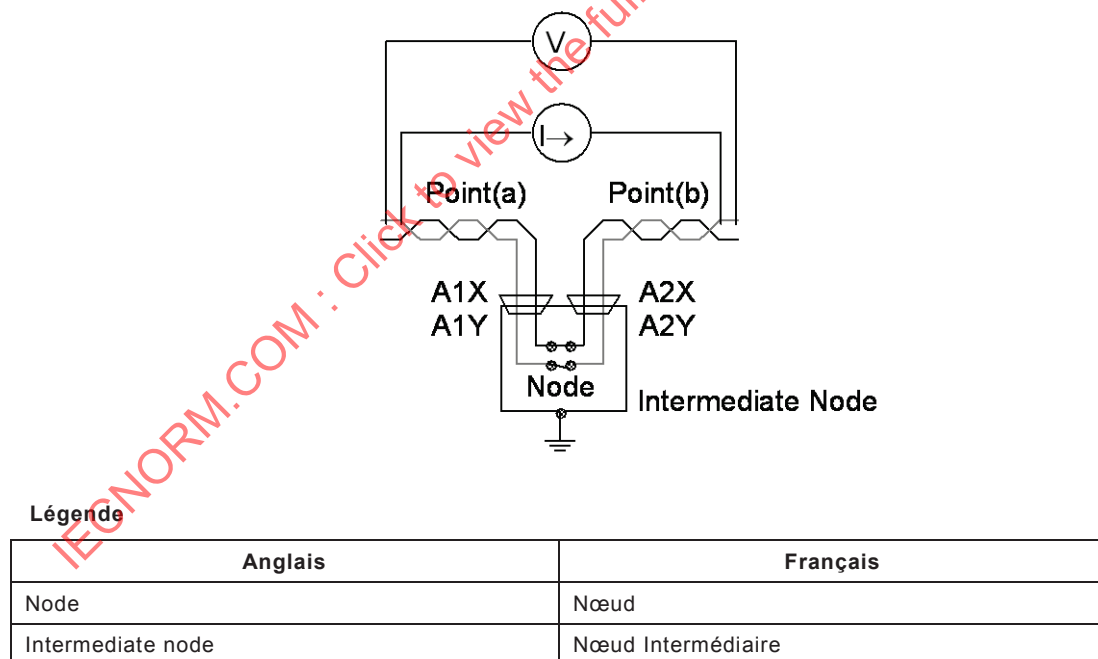
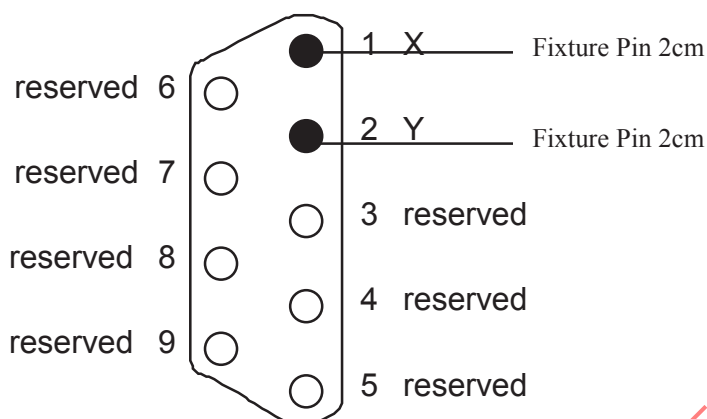


Figure 5 – Configuration 1 de mesure de commutateurs

La Figure 5 présente le circuit d'un système à quatre fils. Les fils de câble torsadé horizontaux représentent les résistances parasites. Dans la boucle interne, la source de courant maintient un courant constant, quelle que soit la résistance dans la boucle (dans les limites pratiques). Étant donné que le voltmètre est connecté à l'inconnue par ses propres fils, il mesure uniquement la tension de l'inconnue. Le voltmètre dispose lui-même de résistances parasites. Cependant, étant donné que la résistance en entrée du voltmètre est élevée, l'impact de ces petites résistances en série sur la lecture n'est pas significatif. Cette méthode de mesure est utilisée lorsque l'impédance d'un circuit est très faible.

Il n'est pas possible de raisonnablement déterminer la résistance de contact de manière précise sans accéder aux parties internes de l'IUT. C'est la raison pour laquelle la résistance doit être mesurée à l'aide du montage d'essai illustré ci-dessous et évaluée par comparaison à une valeur de référence.

La Figure 6 montre la configuration de montage de mesure des commutateurs à connexion indirecte.

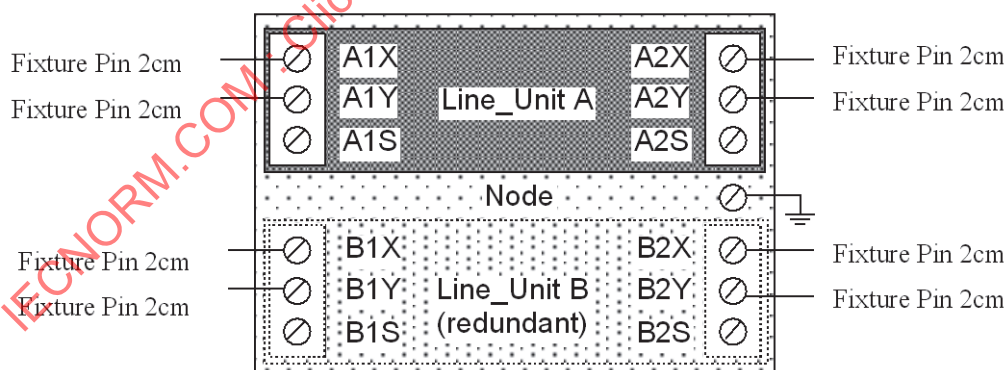


Légende

Anglais	Français
Fixture Pin 2cm	Broche de Montage – 2 cm
reserved	réservé

Figure 6 – Montage 1 des mesures de commutateurs à connexion indirecte

La Figure 7 montre la configuration de montage de mesure des commutateurs à connexion directe.



Légende

Anglais	Français
Fixture Pin 2cm	Broche de Montage – 2 cm
Node	Nœud
(redundant)	(redondante)

Figure 7 – Montage 1 des mesures de commutateurs à connexion directe

Valeurs entre les broches (Tableau 25 – Mesure broche à broche du WTB):

Tableau 25 – Mesure broche à broche du WTB

Points de mesure	Valeur prévue Ω
A1_pin_1 et A2_pin_1	Max 0,07
A1_pin_2 et A2_pin_2	Max 0,07
B1_pin_1 et B2_pin_1	Max 0,07
B1_pin_2 et B2_pin_2	Max 0,07

5.1.5.1.6 Emetteur-récepteur

Fait référence à l'exigence de 4.6 de la CEI 61375-2-1.

Sauf indication contraire, les conditions de mesure par défaut suivantes s'appliquent:

- les caractéristiques d'un émetteur-récepteur sont mesurées aux points X et Y, où les sections de câble sont reliées au nœud;
- toutes les tensions sont mesurées comme différence de tension entre X et Y, ($U_x - U_y$);
- lors de la mesure d'un émetteur, le circuit du récepteur est en état de réception normal. En mesurant un récepteur, le circuit de l'émetteur est en état d'impédance élevée;
- toutes les valeurs des résistances sont exprimées à $\pm 1\%$ et toutes les valeurs des condensateurs sont exprimées à $\pm 10\%$.

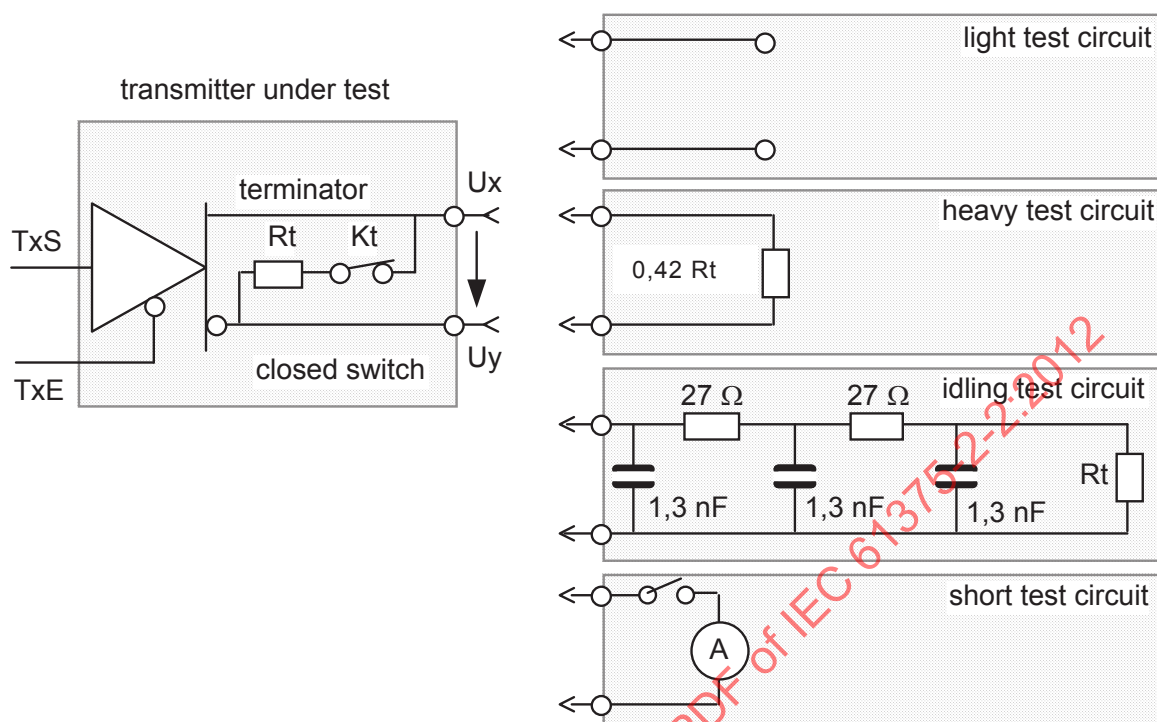
5.1.5.1.6.1 Émetteur

5.1.5.1.6.1.1 Circuit d'essai pour l'émetteur

Quatre circuits d'essai sont précisés pour simuler la charge d'un émetteur relié à un câble et à des nœuds:

- le circuit d'essai faible simule une ligne ouverte (comme pour un nœud en montage d'extrémité). La valeur de la charge résistive totale est égale à celle de la terminaison;
- le circuit d'essai fort simule un bus entièrement chargé. La valeur de la charge résistive totale est égale à 0,42 de celle de la terminaison;
- le circuit d'essai à vide simule un câble d'une longueur de 860,0 m sans charge résistive. La valeur de chaque condensateur est de $1,3 \text{ nF} \pm 10\%$, celle de chaque résistance étant de $27,0 \Omega \pm 1\%$;
- le circuit d'essai de court-circuit simule une défaillance de la ligne. Il ne comprend qu'un circuit de mesure de courant.

Ces circuits sont présentés à la Figure 8.



Légende

Anglais	Français
light test circuit	circuit d'essai faible
transmitter under test	émetteur en essai
terminator	terminaison
heavy test circuit	circuit d'essai fort
closed switch	commutateur fermé
idling test circuit	circuit d'essai à vide
short test circuit	circuit d'essai de court-circuit

Figure 8 – Montages de l'émetteur

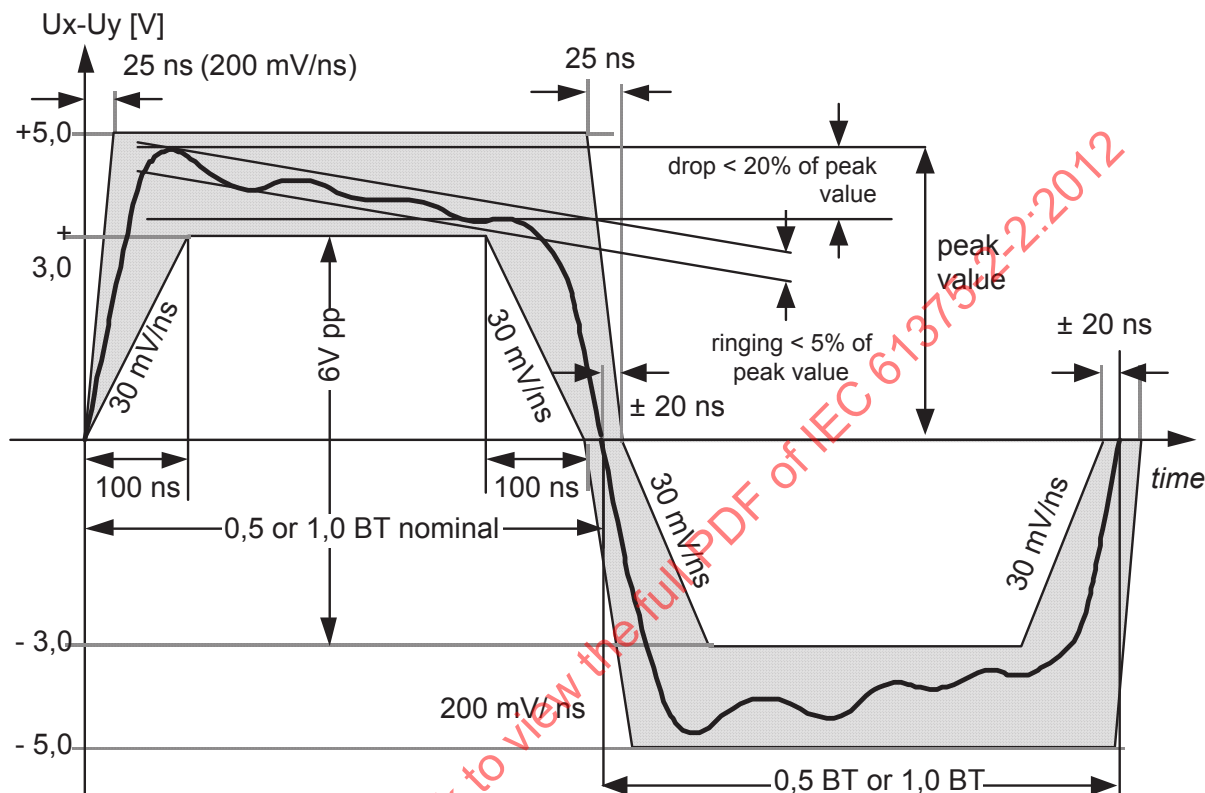
- e) les mesures sont prises avec le nœud en montage d'extrémité (Kb ouvert, Kt fermé);
- f) la terminaison de l'unité de ligne est prise en compte dans la spécification du circuit d'essai.

5.1.5.1.6.1.2 Signal de sortie de l'émetteur

Lorsque l'émetteur est relié au circuit d'essai fort ou faible, définis en 5.1.5.1.6.1.1, il doit se conformer aux spécifications suivantes, selon la Figure 9:

- a) le signal de sortie doit être positif, puis négatif en alternance;
- b) l'amplitude du signal de sortie doit être d'au moins $\pm 3,0$ V sur le circuit d'essai fort et de $\pm 7,0$ V au maximum sur le circuit d'essai faible;
- c) l'amplitude de crête est définie comme l'amplitude maximale du signal de sortie. L'amplitude du signal ne doit pas diminuer de plus de 20 % par rapport à cette valeur maximale jusqu'à $0,100 \mu s$ avant la prochaine transition zéro attendue. Pendant ce temps, les oscillations de l'amplitude par rapport à la chute de tension moyenne ne doivent pas dépasser 5 % de la valeur maximale;

- d) la vitesse de variation du signal de sortie doit être inférieure à 0,20 V/ns à tout moment, et supérieure à 0,03 V/ns dans les 100,0 ns du passage par zéro;
- e) le dépassement du signal de sortie, défini comme le rapport entre l'amplitude maximale et l'amplitude stationnaire, ne doit pas dépasser 10 % de son amplitude stationnaire;
- f) la distorsion frontale du signal de sortie, définie comme la différence de temps entre le passage par zéro théorique et le passage par zéro réel, ne doit pas dépasser ± 2 % d'un temps bit.



Légende

Anglais	Français
drop < 20% of peak value	chute < 20 % de la valeur maximale
peak value	valeur maximale
ringing < 5% of peak value	oscillation < 5 % de la valeur maximale
time	temps
or	ou

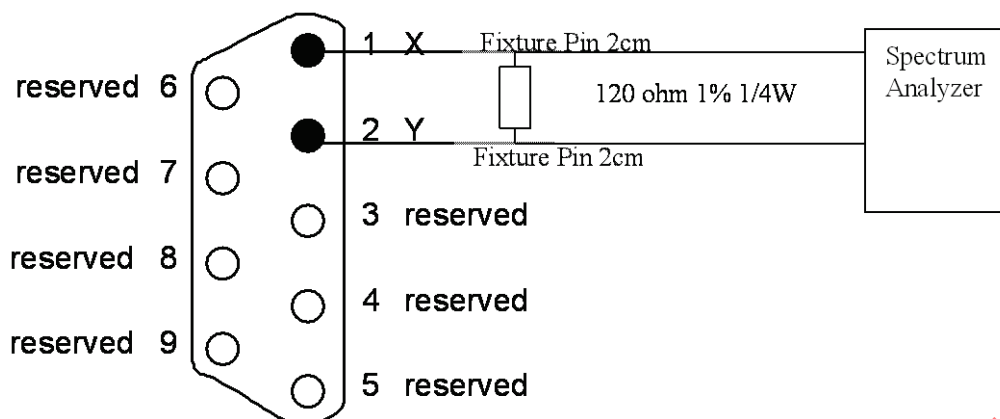
Figure 9 – Signal de sortie de l'émetteur

5.1.5.1.6.1.3 Bruit de l'émetteur

Les mesures doivent être réalisées:

- a) en montage intermédiaire; ou
- b) en montage d'extrémité.

La Figure 10 montre la configuration de montage d'essai du bruit transmis du nœud intermédiaire.



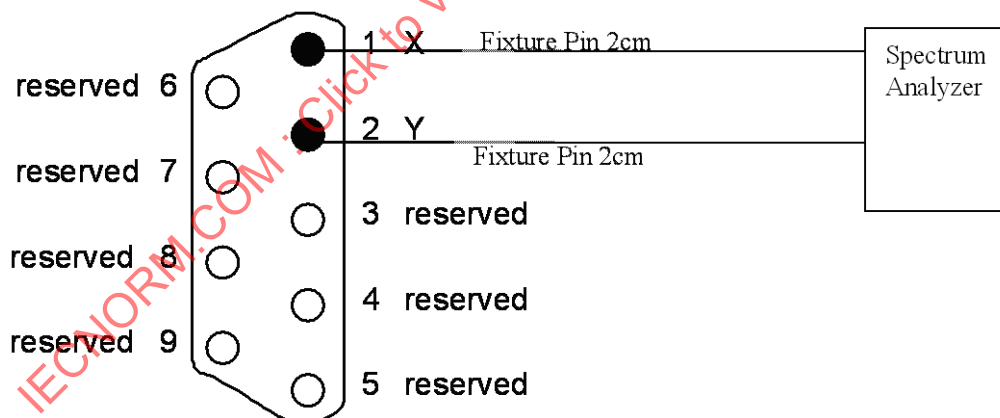
Légende

Anglais	Français
Fixture Pin	Broche de Montage
reserved	réservé
Spectrum Analyzer	Analyseur de Spectre

Figure 10 – Montage d'essai du bruit transmis du nœud intermédiaire

Le montage d'essai du nœud intermédiaire doit être appliqué, et tout bruit généré par un émetteur qui n'est pas en train d'émettre ne doit pas dépasser une valeur de 5 mV eff sur la plage de fréquences comprise entre 1,0 kHz et 4,0 BR.

La Figure 11 montre la configuration de montage d'essai du bruit transmis du nœud d'extrémité.



Légende

Anglais	Français
Fixture Pin	Broche de Montage
reserved	réservé
Spectrum Analyzer	Analyseur de Spectre

Figure 11 – Montage d'essai du bruit transmis du nœud d'extrémité

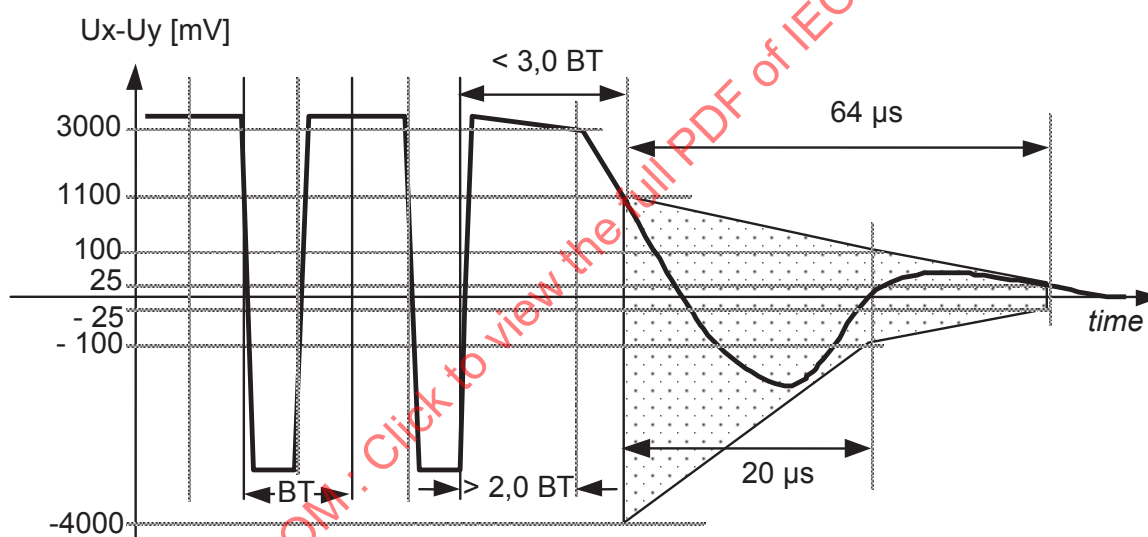
5.1.5.1.6.1.4 Fin de trame de l'émetteur

La fin de trame générée par l'émetteur doit être soumise à essai dans les conditions suivantes:

- l'émetteur émet la trame la plus longue possible;
- les bits de Frame_Data sont une séquence pseudo aléatoire de symboles '1' et '0';
- la trame est fermée par le symbole End_Delimiter;
- l'émetteur commande le circuit d'essai à vide;
- l'amplitude différentielle moyenne est supérieure à 4,5 V avant la mise hors tension de l'émetteur.

Dans ces conditions, le signal de sortie doit rester dans les limites suivantes, tel qu'illustré à la Figure 12:

- 100,0 ns après la dernière transition négative à positive et pendant $2,0 \text{ BT} \pm 100 \text{ ns}$, le signal de sortie doit rester au-dessus de 0,300 V;
- au plus tard 3,0 BT après la dernière transition négative à positive, le signal de sortie doit chuter en dessous de 1,100 V;
- au plus tard 20,0 μs après que le signal de sortie ait atteint 1,100 V pour la première fois, l'amplitude du signal de sortie ne doit pas dépasser 0,100 V;
- au plus tard 64 μs après que le signal de sortie ait atteint 1,100 V pour la première fois, l'amplitude du signal de sortie ne doit pas dépasser 0,025 V.



Légende

Anglais	Français
time	temps

Figure 12 – Signal et retour à vide de l'émetteur

5.1.5.1.6.1.5 Tolérance aux défaillances de l'émetteur

Un émetteur doit tolérer l'application du circuit d'essai de court-circuit au point de connexion tant que la stabilité thermique n'est pas atteinte.

Un émetteur doit reprendre un fonctionnement normal après suppression du circuit d'essai de court-circuit.

Conditions

- Émetteur activé;
- Émetteur désactivé.

Instruments

- c) Oscilloscope à largeur de bande de 100 MHz;
- d) Sonde de courant à largeur de bande de 20 MHz;
- e) Charge de courant de court-circuit par résistances 7 RF du type spécifié dans le Tableau 26:

Tableau 26 – Paramètres de tolérance aux défaillances

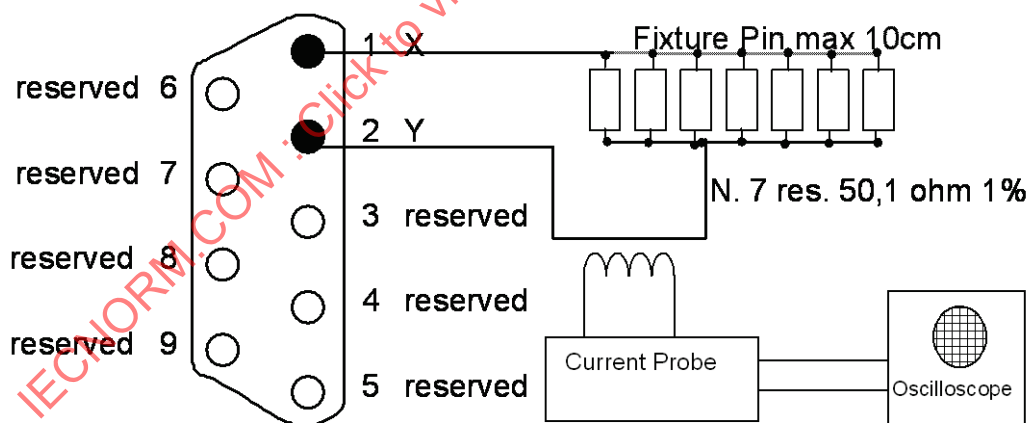
Résistance	Puissance (W)	Fréquence	Capacitance
50,1 Ω	20	DC – 2MHz	0,75 pF

La Figure 13 montre un exemple d'une résistance RF.



Figure 13 – Exemple de résistance RF

La Figure 14 montre la configuration du montage d'essai de court-circuit



Légende

Anglais	Français
Fixture Pin	Broche de Montage
reserved	réservé
Current Probe	sonde de courant
Oscilloscope	Oscilloscope

Figure 14 – Montage 1 d'essai de court-circuit

Passer en condition a) (émetteur activé).

Application du montage 1 pendant 1 (une) h, le courant efficace maximal mesuré par la sonde de courant ne doit pas dépasser $1 \text{ A} \pm 10 \%$.

Lors du retrait du montage, l'émetteur doit reprendre son état opérationnel précédent.

Passer en condition b) (émetteur désactivé).

Application du montage 1 pendant 1 (une) h, le courant efficace maximal mesuré par la sonde de courant ne doit pas dépasser $1 \text{ A} \pm 10 \%$.

Lors du retrait du montage, l'émetteur doit reprendre son état opérationnel précédent.

5.1.5.1.6.1.6 Dispositif anti-bredouillage de l'émetteur

Cette fonctionnalité spécifiée en 4.6.2.6 de la CEI 61375-2-1 est impossible à vérifier, car il convient de générer une condition d'erreur à l'intérieur du logiciel IUT TCN ou du matériel.

Cette fonctionnalité ne doit être déclarée que dans les PICS si elle est mise en œuvre ou non.

5.1.5.1.6.2 Spécifications du récepteur

Fait référence aux exigences d'essai de 4.6.3.3, 4.6.3.4, 4.6.3.5 et 4.6.3.6 de la CEI 61375-2-1. Le récepteur doit satisfaire aux spécifications suivantes, tel qu'illustré aux Figures 15 et 16.

Les caractéristiques d'un récepteur sont soumises à essai en appliquant une séquence de trames dont le champ de données contient 1024 bits de données aléatoires, transmises par un programme de modification de la forme d'onde. Ledit programme doit être en mesure

- a) d'échantillonner le bit entrant et de renvoyer un bit sortant dont l'amplitude a changé, comme demandé par l'essai;
- b) d'échantillonner le bit entrant et de renvoyer un bit sortant dont le temps de montée a changé, comme demandé par l'essai;
- c) d'échantillonner le bit entrant et de renvoyer un bit sortant dont le temps de descente a changé, comme demandé par l'essai;
- d) d'échantillonner le bit entrant et de renvoyer un bit sortant avec la gigue, comme demandé par l'essai.

L'essai doit être réalisé avec le montage de configuration 1.

L'essai doit être réalisé avec le montage de configuration 2.

Le programme de modification de la forme d'onde doit être défini avec

- 1) le signal restant au-dessus de 0,300 V pendant une période qui commence 100,0 ns après le passage par zéro précédent et qui dure au moins (0,5 BT – 350,0 ns), respectivement (1,0 BT – 0,350 μs);
- 2) son amplitude de crête de 5,00 V;
- 3) une gigue inférieure à 0,05 BT.

L'équipement d'essai (TE) doit être un nœud capable d'agir comme un maître fort.

L'équipement d'essai doit inaugurer l'IUT.

L'équipement d'essai doit interroger chaque période de base de l'IUT, en insérant la Presence_Frame correcte toutes les 3 périodes de base.

L'IUT doit répondre à chaque interrogation et maintenir l'inauguration du réseau.

Le programme de modification de la forme d'onde doit être défini avec

- 4) le signal restant au-dessus de 0,300 V pendant une période qui commence 100,0 ns après le passage par zéro précédent et qui dure au moins (0,5 BT – 350,0 ns), respectivement (1,0 BT – 0,350 μ s);
- 5) son amplitude de crête de 0,330 V;
- 6) une gigue inférieure à 0,05 BT.

L'IUT doit répondre à chaque interrogation et maintenir l'inauguration du réseau.

Le programme de modification de la forme d'onde doit être défini avec

- 7) le signal restant au-dessus de 0,300 V pendant une période qui commence 100,0 ns après le passage par zéro précédent et qui dure au moins (0,5 BT – 350,0 ns), respectivement (1,0 BT – 0,350 μ s);
- 8) son amplitude de crête de 5,00 V;
- 9) une gigue supérieure à 0,08 BT et inférieure à 0,1 BT.

L'IUT doit répondre à chaque interrogation et maintenir l'inauguration du réseau.

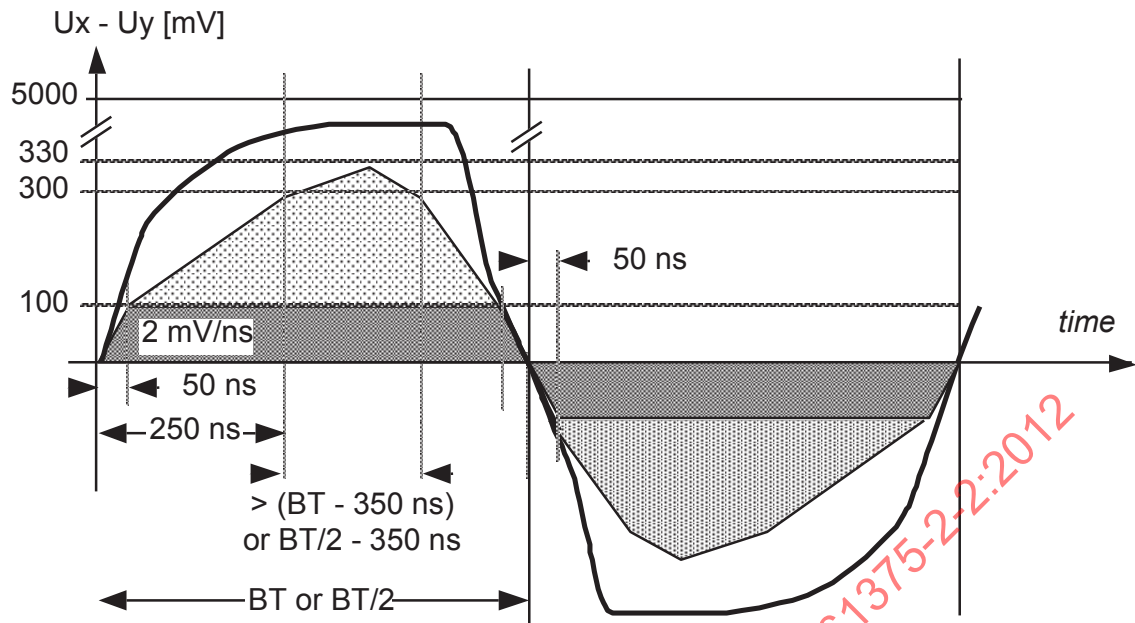
Le programme de modification de la forme d'onde doit être défini avec

- 10) le signal restant au-dessus de 0,300 V pendant une période qui commence 100,0 ns après le passage par zéro précédent et qui dure au moins (0,5 BT – 350,0 ns), respectivement (1,0 BT – 0,350 μ s);
- 11) son amplitude de crête de 0,330 V;
- 12) supérieure à 0,08 BT et inférieure à 0,1 BT.

Le programme de modification de la forme d'onde doit être défini avec

- 13) le signal restant au-dessus de 0,050 V et la pente du signal d'essai dépassant 2,0 mV/ns pendant une période qui commence 100,0 ns après le zéro précédent;
- 14) son amplitude de crête de 0,330 V;
- 15) une gigue inférieure à 0,05 BT.

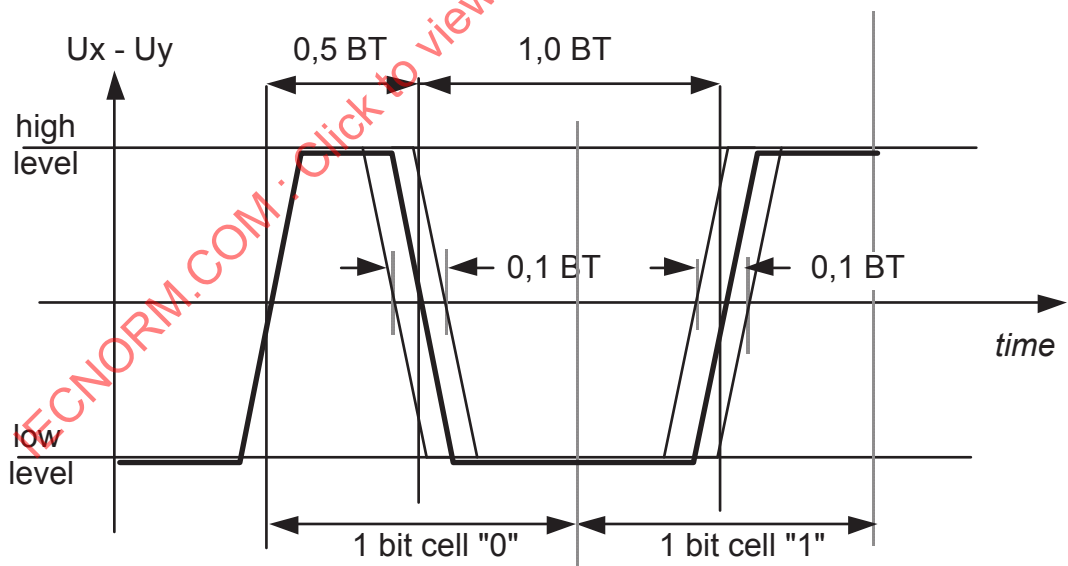
L'IUT ne doit pas répondre à chaque interrogation et ne pas maintenir l'inauguration.



Légende

Anglais	Français
time	temps
or	ou

Figure 15 – Enveloppe du signal du récepteur



Légende

Anglais	Français
high level	niveau haut
time	temps
low level	niveau bas
bit cell	cellule de bit

Figure 16 – Distorsion frontale du récepteur

5.1.5.1.6.3 Réjection du bruit du récepteur

Les caractéristiques d'un récepteur sont soumises à essai en appliquant une séquence de trames dont le champ de données contient 1024 bits de données aléatoires, transmises par un programme de modification de la forme d'onde. Ledit programme doit être en mesure

- a) d'échantillonner le bit entrant et de renvoyer un bit sortant dont l'amplitude a changé, comme demandé par l'essai;
- b) d'échantillonner le bit entrant et de renvoyer un bit sortant dont le temps de montée a changé, comme demandé par l'essai;
- c) d'échantillonner le bit entrant et de renvoyer un bit sortant dont le temps de descente a changé, comme demandé par l'essai;
- d) d'échantillonner le bit entrant et de renvoyer un bit sortant avec la gigue, comme demandé par l'essai.

L'essai doit être réalisé avec le montage de configuration 1.

L'essai doit être réalisé avec le montage de configuration 2.

Le programme de modification de la forme d'onde doit être défini avec

- 1) le signal restant au-dessus de 0,300 V pendant une période qui commence 100,0 ns après le passage par zéro précédent et qui dure au moins (0,5 BT – 350,0 ns), respectivement (1,0 BT – 0,350 µs);
- 2) son amplitude de crête de 5,00 V;
- 3) une gigue inférieure à 0,05 BT.

L'équipement d'essai (TE) doit être un nœud capable d'agir comme un maître fort.

L'équipement d'essai doit inaugurer l'IUT.

L'équipement d'essai doit interroger l'IUT à chaque période de base, en insérant la Presence_Frame correcte toutes les 3 périodes de base.

L'IUT doit répondre à chaque interrogation et maintenir l'inauguration du réseau.

Définir un signal sinusoïdal en mode commun avec une amplitude de 4,000 V_{eff} appliqué entre le boîtier et les deux fils de données et répéter l'essai suivant pour 10 valeurs, comme dans le Tableau 27 ci-dessous:

Tableau 27 – Signal sinusoïdal de fréquence

Fréquence Hz
65
1000
10 000
100 000
1 000 000
1 500 000

Le programme de modification de la forme d'onde doit être défini avec

- 4) le signal restant au-dessus de 0,300 V pendant une période qui commence 100,0 ns après le passage par zéro précédant et qui dure au moins (0,5 BT – 350,0 ns), respectivement (1,0 BT – 0,350 µs);
- 5) son amplitude de crête de 0,700 V;
- 6) une gigue supérieure à 0,08 BT et inférieure à 0,1 BT.

L'IUT doit répondre à chaque interrogation et maintenir l'inauguration du réseau pendant 1 (une) h.

Définir un bruit gaussien quasi blanc additif (appliqué entre X et Y) réparti sur une bande passante de 1,0 kHz à 4,0 MHz, à une amplitude de 0,140 Veff.

L'IUT doit répondre à chaque interrogation et maintenir l'inauguration du réseau pendant 1 (une) h.

5.1.6 Interface de la couche de liaison

5.1.6.1 Description générale

La couche de liaison du WTB est une machine d'état complexe, dont les essais des fonctions impliquent de nombreux cas d'essai pour vérifier tous les états internes et transitions d'état. La présente partie de la CEI 61375 recommande de s'appuyer sur une approche fonctionnelle (boîte noire) pour soumettre à essai la conformité de la pile TCN, cette recommandation étant suivie de l'approche d'essai décrite ci-après.

5.1.6.2 IUT du WTB

Un dispositif WTB doit contenir le RTP avec des services de messagerie et le TNM avec la fonction d'agent. Un dispositif WTB doit également inclure un Serveur de Cartographie conformément au CODE UIC 556, qui calcule la topographie WTB en fonction des informations échangées pendant les états TEACHING MASTER (5.5.4.8.7 de la CEI 61375-2-1) et LEARNING_SLAVE (5.5.4.9.3 de la CEI 61375-2-1).

Le dispositif WTB le plus simple doit être composé des quatre modules de communication suivants:

- a) WTB-LLC. Contrôle de la Couche de Liaison WTB.
- b) RTP. Protocole en Temps Réel
- c) TNM (Agent). Agent de Gestion de Réseau TCN.
- d) SM. Serveur de Cartographie

L'IUT du WTB est modélisée sous la forme d'une boîte noire.

Pour les besoins de l'essai, l'IUT du WTB doit exposer deux interfaces externes uniquement:

- e) les connecteurs du support WTB tel que spécifié au 4.3 de la CEI 61375-2-1.
- f) l'interface de contrôle de l'alimentation permettant de contrôler la mise sous tension et hors tension.

Les connecteurs du support sont obligatoires pour soumettre le protocole à essai.

L'interface de contrôle de l'alimentation est obligatoire pendant l'exécution de l'essai pour allumer et éteindre l'IUT du WTB.

Le client doit fournir cette interface externe conformément à la définition du banc d'essai.

Le client doit déclarer, dans les PICS appropriées, la durée maximale requise pour l'allumage et l'extinction de l'IUT du WTB.

5.1.6.3 Modes opératoires nécessaires à la configuration du dispositif WTB

La CEI 61375-2-1 ne précise pas la couche d'application. Cependant, pour une condition préalable définie des cas d'essai spécifiés, il est nécessaire de procéder à une initialisation correcte du dispositif WTB. Conformément au CODE UIC 556, l'initialisation peut faire partie

du Serveur de Cartographie. Les paramètres de configuration doivent être fournis dans une base de données de configuration.

Condition préalable: la configuration WTB-LL et la force du nœud initial doivent être indiquées au dispositif WTB avant l'inauguration du TCN.

Justificatif: la configuration WTB-LL et la force de son nœud initial ne peuvent pas être indiquées par l'agent TNM, étant donné que le TNM a besoin de toutes les fonctions du RTP, ce dernier demandant le fonctionnement normal du WTB-LL (voir 5.6.4.2.2 de la CEI 61375-2-1).

Modes opératoires:

Les modes opératoires requis pour configurer le dispositif WTB répertoriés en 5.6.4.6 et 5.6.4.7 de la CEI 61375-2-1 sont les suivants:

- Is_t_Configure. Ce mode opératoire permet de définir le paramètre **de configuration WTB-LL** de base;
- Is_t_SetSlave, Is_t_SetWeak, Is_t_SetStrong. Ces modes opératoires permettent de définir la **force du nœud initial**.

Les données requises pour configurer l'IUT doivent être transmises par l'intermédiaire de la base de données de configuration pour le fonctionnement normal.

Le mode opératoire Is_t_report défini en 5.6.4.3 de la CEI 61375-2-1 doit être souscrit par le Serveur de Cartographie afin de réagir aux événements WTB-LL. Voir 5.6.4.6.4 de la CEI 61375-2-1 Type_Configuration utilisé par le mode opératoire Is_t_Configure.

5.1.6.4 Banc d'essai du WTB

Le banc d'essai est composé d'un ensemble des dispositifs ci-dessous:

- Ordinateur hôte N.1
- Commutateur relais N.1, contrôlé par l'accès au dispositif MVB de classe 1, par exemple
- Passerelle de référence du WTB/réseau de rame N.2 nommée dispositifs de couplage pour essai
- Dispositif MVB N.1 avec capacité d'administration du bus, si le MVB est utilisé
- Dispositifs de référence du WTB N.30

5.1.6.5 Ordinateur hôte

L'ordinateur hôte peut être un PC standard équipé d'un système d'exploitation à large diffusion et une interface homme/machine. L'ordinateur hôte doit être capable de télécharger le rapport d'essai sur un support approprié. Un dispositif de réseau de rame, un MVB, par exemple, doit être intégré afin de permettre au banc d'essai de communiquer avec tous les dispositifs WTB par l'intermédiaire des dispositifs de couplage pour essai. Le protocole RTP et les services TNM doivent être utilisés pour envoyer des impulsions afin d'obtenir des résultats.

5.1.6.6 Commutateur relais

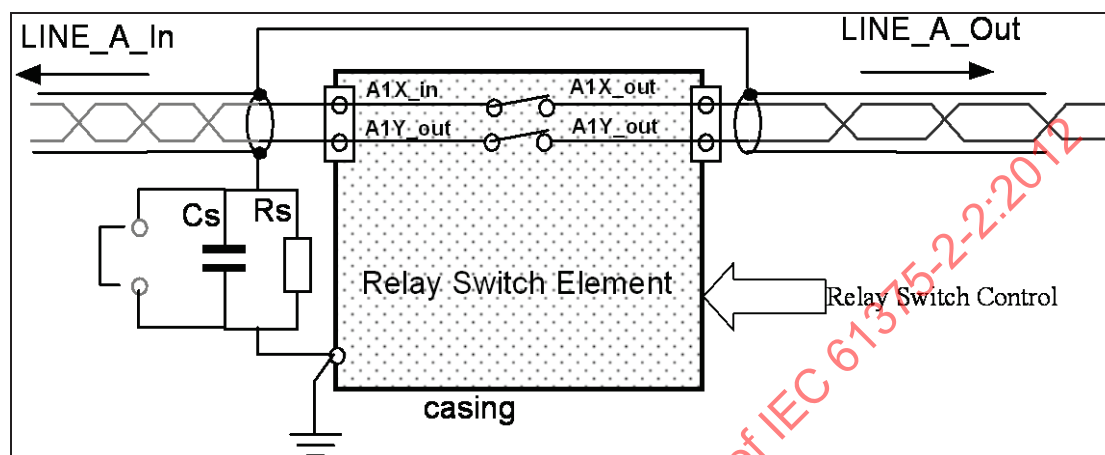
Le commutateur relais peut être installé avec un dispositif MVB de classe 1.

Il existe deux types définis de relais:

- a) Les relais WTB N.8 permettent de commuter les lignes de communication WTB. Ils sont utilisés pour simuler le couplage et le découplage des nœuds WTB et pour les essais de

redondance. Chaque relais doit être doté de deux signaux de contact pour une seule ligne WTB. La spécification du relais doit être conforme à celle spécifiée en 4.5.3. de la CEI 61375-2-1, la Figure 17 ci-dessous présentant un exemple de diagramme logique d'un seul commutateur.

- b) Le relais N.9 permettant de contrôler les interfaces d'alimentation des dispositifs de référence WTB et l'IUT. L'utilisation des commutateurs d'alimentation est précisée dans la définition de la suite d'essais. Les relais doivent être utilisés pour commander l'allumage et l'extinction de l'IUT. La résistance de contact doit être appropriée à l'IUT.



Légende

Anglais	Français
Relay Switch Element	Élément du Commutateur Relais
Relay Switch Control	Dispositif de Commande du Commutateur Relais
casing	boîtier

Figure 17 – Exemple de diagramme logique de commutateur relais pour la ligne A

5.1.6.7 Administrateur de bus MVB

Si le dispositif de commande du Commutateur Relais du banc d'essai utilise un dispositif de commande MVB, il doit inclure un dispositif MVB offrant une capacité d'administration de bus afin d'exécuter le segment MVB. Il peut résider sur le dispositif MVB installé sur l'ordinateur hôte ou sur les dispositifs de couplage pour essai.

5.1.6.8 Dispositifs de référence

Le banc d'essai doit inclure 30 dispositifs WTB.

5.1.6.9 Dispositifs de couplage pour essai

Le banc d'essai doit comporter 2 dispositifs de référence WTB spéciaux, avec une passerelle pour le réseau de rame. L'ordinateur hôte est directement connecté aux dispositifs de couplage pour essai du réseau de rame, ainsi qu'aux 30 autres dispositifs WTB par l'intermédiaire du routage RTP. Les services TNM sont utilisés pour envoyer des impulsions et lire le résultat de tous les dispositifs WTB.

5.1.6.10 Collecteur de données WTB

Un collecteur de données WTB doit être utilisé pour réaliser certaines mesures des télégrammes WTB-LL sur le réseau WTB. Le collecteur de données fait partie intégrante du banc d'essai.

5.1.6.11 Configuration des dispositifs WTB

Les valeurs par défaut doivent être attribuées aux paramètres de configuration conformes à 5.6.4.6.4 de la CEI 61375-2-1, à l'exception de ceux figurant dans le Tableau 28 ci-dessous.

Tableau 28 – Configuration des dispositifs WTB

Paramètre	Valeur
node_frame_size	128
node_period	2 = 4 BP = 100 msec
sink_port_count	32

NOTE 1 node_frame_size et node_period sont des champs de la structure Type_NodeDescriptor définie en 5.6.4.6.3 de la CEI 61375-2-1.

NOTE 2 La valeur 32 a été attribuée à sink_port_count afin d'autoriser le plus grand nombre de dispositifs WTB à participer au réseau. 31 ports destinataires pour recevoir des données provenant des dispositifs WTB distants plus un port destinataire pour refléter le port source propriétaire.

La force du nœud initial doit être "faible".

5.1.6.12 Services de l'agent TNM

L'agent TNM défini dans l'Article 8 de la CEI 61375-2-1 doit être utilisé afin d'extraire les résultats des impulsions du banc d'essai.

L'IUT et les dispositifs de mise en œuvre de référence doivent mettre en œuvre ces services TNM tels que répertoriés dans le Tableau 29.

Tableau 29 – Services de l'agent TNM

SIF_code	Nom du service	Modes opératoires concernés
20	READ_WTB_STATUS	Is_t_GetStatus Is_t_GetStatistics
21	WRITE_WTB_CONTROL	Is_t_CancelSleep Is_t_SetSleep Is_t_Allow Is_t_Inhibit Is_t_Remove Is_t_Slave Is_t_Weak Is_t_Strong
22	READ_WTB_NODES	Is_t_GetWTBNodes
24	READ_TOPOGRAPHY	Is_t_GetTopography Is_t_GetInaug_data
25	WRITE_WTB_USER_REPORT	Is_t_ChgUserReport
32	READ_VARIABLES	
33	WRITE_FORCE_VARIABLES	

NOTE 1 Le code write_wtb_control est défini en tant que bitset16, mais il convient de n'appeler qu'un seul mode opératoire à la fois.

NOTE 2 read_variables et write_force_variables permettent d'accéder au Traffic Store WTB grâce au RTP et à l'interface LPI. Les limitations suivantes s'appliquent pour simplifier la mise en œuvre de l'essai: a) il convient de toujours attribuer la valeur 1 à bus_id afin d'adresser le Traffic Store WTB; b) il convient d'attribuer une adresse WTB valide 1..63 à port_address, la valeur 0 pouvant être utilisée pour le nœud lui-même afin d'adresser le port émetteur; c) les valeurs 15 et 63 sont respectivement attribuées à var_type et var_size afin de définir un tableau de 128 octets; d) la valeur 0 est attribuée à var_offset afin d'adresser le début du dataset; e) la valeur 65535 est attribuée à check_offset pour la variable de contrôle non définie.

5.1.6.13 Services du Serveur de Cartographie

Un Serveur de Cartographie tel que défini dans le CODE UIC 556 doit être utilisé afin d'extraire les résultats des impulsions envoyées du banc d'essai.

L'IUT et les dispositifs de mise en œuvre de référence doivent mettre en œuvre ces services du Serveur de Cartographie tels que répertoriés dans le Tableau 30.

Tableau 30– Services du Serveur de Cartographie

Code de commande	Service	Modes opératoires concernés
---	Initialisation de nœud	Is_t_Configure ^a
15.06 ^b	Demander la réalisation d'une inauguration UIC	Is_t_ChgNodeDesc
0.240 ^b	Définir/réinitialiser l'attribut "véhicule de tête"	Is_t_ChgNodeDesc Is_t_ChgInauguration_Data
^a Le Serveur de Cartographie doit prendre les paramètres de configuration dans une base de données spécifique au dispositif, également utilisée pour configurer le nœud pour le fonctionnement normal.		
^b Codes de commande des télégrammes, conformément au profil CODE UIC 556.		

5.1.6.14 Suites d'essais

Sur un réseau WTB, le nombre de dispositifs impliqués et leur position sur le réseau sont adaptés à plusieurs cas d'essai. Les positions du dispositif WTB sur le réseau WTB s'appellent P01 à P32.

L'orientation du WTB est définie en fonction du schéma ci-dessous:

- P01, P02, P07, P08 ont l'orientation 1-2;
- P03, P04, P05, P06 ont l'orientation 2-1;
- les nœuds P09 à P16 ont la même orientation de P01 à P08;
- les nœuds P17 à P32 ont la même orientation de P01 à P16;
- les lignes P01 direction 1 et P32 direction 2 ne sont pas connectées.

La Figure 18 montre la configuration d'orientation du WTB.

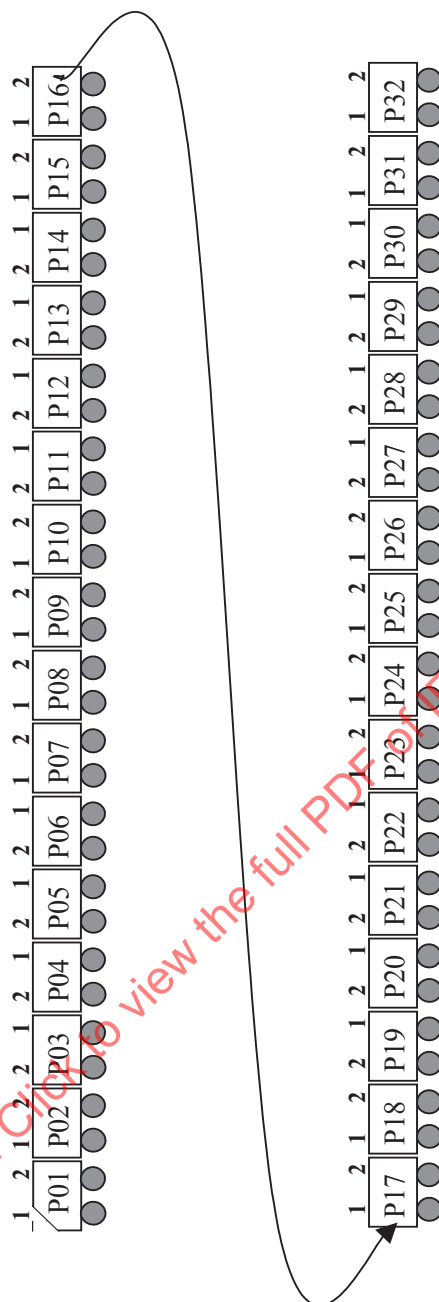


Figure 18 – Orientation du WTB

Le commutateur d'alimentation est associé à ces dispositifs WTB (Tableau 31):

Tableau 31 – Indicatif du commutateur d'alimentation

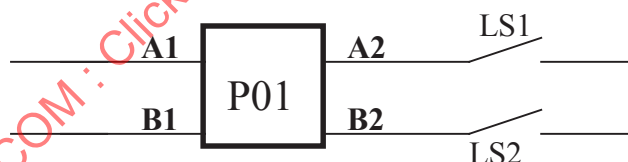
Indicatif du commutateur d'alimentation	Position du dispositif
PS1	P01
PS2	P02
PS3	P03..P08
PS4	P09
PS5	P10
PS6	P11
PS7	P12.. P30
PS8	P31
PS9	P32

L'affectation de commutation de ligne WTB se présente comme suit (Tableau 32):

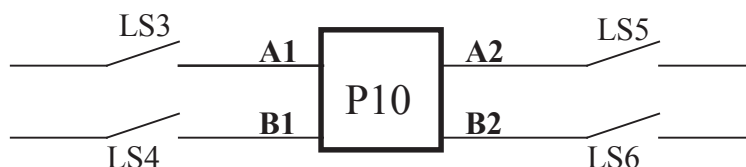
Tableau 32 – Indicatif de commutation de ligne

Indicatif de commutation de ligne	Position	Ligne WTB
LS1	P01	A2
LS2	P01	B2
LS3	P10	A1
LS4	P10	B1
LS5	P10	A2
LS6	P10	B2
LS7	P32	A1
LS8	P32	B1

La Figure 19 montre la configuration d'identification de la commutation de ligne en position P01.

**Figure 19 – Identification de la commutation de ligne en position P01**

La Figure 20 montre la configuration d'identification de la commutation de ligne en position P10.

**Figure 20 – Identification de la commutation de ligne en position P10**

La Figure 21 montre la configuration d'identification de la commutation de ligne en position P32.

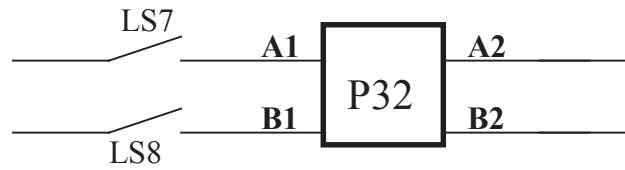


Figure 21 – Identification de la commutation de ligne en position P32

Le Tableau 33 ci-dessous présente toutes les suites d'essais:

Tableau 33 – Suites d'essais

Indicatif de suite d'essais	IUT	Probe_1	Probe_2
TTS1	P01	P02	P32
TTS2	P32	P01	P31
TTS3	P10	P09	P11

La position du collecteur de données WTB est établie dans les définitions des cas d'essai.

La Figure 22 montre la configuration de la suite d'essais de train 1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61375-2-2:2012

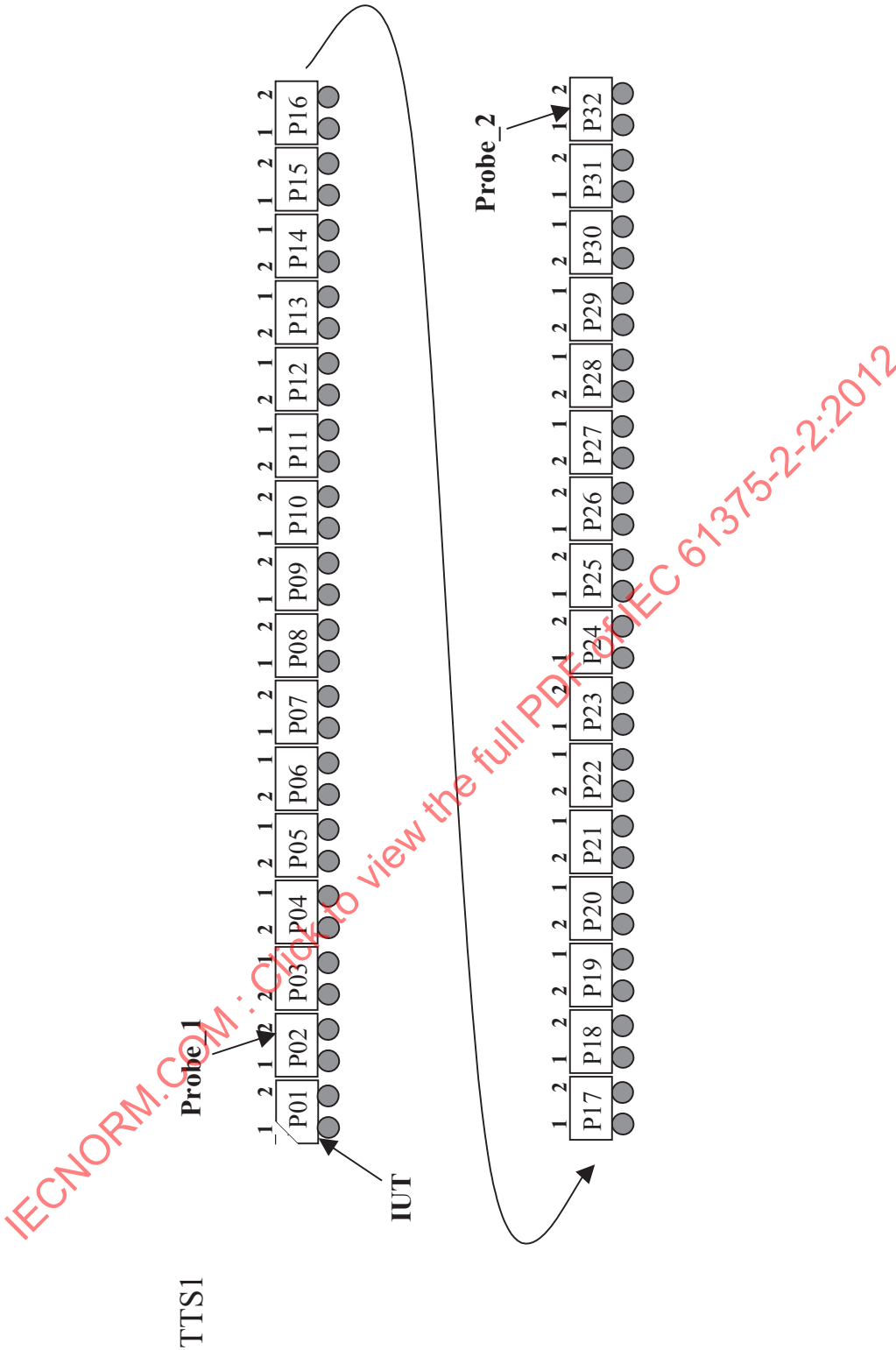


Figure 22 – Indicatif TTS1 de la suite d’essais

La Figure 23 montre la configuration de la suite d'essais de train 2.

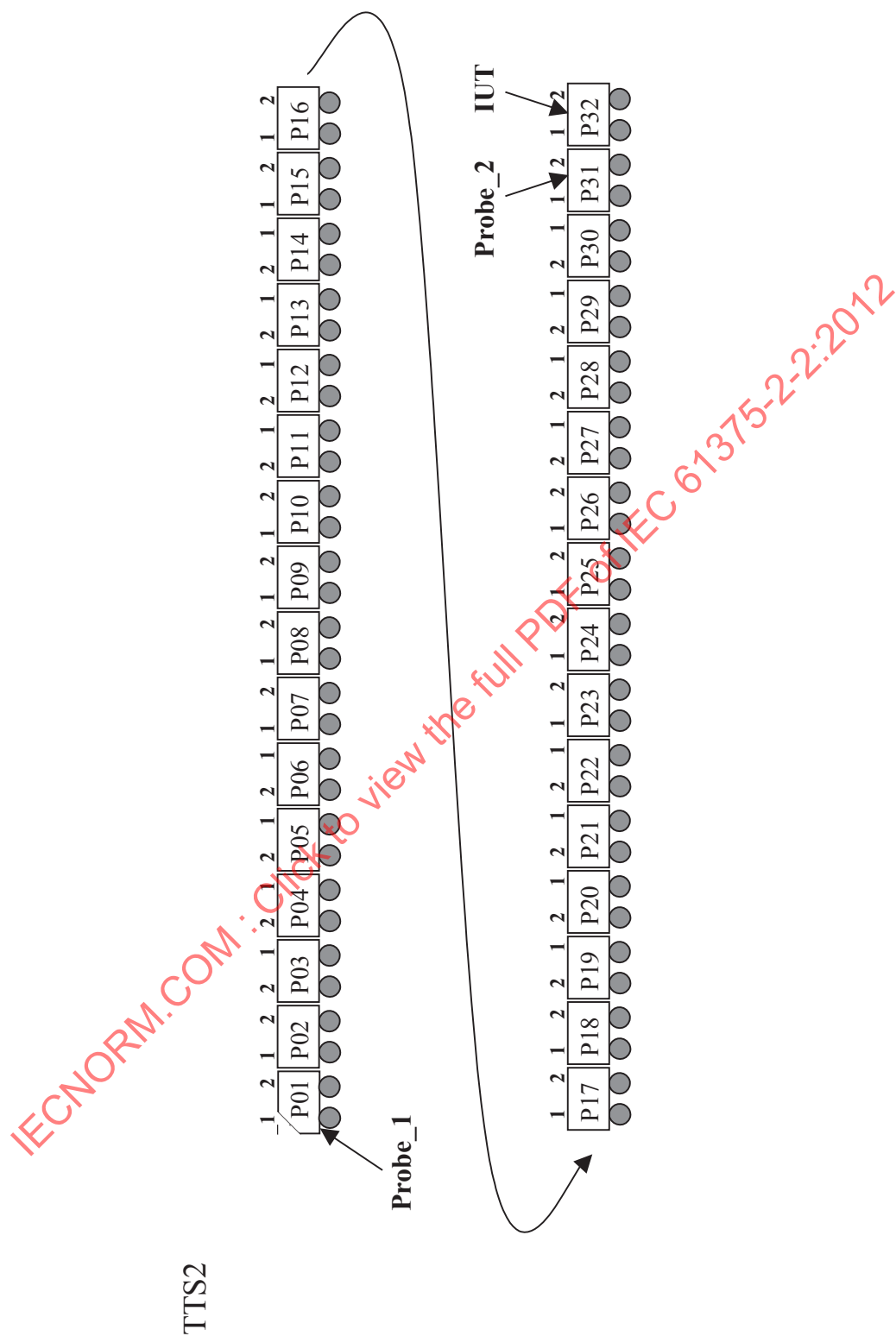


Figure 23 – Indicatif TTS2 de la suite d'essais

La Figure 24 montre la configuration de la suite d'essais de train 3.

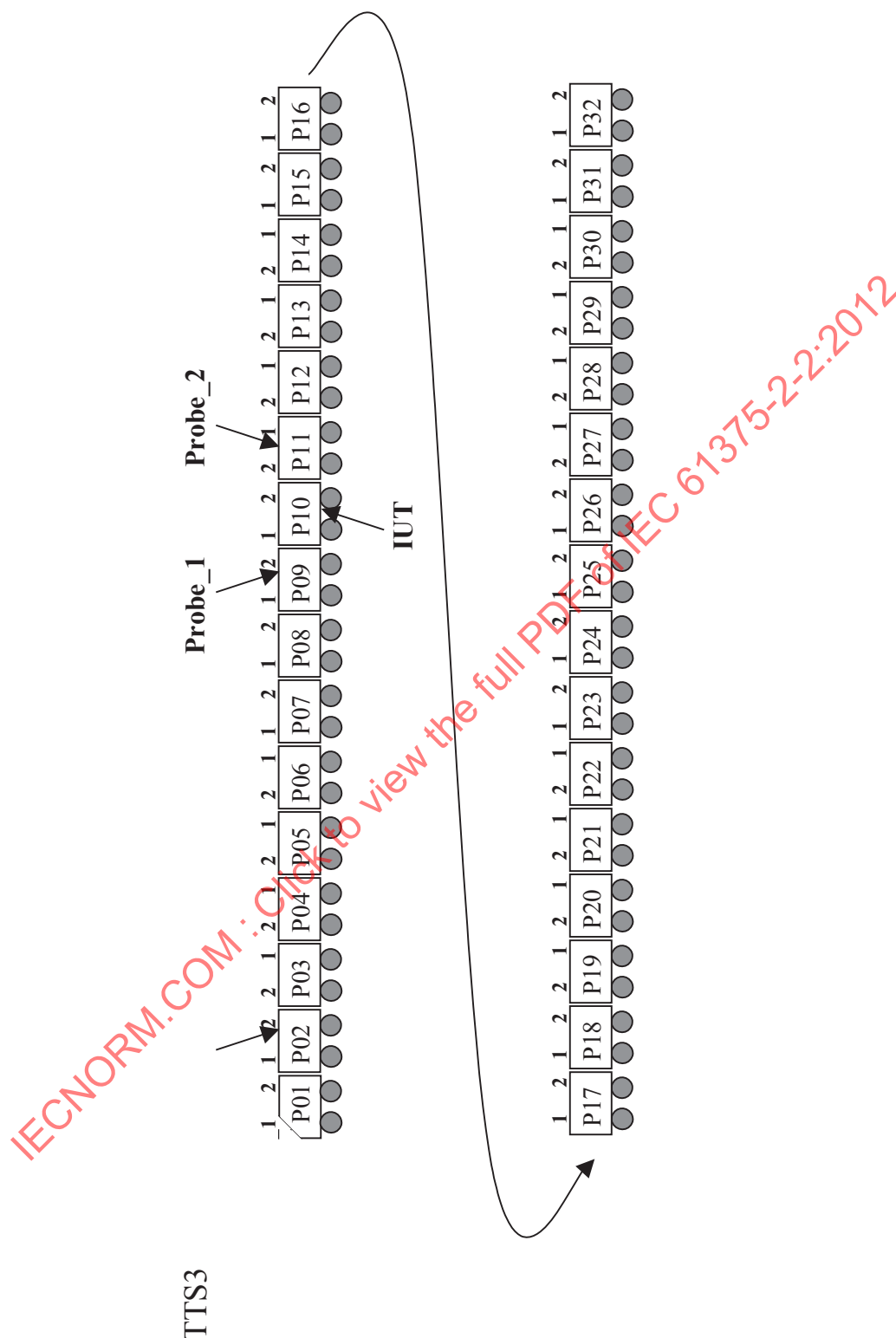


Figure 24 – Indicatif TTS3 de la suite d'essais

5.1.6.15 Positions de l'IUT

La position de l'IUT est adaptée aux différents cas d'essai. La position P01 est utilisée pour vérifier la position du paramètre d'extrémité pour une longueur de réseau maximale (32 nœuds). La position P32 est similaire à P01, mais la direction principale est différente. La

position P10 représente environ 1/3 de la position d'une longueur de réseau totale. Elle peut être utilisée pour différents cas d'essai.

5.1.7 Cas d'essai

Plusieurs cas d'essai sont spécifiés afin de vérifier le bon comportement de l'IUT dans différentes conditions. Pour chaque cas d'essai, la suite et le tableau contenant le mode opératoire et les résultats prévus sont spécifiés.

Certaines impulsions sont envoyées par le TNM avec les commandes suivantes:

- WRITE_WTB_CONTROL (pour appeler les modes opératoires LSI);
- WRITE_WTB_USER_REPORT (pour appeler les modes opératoires LSI);
- WRITE_FORCE_VARIABLES (pour écrire le dataset d'exportation pour le trafic de données de processus).

D'autres impulsions sont fournies par le commutateur relais afin de contrôler:

- la puissance de l'IUT et des dispositifs de référence;
- la commutation de ligne WTB pour simuler le couplage et la défaillance de ligne.

D'autres impulsions sont envoyées par le Serveur de Cartographie avec les télégrammes:

- Code de commande 15.06 (Demander la réalisation d'une inauguration UIC)
- Code de commande 0.240 (Définir/réinitialiser l'attribut "véhicule de tête")

NOTE Si le nœud ne met pas en œuvre le Serveur de Cartographie avec le profil UIC, il doit mettre en œuvre un serveur de cartographie doté de fonctionnalités équivalentes pour les commandes ci-dessus.

Les résultats sont extraits par le TNM avec les commandes suivantes:

- READ_WTB_STATUS (extraire l'état WTB-LL et les statistiques);
- READ_WTB_NODES (extraire le rapport de nœud et le rapport utilisateur de tous les nœuds);
- READ_TOPOGRAPHY (extraire les données de topographie et d'inauguration);
- READ_VARIABLES (extraire les datasets destinataires de tous les nœuds pour le trafic des données de processus).

La cadence d'intervalle entre les trames doit être mesurée pour chacun des cas d'essai spécifiés de 5.1.7.1 à 5.1.7.9 et de 5.1.7.11 à 5.1.7.14 de la présente norme. La valeur mesurée doit être conforme à 5.2.2.4 de la CEI 61375-2-1.

5.1.7.1 Force du nœud

Le Tableau 34 définit les étapes de vérification par essai de la force du nœud.

Configuration: TTS3

Tableau 34 – Séquence d'essai de la force du nœud

Étape	Action	Résultat prévu
1	Mise sous tension de P09, P10, P11, P32	• inauguration avec quatre nœuds • la position maître est aléatoire
2	TNM: Définir comme fort → P10	• éventuellement, nouvelle inauguration (si le maître n'était pas P10) • nouvelle topographie • P10 est le maître fort
3	TNM: Définir comme fort → P11	• deux réseaux distincts: P09, P10 et P11, P32. • le conflit entre maîtres est stable, aucune inauguration n'a donc lieu, deux segments WTB
4	TNM: Définir comme faible → P11	• couplage de deux compositions • P11, P32 perd, P10, P11 gagne • P10 est le maître fort, un seul segment WTB
5	TNM: Définir comme faible → P10	• nouvelle topographie • pas d'inauguration • P10 est le maître faible
6	TNM: Définir comme esclave → P10	• déclassement de P10 • la position maître est aléatoire
7	Mise hors tension de P09, P11, P32	• interruption du réseau • pas de trafic; utilisation du collecteur de données pour vérification • P10 ne procède pas à la détection
8	Mise sous tension de P11, P32	• inauguration de P10, P11, P32 • P10 est l'esclave
10	Is_t_Remove P10	• P10 est retiré du réseau. • inauguration avec P11, P32

5.1.7.2 Modification du rapport utilisateur

Le Tableau 35 définit les étapes de vérification par essai de la modification du rapport utilisateur.

Configuration: TTS3

Tableau 35 – Séquence d'essai de modification du rapport utilisateur

Étape	Action	Résultat prévu
1	Mise sous tension de P09, P10	• inauguration
2	TNM: Définir comme fort → P09	• P09 est le maître fort
3	TNM: Modifier le rapport utilisateur → P09	• utilisateur à maître
4	TNM: Modifier le rapport utilisateur → P10	• utilisateur à maître
5	TNM: Définir comme esclave → P09	• inauguration, P10 est le maître
6	TNM: Modifier le rapport utilisateur → P09	• utilisateur à maître
7	TNM: Modifier le rapport utilisateur → P10	• utilisateur à maître

5.1.7.3 Modification du descripteur de nœud

Le Tableau 36 définit les étapes de vérification par essai de la modification du descripteur de nœud.

Configuration: TTS3

Tableau 36 – Séquence d'essai de modification du descripteur de nœud

Étape	Action	Résultat prévu
1	Mise sous tension de P09, P10	• inauguration
2	TNM: Définir comme fort → P09	• P09 est le maître fort
3	MS: Demander inauguration ^a → P09	• nouvelle topographie
4	MS: Demander inauguration ^a → P10	• nouvelle topographie
5	TNM: Définir comme esclave → P09	• inauguration, P10 est le maître
6	MS: Demander inauguration ^a → P09	• nouvelle topographie
7	MS: Demander inauguration ^a → P10	• nouvelle topographie
^a Par exemple: le télégramme de Serveur de Cartographie n° 15.06 (Demander la réalisation d'une inauguration UIC) ou un télégramme équivalent.		

^aPar exemple: le télégramme de Serveur de Cartographie n° 15.06 (Demander la réalisation d'une inauguration UIC) ou un télégramme équivalent.

5.1.7.4 Modification des données d'inauguration

Le Tableau 37 définit les étapes de vérification par essai de la modification des données d'inauguration.

Configuration: TTS3

Tableau 37 – Séquence d'essai de modification des données d'inauguration

Étape	Action	Résultat prévu
1	Mise sous tension de P09, P10	• Inauguration
2	TNM: Définir comme fort → P09	• P09 est le maître fort
3	MS: Modifier les propriétés ^a → P09	• Nouvelle topographie
4	MS: Modifier les propriétés ^a → P10	• Nouvelle topographie
5	TNM: Définir comme esclave → P09	• P10 est le maître
6	MS: Modifier les propriétés ^a → P09	• Nouvelle topographie
7	MS: Modifier les propriétés ^a → P10	• Nouvelle topographie
^a Par exemple: le télégramme de Serveur de Cartographie n° 0.240 (Définir/réinitialiser l'attribut "véhicule de tête") ou un télégramme équivalent.		

^a Par exemple: le télégramme de Serveur de Cartographie n° 0.240 (Définir/réinitialiser l'attribut "véhicule de tête") ou un télégramme équivalent.

5.1.7.5 Allongement bloquant l'inauguration

Le Tableau 38 définit les étapes de vérification par essai de l'allongement bloquant l'inauguration.

Configuration: TTS3

Tableau 38 – Séquence d'essai de l'allongement bloquant l'inauguration

Étape	Action	Résultat prévu
-------	--------	----------------

Étape	Action	Résultat prévu
1	Mise sous tension de P09, P10, P11	• inauguration
2	TNM: Définir comme fort → P10	• P10 est le maître fort
3	TNM: Bloquer l'inauguration → P09	• réseau bloqué
4	Mise sous tension de P32	• pas d'inauguration
5	TNM: Bloquer l'inauguration → P11	• réseau bloqué
6	TNM: Autoriser l'inauguration → P09	• réseau bloqué
7	TNM: Bloquer l'inauguration → P10	• réseau bloqué
8	TNM: Autoriser l'inauguration → P11	• réseau bloqué
9	TNM: Autoriser l'inauguration → P10	• nouvelle inauguration

5.1.7.6 État de veille

Le Tableau 39 définit les étapes de vérification par essai de l'état de veille.

Configuration: TTS3

Tableau 39 – Séquence d'essai de l'état de veille

Étape	Action	Résultat prévu
1	Mise sous tension de P09, P10, P11, P32	• inauguration
2	TNM: Définir comme fort → P10	• P10 est le maître fort
3	TNM: Définir la veille → P09	• demande de mise en veille du nœud P09 reportée sur l'état WTB
4	TNM: Définir la veille → P10	• demande de mise en veille du nœud P10 reportée sur l'état WTB
5	TNM: Définir la veille → P11	• demande de mise en veille du nœud P11 reportée sur l'état WTB
6	TNM: Annuler la veille → P09	• demande de suppression de mise en veille du nœud P11 reportée sur l'état WTB
7	TNM: Définir la veille → P32	• demande de mise en veille du nœud P32 reportée sur l'état WTB
8	TNM: Définir la veille → P09	• tous les nœuds entrent à l'état de veille: pas de trafic WTB
9	Mise hors tension/sous tension de P09	• nouvelle inauguration

5.1.7.7 Insertion rapide

Le Tableau 40 définit les étapes de vérification par essai de l'insertion rapide.

Configuration: TTS3

Tableau 40 – Séquence d'essai de l'insertion rapide

Étape	Action	Résultat prévu
1	Mise sous tension de P09, P10, P11, P32	• inauguration
2	TNM: Définir comme fort → P10	• P10 est le maître fort
3	Mise hors tension de P11	• P11 ne communique pas • la topographie ne change pas
4	Mise sous tension de P11	• pas d'inauguration • nouvelle topographie due à la réintégration de P11
5	TNM: Définir comme esclave → P10	• nouvelle inauguration • P10 est l'esclave
6	Mise hors tension de P10	• P10 ne communique pas • la topographie ne change pas
7	Mise sous tension de P10	• pas d'inauguration • nouvelle topographie due à la réintégration de P10

5.1.7.8 Insertion tardive

Le Tableau 41 définit les étapes de vérification par essai de l'insertion tardive.

Configuration: TTS3

Tableau 41 – Séquence d'essai de l'insertion tardive

Étape	Action	Résultat prévu
1	Mise sous tension de P09, P10, P11, P32	• inauguration
2	TNM: Définir comme fort → P10	• P10 est le maître fort
3	Mise hors tension de P11	• P10 ne communique pas
4	Mise hors tension/sous tension de P09	• nouvelle inauguration due à la perte du nœud d'extrémité • réseau avec P09, P10, P32
5	TNM: Bloquer l'inauguration → P09	• inauguration bloquée
6	Mise sous tension de P11	• la topographie ne change pas
7	TNM: Autoriser l'inauguration → P09	• nouvelle inauguration avec P09, P10, P11, P32

5.1.7.9 Données de processus

Le Tableau 42 définit les étapes de vérification par essai des données de processus.

Configuration: TTS3

Tableau 42 – Séquence d'essai des données de processus

Étape	Action	Résultat prévu
1	Mise sous tension de P09, P10, P11, P32	• inauguration
2	TNM: Définir comme fort → P10	• P10 est le maître fort
3	Écrire le schéma des données de processus	• exporter et importer les données de processus
4	TNM: Supprimer → P11	• vérifier la supervision du contrôle de temps du nœud P11
5	Mise hors tension de tous les nœuds	
6	Mise sous tension de P09, P10, P11, P32	• inauguration
7	TNM: Définir comme fort → P11	• P11 est le maître fort
8	Écrire le schéma des données de processus	• exporter et importer les données de processus
9	TNM: Supprimer → P10	• vérifier la supervision du contrôle de temps du nœud P10

5.1.7.10 Période Individuelle

Le Tableau 43 définit les étapes de vérification par essai de la période individuelle 3.

Configuration: TTS3

Configurer tous les nœuds avec la période de nœud 3.

Tableau 43 – Séquence d'essai de période individuelle 3

Étape	Action	Résultat prévu
1	Mise sous tension de tous les nœuds	• inauguration
2	TNM: Définir comme fort → P10	• P10 est le maître fort • nouvelle topographie • vérifier les périodes de nœud de tous les nœuds à l'aide du collecteur de données, tous les nœuds comportent node_period = 3

Le Tableau 44 définit les étapes de vérification par essai de la période individuelle 2.