

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Railway applications – Rolling stock – Electrical connectors – Requirements
and test methods**

**Applications ferroviaires – Matériel roulant – Connecteurs électriques –
Exigences et méthodes d'essai**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
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.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables 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 online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC 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 l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC 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.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. 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 de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

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



**Railway applications – Rolling stock – Electrical connectors – Requirements
and test methods**

**Applications ferroviaires – Matériel roulant – Connecteurs électriques –
Exigences et méthodes d'essai**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 45.060

ISBN 978-2-8322-3207-1

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.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references.....	8
3 Terms and definitions	10
4 Technical information (electrical ratings)	17
5 Classification	17
5.1 General.....	17
5.2 Severity of service conditions on different rolling stock technologies	17
5.3 Intended use of rolling stock.....	17
5.4 Location of connector on board rolling stock	17
6 Requirements	20
6.1 General.....	20
6.2 Marking and identification.....	20
6.2.1 Identification	20
6.2.2 Marking	20
6.2.3 Marking of position for contacts.....	21
6.3 Provision against incorrect mating (non-intermateable)	21
6.4 Protection against electric shock	21
6.5 Provisions for earthing	21
6.6 Terminations and connection methods	21
6.7 Resistance to ageing.....	22
6.8 General design.....	22
6.8.1 Polarization.....	22
6.8.2 Fixing of live parts.....	23
6.8.3 Connection of conductors.....	23
6.9 Design of a free connector	23
6.10 Interlock.....	23
6.11 IP degree of protection	23
6.12 Dielectric strength	23
6.13 Mechanical and electrical durability	23
6.14 Cable strain relief.....	24
6.15 Mechanical strength	24
6.16 Vibration and shock.....	24
6.17 Insulation coordination	25
6.18 Temperature classes.....	25
6.19 Temperature rise.....	25
6.20 Protection against corrosion	25
6.21 Electromagnetic compatibility (EMC) requirements.....	26
6.22 Fire behaviour of materials and components	26
6.23 Resistance to chemically active substances and to contaminating fluids	26
6.24 Resistance to ozone.....	26
6.25 Resistance to UV	26
7 Tests.....	27
7.1 Overview.....	27

7.1.1	General	27
7.1.2	Preconditioning and preparation	27
7.1.3	Test conditions	27
7.2	Test schedule	29
7.3	Tests on raw materials	36
7.4	Visual examination	36
7.5	Durability of marking	37
7.6	Interlock.....	37
7.7	Protection against electric shock	37
7.8	Temperature rise.....	37
7.9	Mechanical operation	38
7.10	Vibration and shock.....	38
7.11	Measurement of clearances and creepage distances.....	39
7.12	Dielectric strength	39
7.13	Resistance between accessible metal parts and the protective earthing contact.....	39
7.14	Corrosion test	40
7.15	Ozone resistance (ISO 1431-1)	40
7.16	Resistance to UV (ISO 4892-2:2013)	40
7.17	Resistance to fluids (IEC 60512-19-3:1997)	40
Annex A (informative) Additional characteristics to be agreed by the manufacturer and the user		41
A.1	Additional information to be provided upon request of the user	41
A.1.1	General	41
A.1.2	Geometrical characteristics	41
A.1.3	Electrical characteristics	41
A.1.4	Environmental characteristics.....	42
A.1.5	Mechanical characteristics	42
A.2	Information for testing additional to that mentioned above	42
Annex B (normative) Severity of the service conditions in different rolling stock locations (mandatory)		43
Annex C (informative) Severity of the service conditions in different rolling stock locations (optional)		44
Bibliography		45
Figure 1 – Typical examples of connections		11
Figure 2 – Multipole connectors		12
Figure 3 – Typical connector locations on board rolling stock		18
Figure 4 – Test sample for temperature rise test.....		38
Table 1 – Example of typical connector locations on board rolling stock		19
Table 2 – Preferred number of operating cycles.....		24
Table 3 – Preferred test temperatures		25
Table 4 – Plan of specimens required for tests		27
Table 5 – Mechanical test group A		29
Table 6 – Service life test group B.....		30
Table 7 – Thermal test group C		30

Table 8 – Climatic test group D	31
Table 9 – Degree of protection test group E.....	33
Table 10 – Vibration and shock test group F.....	34
Table 11 – Resistance to fluids test group G.....	35
Table 12 – Shielding effectiveness test group H	36
Table 13 – Tests on raw materials.....	36
Table 14 – Test voltages.....	39
Table B.1 – Minimum severity of service conditions in different rolling stock locations	43
Table C.1 – Minimum severity of service conditions in different rolling stock locations	44

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK – ELECTRICAL
CONNECTORS – REQUIREMENTS AND TEST METHODS**

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 62847 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

EN 50467:2011 has served as a basis for the elaboration of this standard.

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

FDIS	Report on voting
9/2110/FDIS	9/2139/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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

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

INTRODUCTION

This International Standard provides performance requirements and tests for low-voltage electrical connectors intended to be installed on board rolling stock, either inside or outside. Safety requirements and tests for electrical connectors are already covered in general by IEC 61984:2008. The additional requirements and testing of specific characteristics demanded by rolling stock applications are set out in this International Standard. One goal of this International Standard is to avoid retesting of electrical connectors already in compliance with IEC 61984:2008 for those characteristics that have been assessed suitable also for use on board rolling stock.

Among the additional requirements for use on board rolling stock, those that can be verified by documentation of tests on the raw materials are distinguished from those to be assessed by tests on the component.

Due to the wide spectrum of existing and future specific rolling stock applications of electrical connectors, this International Standard does not select any particular geometric configuration of connectors, nor establish any particular values for electrical ratings such as voltage and current, or for any other characteristic. All such details should be selected and agreed between the parties involved (e.g. manufacturer and user) depending on the electrical, mechanical and environmental conditions expected in the intended use. Annexes A and C of this International Standard provide guidance.

Upon agreement between the parties involved, this International Standard may be used in conjunction with existing connector detail specifications for interchangeability purposes.

Specific standards based on this generic International Standard may be developed in the future to address particular connector requirements and designs, for instance, to fix dimensions for interchangeability and to set additional requirements for specific applications that, due to complexity and variety, are left here to agreement between parties involved.

RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK – ELECTRICAL CONNECTORS – REQUIREMENTS AND TEST METHODS

1 Scope

This International Standard retains IEC 61984:2008 as the minimum performance requirements for railway rolling stock electrical connectors.

It identifies additional terms, test methods and performance requirements for single-pole and multipole connectors with rated voltages up to 1 000 V, rated currents up to 125 A per contact and frequencies below 3 MHz used for indoor and outdoor applications in railway rolling stock.

This International Standard does not cover:

- connectors with breaking capacity (CBCs) as defined in IEC 61984:2008, 3.2, because on board rolling stock connectors are not intended to be operated (i.e. mated and unmated) under load or when live, either by means of procedures or by the presence of interlocks, as required by IEC 61991;
- non-rewirable connectors as defined in IEC 61984:2008, 3.5;
- automatic couplers, due to their additional mechanical complexity and the need for more specific requirements and testing;
- inter-vehicle jumpers, as they are connector and cable assemblies whose characteristics depend on those of both elements. Inter-vehicle connectors within the limits set in the scope of this International Standard are therefore covered by the agreed choice of suitable mechanical and environmental characteristics as defined by Annex B, and suggested by Annex C.

This International Standard identifies the application levels for electrical connectors based on

- a) the severity of the service conditions in different rolling stock technologies,
- b) the intended use of the rolling stock,
- c) the location of the connector in the rolling stock system.

This International Standard is not applicable to internal connections of electronic devices such as connectors for printed boards and rack-and-panel connectors.

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 60050-581, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment* (available at: <http://www.electropedia.org>)

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-70:1995, *Environmental testing – Part 2-70: Tests – Test Xb: Abrasion of markings and letterings caused by rubbing of fingers and hands*

IEC 60309-1:1999, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60352-2:2006, *Solderless connections – Part 2: Crimped connections – General requirements, test methods and practical guidance*
IEC 60352-2:2006/AMD1:2013

IEC 60352-3, *Solderless connections – Part 3: Solderless accessible insulation displacement connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60352-4, *Solderless connections – Part 4: Solderless non-accessible insulation displacement connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60352-5, *Solderless connections – Part 5: Press-in connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60352-6, *Solderless connections – Part 6: Insulation piercing connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60352-7, *Solderless connections – Part 7: Spring clamp connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60512-1:2001, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1: General*

IEC 60512-1-1:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-1: General examination – Test 1a: Visual examination*

IEC 60512-4-1:2003, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 4-1: Voltage stress tests – Test 4a: Voltage proof*

IEC 60512-5-1:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 5-1: Current-carrying capacity tests – Test 5a: Temperature rise*

IEC 60512-11-6:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-6: Climatic tests – Test 11f: Corrosion, salt mist*

IEC 60512-11-7:2003, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11- 7: Climatic tests – Test 11g: Flowing mixed gas corrosion test*

IEC 60512-13-5, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 13-5: Mechanical operation tests – Test 13e: Polarizing and keying method*

IEC 60512-19-3:1997, *Electromechanical components for electronic equipment – Basic testing procedures and measuring methods – Part 19: Chemical resistance tests – Section 3: Test 19c – Fluid resistance*

IEC 60512-23-3:2000, *Electromechanical components for electronic equipment – Basic testing procedures and measuring methods – Part 23-3: Test 23c: Shielding effectiveness of connectors and accessories*

IEC 60512-23-4:2001, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 23-4: Screening and filtering tests – Test 23d: Transmission line reflections in the time domain*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*

IEC 60999-2:2003, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm² up to 300 mm² (included)*

IEC 61210, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

IEC 61373:2010, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

IEC 61984:2008, *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 61991, *Railway applications – Rolling stock – Protective provisions against electrical hazards*

IEC 62497-1:2010, *Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment*

ISO 1431-1:2012, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Resistance to ozone cracking – Part 1: Static and dynamic strain testing*

ISO 4892-2:2013, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-581:2008 and the following apply.

3.1

connection

two mated connectors or contacts

EXAMPLE See Figure 1.

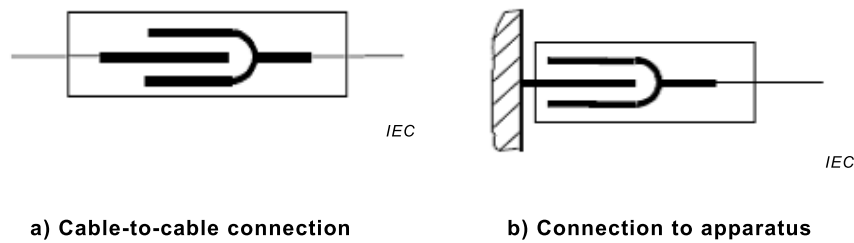


Figure 1 – Typical examples of connections

3.2

connector

component which terminates conductors for the purpose of providing connection to and disconnection from a suitable mating component

Note 1 to entry: Connectors covered by this International Standard are not intended to be mated and unmated under electrical load.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-26-01]

3.3

free connector

connector for attachment to the free end of a wire or cable

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-26-10]

3.4

fixed connector

connector for attachment to a rigid surface

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-06-10]

3.5

enclosed connector

connector where protection against electric shock is provided by its enclosures

3.6

unenclosed connector

connector where protection against electric shock is provided by the enclosure of the equipment in which the connector is mounted

Note 1 to entry: The protection against electrical shock is provided by e.g the enclosure of the equipment in which the unenclosed connector is mounted in accordance with the applicable product standard.

3.7

inter-vehicle connector

connector intended to be assembled with proper cable to form a cable assembly for inter-vehicle electrical connection

3.8

contact

conductive element in a connector (including means for cable termination) that mates with a corresponding element to provide an electrical path

3.9

male contact

contact (including means for cable termination) designed for electrical engagement on its outer surface and to enter a female contact, thus forming an electrical connection

EXAMPLE Tab, pin, blade.

3.10

female contact

contact (including means for cable termination) designed for electrical engagement on its inner surface, and to accept entry of a male contact, thus forming an electrical connection

EXAMPLE Receptacle, sleeve.

3.11

cable termination

any joining of cable to contact

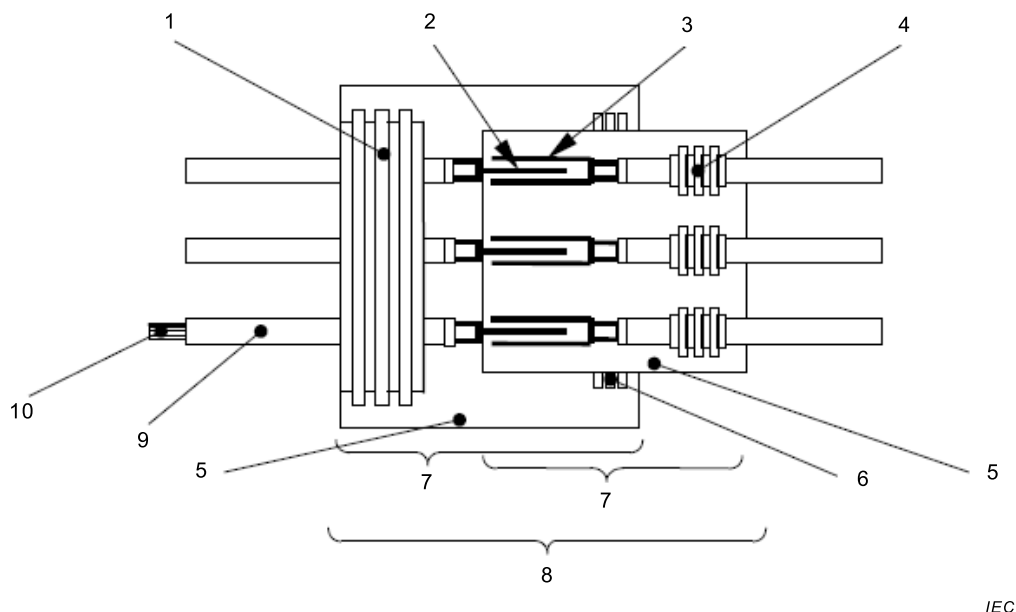
EXAMPLE Crimp, insulation displacement, screwing, spring clamp.

3.12

multipole connector

connector with more than one contact

EXAMPLE See Figure 2.



IEC

Key

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1 multiple cable seal | 6 housing seal |
| 2 male contact | 7 multipole connector |
| 3 female contact | 8 multipole connection |
| 4 single cable seal | 9 cable |
| 5 housing | 10 conductor |

Figure 2 – Multipole connectors

3.13

connector coding

device, either visual, or mechanical, or a combination of these, preventing connection of connectors from the same family and having the same number of contacts but with different coding

3.14**intended use**

application conditions of connectors which are included within the permissible rated values and environmental conditions and characteristic assigned by the manufacturer's specification

3.15**interlock**

device, either electrical or mechanical, which prevents the contacts of a connector from becoming live before it is in proper engagement with its counterpart, and which either prevents the connector from being withdrawn while its contacts are live or makes the contacts dead before separation

[SOURCE: IEC 60309-1:1999, 2.9, modified — In the definition, "socket-outlet" has been removed and "plug" has been replaced with "connector".]

3.16**cycle of mechanical operation****mating cycle**

one insertion and one withdrawal of the connector halves

[SOURCE: IEC 61984:2008, 3.13]

3.17**clamping unit**

part(s) of the terminal necessary for the mechanical clamping and the electrical connection of the conductor(s), including the parts which are necessary to ensure the correct contact pressure

[SOURCE: IEC 60999-1:1999, 3.1]

3.18**upper limiting temperature****ULT**

maximum permissible temperature of a connector assigned by the manufacturer at which the connector may still operate

Note 1 to entry: It takes into consideration the temperature rise due to heating of the contacts by current flow plus the ambient temperature.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.19**lower limiting temperature****LLT**

minimum permissible temperature of a connector assigned by the manufacturer at which the connector may still operate

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.20**clearance**

shortest distance in air between two conductive parts

[SOURCE: IEC 62497-1:2010, 3.1]

3.21**creepage distance**

shortest distance along the surface of the insulating material between two conductive parts

[SOURCE: IEC 62497-1:2010, 3.2]

3.22

over voltage category

numeral defining a transient over voltage condition

3.23

pollution

any addition of foreign matter, solid, liquid, or gaseous (ionized gases), that can result in a reduction of electrical strength or specific surface resistivity of the insulation

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.11]

3.24

pollution degree

numeral characterizing the expected pollution of the micro-environment

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.13]

3.25

rated voltage

value of voltage assigned by the manufacturer to the connector and to which operation and performance characteristics are referred

Note 1 to entry: A connector may have more than one rated voltage value.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.9, modified — In the definition, "component, device or equipment" has been replaced with "connector".]

3.26

rated insulation voltage

r.m.s. withstand voltage value assigned by the manufacturer to the connector, characterizing the specified (long term) withstand capability of its insulation

Note 1 to entry: The rated insulation voltage is not necessarily equal to the rated voltage which is primarily related to functional performance.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.9.1]

3.27

rated impulse voltage

impulse withstand voltage value assigned by the manufacturer to the connector, characterizing the specified withstand capability of its insulation against transient over voltages

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.9.2, modified — In the definition, "equipment or to a part of it" has been replaced by "connector".]

3.28

impulse withstand voltage

highest peak value of impulse voltage, of prescribed form and polarity, which does not cause breakdown of the insulation under specified conditions

Note 1 to entry: The impulse withstand voltage is equal to or higher than the rated impulse voltage.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.8.1]

3.29**r.m.s. withstand voltage****power-frequency withstand voltage**

highest r.m.s. value of a voltage which does not cause breakdown of the insulation under specified conditions

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.8.2]

3.30**rated current**

current value assigned by the manufacturer, which the connector can carry continuously (without interruption) and simultaneously through all its contacts wired with the largest specified conductor, preferably at an ambient temperature of 40 °C, without the upper limiting temperature being exceeded

Note 1 to entry: If other ambient temperature values are used for the definition of the rated current, reference shall be made by the manufacturer in the technical documentation to the derating curve as defined by IEC 60512-5-2:2002, test 5b.

3.31**functional insulation**

insulation between conductive parts which is necessary only for the proper functioning of the equipment

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.1]

3.32**basic insulation**

insulation applied to live parts to provide basic protection against electric shock

Note 1 to entry: Basic insulation does not necessarily include insulation used exclusively for functional purposes (see IEC 61140:2001, 3.10.1).

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.2]

3.33**supplementary insulation**

independent insulation applied in addition to basic insulation, in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation

Note 1 to entry: See IEC 61140:2001, 3.10.2.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.3]

3.34**double insulation**

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

Note 1 to entry: See IEC 61140:2001, 3.10.3.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.4]

3.35**reinforced insulation**

single insulation system applied to live parts, which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation under the conditions specified in the relevant standard

Note 1 to entry: A single insulation system does not imply that the insulation must be a homogeneous piece. It may comprise several layers which cannot be tested separately as basic or supplementary insulation.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.5]

3.36

internal insulation

part of basic insulation providing the required clearance and creepage distances inside a conducting housing or enclosure

3.37

protective conductor

conductor provided for purposes of safety, for example protection against electric shock, applicable for electrically connecting any of the following parts:

- exposed conductive parts,
- extraneous conductive parts,
- main earthing terminal,
- earthed point of the source or artificial neutral

Note 1 to entry: A protective conductor is identified PE.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-13-22, modified — Earthing parts are described in addition to the original definition.]

3.38

rolling stock

general term covering all vehicles with or without motors

[SOURCE: IEC 60050-811:1991, 811-02-01]

3.39

vehicle

general term denoting any single item of rolling stock, e.g. a locomotive, a coach or a wagon

[SOURCE: IEC 60050-811:1991, 811-02-02]

3.40

vehicle compartment

compartment of vehicles in which people may enter during normal operation

[SOURCE: IEC 62498-1:2010, 3.2]

3.41

vehicle cubicle

enclosure for housing of mechanical, electrical and/or electronic equipment

[SOURCE: IEC 62498-1:2010, 3.3]

3.42

electrical operating area

room or location which serves primarily for the operation of electrical equipment and is normally entered only by skilled persons or instructed persons

Note 1 to entry: Generally speaking an electrical operating area is any location (mainly inside the car body) where electrical equipment operates.

Note 2 to entry: The above is the main function of this area but not the only one. In fact normally the area is not kept secured and the protection against direct contact is achieved by other means (e.g. obstacles).

[SOURCE: IEC 61991:2000, 3.2.6]

3.43**closed electrical operating area**

room or location which serves exclusively for the operation of electrical equipment and is kept secure by a means appropriate to the voltage and location

Note 1 to entry: Access to such areas is permitted only to skilled persons and instructed persons.

Note 2 to entry: The definition of closed electrical operating area can be suitable for under floor or upper roof cabinets. Generally speaking it is any location (inside or outside the car body) which is kept secured because of the voltage that can assume the equipment inside it. Access to such areas is not allowed to ordinary persons.

[SOURCE: IEC 61991:2000, 3.2.1]

4 Technical information (electrical ratings)

For connectors that comply with this International Standard, no particular values have been specified for electrical ratings such as voltage and current. Values shall be specified in accordance with mechanical and environmental conditions given in the manufacturer's specification depending on the intended use.

NOTE For voltage ratings in electrical circuits and components for rolling stock, information may be found in IEC 61991:2000, Table 1, IEC 60850, and IEC 60077-1.

5 Classification**5.1 General**

For the purpose of this International Standard, in order to apply the relevant test requirements, connectors shall be classified by the manufacturer's specification according to their intended use and characteristics, as set out below.

5.2 Severity of service conditions on different rolling stock technologies

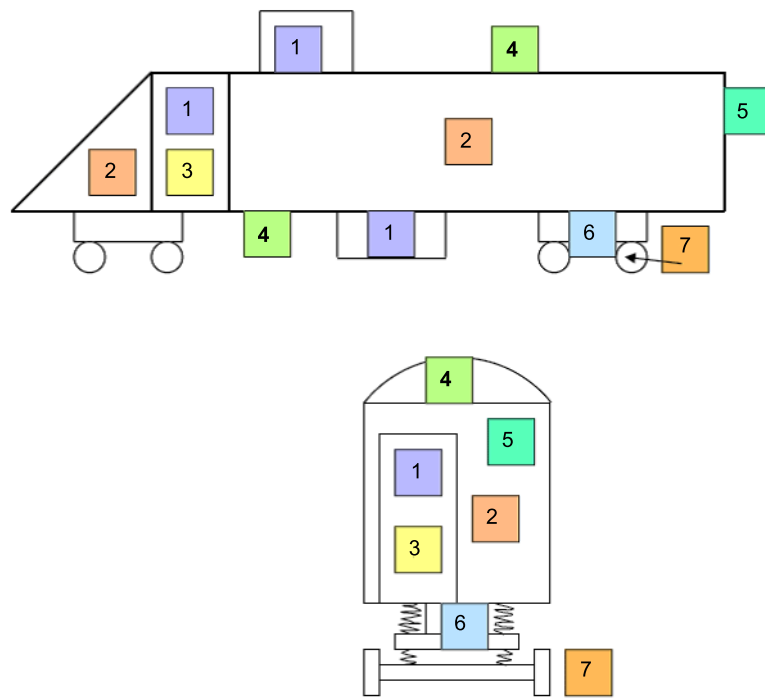
The different rolling stock technologies are, for example, mass transit underground, mass transit and high speed for passenger trains, or freight trains for non-passenger trains. The specific service conditions for each are listed in Annex B and Annex C.

5.3 Intended use of rolling stock

The intended use of rolling stock is affected by the geographical destination and whether it is used underground or above ground. The specific conditions for connectors may differ depending on such intended use (e.g. underground requirements for fire protection and for resistance to UV are different than for above ground). The relevant requirements shall be agreed by manufacturer and user.

5.4 Location of connector on board rolling stock

The typical connector locations and examples of consequences on requirements are shown in Figure 3 and Table 1.



IEC

Figure 3 – Typical connector locations on board rolling stock

Table 1 – Example of typical connector locations on board rolling stock

Location according to Figure 3	Definition	Examples	Examples of consequences on requirements
1	closed electrical operating area	inside vehicle cubicle (weather-protected) outside vehicle cubicle (weather-protected) either under-frame or upper-roof	different vibration and shock levels depending on the installation on bogie or car body; resistance to ozone for exposed elastomer is required for areas with power switching ^a
2	cabin and interiors	passenger vehicle compartment and driver cabin	low IP degree required (air with low dust and chemical contamination)
3	closed electrical operating area; forced filtered ventilation with outside air	machinery compartment	higher temperature resistance if diesel engine, then resistance to fuels and fluids
4	outside static applications	under car body, roof (non-weather protected locations)	non-weather protected location: higher IP degree; for rubber and plastic parts: – resistance to light (UV); – resistance to ozone.
5	outside dynamic applications	connector for inter-vehicle connections	non weather-protected location: higher IP degree; for rubber and plastic parts: – resistance to light (UV); – resistance to ozone; higher mechanical resistance
6	outside highly dynamic applications	bogie	non weather-protected location: higher IP degree; for rubber and plastic parts: – resistance to light (UV); – resistance to ozone. for metallic parts: resistance to salt-mist and corrosion higher mechanical resistance high vibration and shock constraints resistance to fuel and fluids
7	outside highly dynamic applications	axles	non-weather protected location: higher IP degree; for rubber and plastic parts: – resistance to light (UV); – resistance to ozone. for metallic parts: resistance to salt-mist and corrosion higher mechanical resistance very high vibration and shock constraints resistance to fuels and fluids
^a Location 1 is intended to be used in conjunction with other locations (e.g. on car body or bogie).			

6 Requirements

6.1 General

Connectors shall be so designed and dimensioned that they can withstand the electrical, mechanical, thermal and corrosive stresses to which they are exposed during their intended use and present no danger to the user or the environment.

The manufacturer and the user shall select the appropriate characteristics related to the application of the connector. The severity of the service conditions in different rolling stock locations as shown in Table B.1 shall be taken into consideration. For UV resistance and fluid resistance, refer to Annex C, Table C.1.

In addition, characteristics which are not covered by the constructional and performance requirements specified in this International Standard but are necessary for the intended use of the connector shall be given in the manufacturer's specification. These can be additional geometrical, mechanical, electrical and/or environmental characteristics. Details shall be agreed between manufacturer and user.

Examples for additional characteristics can be found in Annex A.

The manufacturer and user shall select the appropriate characteristics related to the location in the rolling stock system: specific attention shall be given to Annex B.

6.2 Marking and identification

6.2.1 Identification

Connectors shall be identified and characterized by the following:

- a) manufacturer's name, trademark or mark of origin;
- b) type identification;
- c) rated current in amperes (A);
- d) rated voltages or rated insulation voltages between line to earth and line to line in volts (V) and pollution degree;
- e) rated impulse voltage in kilovolts (kV), if specified;
- f) degree of protection by enclosure according to IEC 60529, if applicable;
- g) temperature range (LLT-ULT);
- h) type of terminals;
- i) connectable conductors;
- j) reference to this International Standard;
- k) traceability.

6.2.2 Marking

The marking shall be indelible and easily legible.

The minimum marking on the connector shall be a) of 6.2.1. Additional information may be agreed between manufacturer and user.

Markings a) and b) of 6.2.1 shall be found on the smallest unit of packaging.

Traceability shall be agreed between manufacturer and user.

All other markings of 6.2.1 shall be given in the technical documentation or catalogue of the manufacturer.

6.2.3 Marking of position for contacts

The positions for the contacts and protective earthing contacts shall be clearly indicated.

Marking of the first contact and first row by a letter, number or another clear symbol is sufficient. This requirement does not apply to a connector in which contact identification is ensured in the end-use product. Relevant information shall be given in the technical documentation of the manufacturer.

Marking of protective earthing contacts shall apply the symbol  [IEC 60417-5019 (2006-08)] or PE.

Marking shall not be applied to screws or other removable parts.

6.3 Provision against incorrect mating (non-intermateable)

A multipole connector shall be so designed that contact between protective earthing contacts and live contacts and the contact between live contacts of different polarity is not possible by engagement.

Compliance is checked by using a polarization test (see IEC 60512-13-5).

6.4 Protection against electric shock

Subclauses 6.4.1 and 6.4.2 of IEC 61984:2008 and the relevant requirements of IEC 61991 shall apply.

6.5 Provisions for earthing

Accessible metal parts of a connector with an earthing contact which may become live in the event of an insulation fault shall be reliably connected to the earthing contact.

In no case shall the resistance of this connection exceed 0,1 Ω .

NOTE If accessible metal parts are screened from live parts by metal parts which are connected to an earthing terminal or earthing contact, or if they are separated from live parts by double or reinforced insulation, they are not, for the purpose of this requirement, regarded as likely to become live in the event of an insulation fault.

Compliance is checked by the test of 7.13.

6.6 Terminations and connection methods

Terminations shall be suitable for the type and range of conductor cross-sectional areas according to the manufacturer's specification. See Annex A.

The following terminations and connection methods meet the requirements of this International Standard:

- a) crimped connections according to IEC 60352-2¹;
- b) accessible insulation displacement connections according to IEC 60352-3;

¹ Crimped connections with wire size greater than 10 mm² are not covered by IEC 60352-2:2006 or IEC 60352-2:2006/AMD1:2013. Requirements for cross-sectional areas greater than 10 mm² may be agreed between manufacturer and user.

- c) non-accessible insulation displacement connections according to IEC 60352-4;
- d) press-in connections according to IEC 60352-5;
- e) spring-clamp connections according to IEC 60352-7;
- f) insulation piercing connections according to IEC 60352-6;
- g) screwless-type clamping units according to IEC 60999-1 or IEC 60999-2;
- h) screw-type clamping units according to IEC 60999-1 or IEC 60999-2;
- i) flat, quick-connect terminations according to IEC 61210.

Where connections do not fully comply with any of the standards cited above, the following minimum tests shall be carried out.

- a) For crimped connections,
visual and dimensional tests on the crimp barrel and tensile strength test of the crimp connection as specified in IEC 60352-2:2006 and IEC 60352-2:2006/AMD1:2013.
- b) and c) For insulation displacement connections,
visual examination of the insulation displacement terminal as specified in IEC 60352-3 or IEC 60352-4.
- d) For press-in connections,
visual and dimensional tests on the press-in post and test of the retention force as specified by IEC 60352-5.
- e) For spring clamp connections,
visual and dimensional tests on the spring clamp connection and test of the pull-out force as specified by IEC 60352-7.
- f) For insulation piercing connections,
mechanical tests on the conductor as specified in IEC 60352-6,
- g) For the screwless-type clamping unit,
mechanical tests on the conductor connection as specified in IEC 60999-1 or IEC 60999-2.
- h) For the screw-type clamping unit,
mechanical tests on the conductor connection as specified in IEC 60999-1 or IEC 60999-2.

NOTE For prepared conductors the specific standard for the preparation applies.

- i) For flat, quick-connect terminations, dimensional tests and safety tests as specified in IEC 61210 as far as applicable.

Electrical and thermal tests on terminations shall be carried out in conjunction with the test on the connector.

Electrical connections shall be so designed that the contact pressure is not transmitted through insulating material other than ceramic, pure mica or other material with characteristics not less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any shrinkage or yielding of the insulating material (see IEC 60309-1:1999, 25.3, or IEC 60999-1:2000 or IEC 60999-2:2003, Clause 7).

6.7 Resistance to ageing

Parts which, due to ageing, might impair safety shall be so resistant that the specified characteristics such as dielectric strength, contact resistance or degree of protection are maintained.

6.8 General design

6.8.1 Polarization

Multipole connectors shall be so polarized that improper connection of mating parts is prevented.

This requirement does not apply to connectors where mismating is prevented by mounting provisions in the end-use or additional accessories, if necessary and available.

6.8.2 Fixing of live parts

Mechanisms which are used for mounting the connector and/or termination of conductors shall not be used to fix live parts in the connector housing, if it may impair the proper function of the mechanism or reduce the clearance and creepage distances.

6.8.3 Connection of conductors

Connectors shall be so designed that connection of conductors of the type and cross-sectional areas as specified by the manufacturer shall be possible. Besides the termination of the conductor, care shall be taken that no damage of the insulation can occur, for example by avoiding sharp edges.

6.9 Design of a free connector

In a free connector the wires shall be protected against shear and tensile stress at the termination and be secured to prevent twisting.

This requirement does not apply to:

- a) free connectors for termination to cables in fixed mountings (plug connection in the sense of a detachable connection);
- b) free connectors in which the termination is protected against pull and twisting by mounting provisions in the end-use product.

6.10 Interlock

Connectors with interlock shall comply with IEC 61984:2008, 6.7.

6.11 IP degree of protection

A connector shall have a degree of protection according to IEC 60529, as specified by the manufacturer.

NOTE Depending on the location on board rolling stock, different minimum IP degrees of protection are specified in Annex B.

6.12 Dielectric strength

A connector shall withstand the specified test voltage, preferably the impulse withstand voltage (1,2/50 μ s) or the r.m.s. withstand voltage (50/60 Hz) alternatively. The connector shall withstand the test voltage specified in Table 14, in accordance with 7.12.

6.13 Mechanical and electrical durability

A connector shall meet the mechanical operations without electrical load as specified by the manufacturer.

The preferred numbers of operating cycles is given in Table 2.

Table 2 – Preferred number of operating cycles

Preferred number
10
50
100
200
500
1 000
2 000
5 000

Values other than those in Table 2 are allowed, upon agreement between manufacturer and user.

The durability adequate to the application in terms of number of operating cycles is related to the expected service conditions of the connector, i.e. the number of expected operating cycles in its design lifetime and the expected environmental parameters which may shorten the lifetime of materials. In this regard, upon agreement between manufacturer and user, connectors intended to be operated very seldom may be specified (and designed) for a limited number of operations, while connectors intended to be operated very frequently may require special maintenance procedures and even scheduled replacement.

6.14 Cable strain relief

Strain relief, where applicable, shall be suitable for the cable to be connected. The range of acceptable cable diameters shall be specified by the manufacturer. Tensile and torsion requirements shall be agreed between manufacturer and user.

Compliance is checked by the tests of test phases A7.1 and A7.2 of Table 5.

Loose parts inserted to obtain clamping of the cable may be used, if they are fixed in the connector in the assembled state. The cable clamp may be made of insulating material or metal. Sharp edges shall be avoided to protect the cable from damage. In case cable clamps are made of metal, the specific requirements of IEC 61984:2008, 6.17 shall apply.

6.15 Mechanical strength

A connector shall show no damage likely to impair safety after exposure to mechanical stress according to the test programme.

In a connector assembled for final use, the contacts shall be securely retained in the contact insert.

After exposure to the stresses according to the test schedule, the internal insulation shall show no damage which could impair normal use.

Test shall be performed according to Table 5.

6.16 Vibration and shock

Connectors shall be capable of withstanding the environmental vibration conditions normally expected for railway vehicles as specified in IEC 61373:2010. For the classification of connectors based upon the location on board, see Annex B.

Test shall be performed according to Table 10.

During and after simulated long life testing and random vibration tests and after the shock test, the operation of connectors, both mechanical and electrical, shall be maintained.

6.17 Insulation coordination

For insulation coordination the requirements shall be specified according to IEC 62497-1:2010 (Table A.4, PD1 to PD4) or IEC 60664-1:2007, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

Applicable rated impulse voltage, over voltage category and pollution degree shall be agreed between manufacturer and user according to the intended use of the connector.

NOTE Additional information may be found in IEC 62497-1:2010 or IEC 60664-1:2007.

6.18 Temperature classes

A connector shall comply with the upper and lower values of the range of temperature as specified by the manufacturer. Preferred values for lower and upper temperature are given in Table 3.

Table 3 – Preferred test temperatures

Lower limiting temperature (LLT) Preferred values
°C
–10
–25
–40
–55
Upper limiting temperature (ULT) Preferred values
°C
70
85
100
125

Any temperature class other than those in Table 3 is allowed upon agreement between manufacturer and user.

6.19 Temperature rise

The sum of the ambient temperature and the temperature rise of a connector shall not exceed the upper limiting temperature.

Compliance shall be checked by the test of 7.8.

6.20 Protection against corrosion

Metal parts shall be so designed that corrosion shall not impair functionality with regard to electrical and mechanical characteristics.

Compliance shall be checked by the test of 7.14.

In order to keep corrosion resistance, care should be taken by the user to avoid misuses and malpractice during operation of connectors, such as improper handling causing mechanical wear and damage to the protective coatings of the housings or to the contact plating, wrong or incomplete installation of cable harnesses, use of improper tools, omitted use of caps or dummy connectors that reset the specified IP degree when counterpart is missing. All these misuses would imply consistent reduction of corrosion resistance and anticipated failure of electrical connectors that are impossible to prevent by design.

6.21 Electromagnetic compatibility (EMC) requirements

Depending on the location and the function of the connector, shielding effectiveness of connector housings shall be required upon agreement between manufacturer and user, if applicable. Shielding effectiveness shall be tested according to IEC 60512-23-3:2000 or IEC 60512-23-4:2001 as appropriate.

NOTE Connectors are passive components that are themselves intrinsically immune from EMC disturbances, either radiated or conducted. It is the circuit in which they are integrated that may be source of disturbances either radiated or conducted or be affected by disturbances coming from the surrounding electromagnetic environment. Connectors are part of a system or sub-system. EMC requirements for railway rolling stock described in the IEC 62236 series can be verified only for complete systems. In general, the most concerning issue in a wiring installation is the cable shielding, not the connector shielding.

6.22 Fire behaviour of materials and components

Requirements shall be agreed between manufacturer and user.

NOTE 1 See also Annex A, A.1.4 and Annex B, Table B.1.

NOTE 2 This is due to different legislation, requirements for fire prevention concerning relevant characteristics of the combustible materials and the mass of such materials employed in electrical connectors, e.g. self-extinguishing characteristics (glow-wire index, flammability ratings), toxicity of effluents, smoke density and opacity.

6.23 Resistance to chemically active substances and to contaminating fluids

Depending on the connector location (refer to Annex C), requirements for resistance to chemically active substances and to contaminating fluids shall be agreed by manufacturer and user.

Test shall be performed according to Table 8, Table 11, and 7.17.

NOTE This is due to the largely different policies regarding chemically active substances used, e.g. during car washing, by railway operators in different countries, as well as due to different chemical composition of fuels in different countries due to unequal restrictions in force in the various countries, and due to different exposure to contaminants depending on the protective means and the location on board as well as to the type of train and the intended service.

6.24 Resistance to ozone

Depending on the connector location (see Annex B) requirements for rubber parts of connectors shall be agreed by manufacturer and user. If applicable, documentation of performance to ISO 1431-1 test on the raw material rubber used shall be required.

Test shall be performed according to Table 13 and 7.15.

6.25 Resistance to UV

Depending on the connector location (refer to Annex C) requirements for non-metallic parts exposed to sun light shall be agreed by manufacturer and user. If applicable, documentation of performance to ISO 4892-2 test on the raw material used shall be required.

Test shall be performed according to Table 13 and 7.16.

7 Tests

7.1 Overview

7.1.1 General

Tests in this International Standard are type tests.

Requirements of Clause 6 shall be generally verified by testing the appropriate number of specimens with the test sequences indicated below, except for some characteristics of the connectors that shall be deemed to be tested by submission of documentation of performance to the relevant standard required under Clause 6 for the raw material. Table 13 lists such tests and the relevant requirements that are generally to be agreed between manufacturer and user depending on the end use application of connectors.

7.1.2 Preconditioning and preparation

All test samples shall be preconditioned at $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ and 45 % to 75 % relative humidity for 24 h before the start of any test sequence in accordance with IEC 60512-1.

Screw-type clamping units shall be tightened with the value of the torque stipulated according to IEC 60999-1 and IEC 60999-2, unless otherwise specified by the manufacturer.

Unless otherwise specified in the test schedule all tests shall be performed on the specimen completely assembled according to the manufacturer's instructions.

7.1.3 Test conditions

The tests shall be made under the standard atmospheric conditions of IEC 60068-1, unless otherwise specified in the test schedule.

The tests shall be carried out in the sequence specified for each test group using the number of specimens as given in Table 4. For each test group a separate set of new specimens shall be used.

Table 4 – Plan of specimens required for tests

Test group	Number of specimens
Group A: mechanical (see Table 5)	1
Group B: service life(see Table 6)	3
Group C: thermal(see Table 7)	1
Group D: climatic(see Table 8)	1
Group E: degree of protection(see Table 9)	2
Group F: vibration and shock(see Table 10)	1
Group G: resistance to fluids(see Table 11)	^a
Group H: shielding effectiveness(see Table 12)	1
For a connector series of the same design and comparable size, tests may be performed only on that specimen of the series, which represents the worst case for that test.	
^a Type and number of fluids upon agreement between manufacturer and user, 1 specimen per fluid.	

A specimen is defined as a pair of connectors or free contacts. Unless otherwise specified the condition used in the test schedule is unmated.

If the testing has to be made on free contacts (e.g. crimp contacts) a minimum of 3 specimens shall be used.

Contacts with a locking device shall be tested with adequate counterparts to permit locking.

The tests on the terminations shall be made on three terminations per specimen, if available.

Cables used for testing shall be in conformance with the relevant cable specification for which the contact is intended to be used (e.g. EN 50264 series, EN 50306 series, EN 50382 series), and the cable or cables used shall be noted in the test report.

Cable termination shall be performed in accordance with the contact manufacturer's recommendations.

Care shall be taken so that test samples do not influence each other (e.g. in a heat chamber).

The specimen is deemed not to comply with this International Standard if the specimen fails in more than one of the tests of any test group. If the specimen fails in one of the tests, this test and the preceding tests which have affected its result shall be repeated on a new specimen, which shall then pass the repeated tests.

During the entire test sequence, lubrication or other means of attaining better test results shall not be added to the test surface. However, production-related remains of lubricants on the contacts are permitted.

7.2 Test schedule

Table 5 – Mechanical test group A

1	2	3	4	5	6	7	8
Test phase	Designation or title	IEC 60512 test no.	Test according to	Severity or conditions	Measurements to be performed		Requirements
					Designation or title	IEC 60512 test no.	
A1				Any existing cover shall be removed, if required.	Visual and dimensional examination	1a, 1b	6.2; 6.8; 6.9; 6.15 Dimensions shall comply with manufacturer's specification.
A2	Durability of marking		7.5	With the naked eye.	Visual examination	1a	Markings according to 6.2.2
A3	Polarization	13e		Test force: 20 N or 1,5 times the insertion force, whichever is higher.			6.3; 6.8
					Visual examination	1a	No damage likely to impair function.
A4	Interlock		7.6				6.10
A5	Terminations						6.6
A6	Contact retention in insert	15a		Test load shall be three times the specified insertion force (mating) of one contact or the specified insertion force of one contact plus 50 N, whichever is less. The minimum test load shall not be less than 20 N.			6.15
					Visual examination	1a	No axial displacement likely to impair normal operation.
A7.1	Cable strain relief resistance to cable pull	17c		With cables having the largest and smallest diameter suitable for clamping specified by the manufacturer. Any existing covers associated with the cable anchorage shall be mounted as specified.	Visual examination	1a	6.14
A7.2	Cable strain relief resistance to cable torsion	17d			Visual examination	1a	6.14
A8	Mechanical strength impact	7b		Only free connectors. Dropping height: – 750 mm for specimens of mass ≤ 250 g, – 500 mm for specimens of mass > 250 g. Dropping cycles: 8 Positions in 45° steps, one cycle per position.			6.15
					Visual examination	1a	Parts used for protection against electric shock shall not be damaged. A reduction of clearances and creepage distances is not allowed.

Table 6 – Service life test group B

1	2	3	4	5	6	7	8
Test phase	Designation or title	IEC 60512 test no.	Test according to	Severity or conditions	Measurements to be performed		Requirements
					Designation or title	IEC 60512 test no.	
B1	Initial measurement			Test current: 1 A or the rated current. Measuring points: at the end of the termination. Maximum three contacts per specimen plus protective earthing contact, if any.	Contact resistance	2a or 2b	Reference value for subsequent measurement.
B2	Mechanical operation	9a	7.9	Number of operating cycles according to manufacturer's specification.			6.13
					Visual examination	1a	No damage shall occur which could impair normal use.
B3	Final measurement			Same conditions as test phase B1.	Contact resistance	2a or 2b	For initial contact resistance up to 10 mΩ: the maximum rise permitted shall be 50 %. For initial contact resistance above 10 mΩ: the maximum rise permitted is 5 mΩ. The higher value is permissible.
			7.12 a) or b)	Same conditions as for test phase D6 in Table 8.	a) Impulse withstand voltage	IEC 62497-1 or IEC 60664-1	6.12 There shall be no breakdown or flashover
					b) Voltage proof	4a	

Table 7 – Thermal test group C

1	2	3	4	5	6	7	8
Test phase	Designation or title	IEC 60512 test no.	Test according to	Severity or conditions	Measurements to be performed		Measurements to be performed
					Designation or title	IEC 60512 test no.	
C1	Temperature rise	5a	7.8	Mated specimen.			6.18 // 6.19 The upper limiting temperature specified shall not be exceeded.

Table 8 – Climatic test group D

1	2	3	4	5	6	7	8
Test phase	Designation or title	IEC 60512 test no.	Test according to	Severity or conditions	Measurements to be performed		Requirements
					Designation or title	IEC 60512 test no.	
D1	Initial measurement			Mated specimen. Test current: 1 A or the rated current. Measuring points ^a at the end of the termination. Maximum three contacts per specimen plus protective earth contact, if any.	Contact resistance	2a or 2b	Reference value for subsequent measurement.
D2	Cold	11j	6.18	Mated specimen. Test temperature: lower limiting temperature specified for the specimen Test duration: 2 h.			6.7
					Visual examination	1a	No damage shall occur which could impair normal use.
D3	Dry heat	11i	6.18	Mated specimen. Test temperature: Upper limiting temperature specified for the specimen Test duration: 7 days.			6.7
					Visual examination	1a	No damage shall occur which could impair normal use
D4	Flowing mixed gas corrosion	11g	7.14	Test 1 – Specimen mated			6.20
	Alternative: salt mist test	11f	7.14	Test 2 – Specimen mated	Visual examination	1a	No damage shall occur which could impair normal use.
D5	Final measurement			The same conditions as for test phase D1.	Contact resistance	2a or 2b	For initial contact resistance up to 10 mΩ: the maximum rise permitted shall be 50 %. For initial contact resistance above 10 mΩ: the maximum rise permitted is 5 mΩ. The higher value is permissible.

1	2	3	4	5	6	7	8
Test phase	Designation or title	IEC 60512 test no.	Test according to	Severity or conditions	Measurements to be performed		Requirements
					Designation or title	IEC 60512 test no.	
D6	Dielectric strength		7.12 a) or b)	Mated specimen. contact/contact contact/earth ^b	a) Impulse withstand voltage	IEC 62497-1:2010, 5.3 or IEC 60664-1:2007	6.12 There shall be no breakdown or flashover
				Test voltage (impulse withstand voltage or the r.m.s. withstand voltage) according to Table 14 shall be applied.	b) Voltage proof	4a	
^a Measuring points: at the conductors as close as possible to the termination. If this is not possible, the conductor resistance shall be recalculated.							
^b Earth in the sense of non-live metal parts (e.g. fixing devices/housings/accessible surfaces).							

Table 9 – Degree of protection test group E

1	2	3	4	5	6	7	8
Test phase	Designation or title	IEC 60512 test no.	Test according to	Severity or conditions	Measurements to be performed		Requirements
					Designation or title	IEC 60512 test no.	
E1	Protection against electric shock		7.7	Unenclosed connectors. Mated specimen. Test finger or 50 mm Ø sphere pressed with 20 N against the surfaces as specified by the manufacturer.			6.4 No live part shall be accessible.
			7.7	Enclosed connectors. Mated and unmated specimen. Test finger pressed with 20 N against the surfaces except the mating face of the male part of the connector.			6.4 Required clearances and creepage distances shall be ensured between all live parts and the test finger.
E2	Provision for earthing		7.13	Resistance between accessible metal parts and the earthing contact.			6.5
E3	Degree of protection IP code		7.7	IP code as specified by the manufacturer.			6.11
E4	Dielectric strength		7.12 a) or b)	Enclosed connectors only. Test voltage applied between all live parts connected together and the accessible surface.	a) impulse withstand voltage	IEC 62497-1:2010, 5.3 or IEC 60664-1:2007	6.12 There shall be no breakdown or flashover
					b) Voltage proof	4a	

Table 10 – Vibration and shock test group F

1	2	3	4	5	6	7	8
Test phase	Designation or title	IEC 60512 test no.	Test according to	Severity or conditions	Measurements to be performed		Requirements
					Designation or title	IEC 60512 test no.	
F1	Simulated long life random vibration at increased levels		IEC 61373:2010, Clause 9	All contacts wired in series and monitored for micro interruption. According to classification of intended mounting location(see Annex B): – category 1 (body mounted) – class A – category 1 (body mounted) – class B – category 2 (bogie mounted)			6.16
					Contact disturbance	2e	Micro interruption ≤ 1 μs
					Visual examination	1a	No damage likely to impair function.
F2	Shock		IEC 61373:2010, Clause 10	Connectors mated. According to classification of intended mounting location (see Annex B): – category 1 (body mounted) – class A – category 1 (body mounted) – class B – category 2 (bogie mounted)			6.16
					Visual examination	1a	No damage likely to impair function.
F3	Random vibration test		IEC 61373:2010, Clause 8	Connectors mated, all contacts wired in series and monitored for micro interruption. According to classification of intended mounting location (see Annex B): – category 1 (body mounted) – class A – category 1 (body mounted) – class B – category 2 (bogie mounted)			6.16
					Contact disturbance	2e	Micro interruption ≤ 1 μs
					Visual examination	1a	No damage likely to impair function.
F4	Dielectric strength		7.12 a) or b)	Mated specimen. contact /contact contact/earth ^a	a) impulse withstand voltage	IEC 62497-1:2010, 5.3 or IEC 60664-1:2007	6.12 There shall be no breakdown or flashover.
				Test voltage (impulse withstand voltage or the r.m.s. withstand voltage) according to Table 14 shall be applied.	b) voltage proof	4a	There shall be no breakdown or flashover and maximum permissible leakage current of 2 mA.
^a Earth in the sense of non-live metal parts (e.g. fixing devices/housings/accessible surfaces).							

Table 11 – Resistance to fluids test group G

1	2	3	4	5	6	7	8
Test phase	Designation or title	IEC 60512 test no.	Test according to	Severity or conditions	Measurements to be performed		Requirements
					Designation or title	IEC 60512 test no.	
G1	Fluid resistance	19c		Connectors mated and/or unmated – For connectors tested unmated agreement should be made between manufacturer and user.			6.23
G2					Engaging and separating forces.	13a	No damage likely to impair function.
G3				Measuring points ^a	Contact resistance – millivolt level method or specified test current method.	2a or 2b	For initial contact resistance up to 10 mΩ: the maximum rise permitted shall be 50 %. For initial contact resistance above 10 mΩ: the maximum rise permitted is 5 mΩ. The higher value is permissible.
G4					Insulation resistance.	3a	
G5	Dielectric strength			Mated specimen. Contact/contact contact/earth ^b	a) Impulse withstand voltage	IEC 62497-1:2010, 5.3 or IEC 60664-1:2007	6.12 There shall be no breakdown or flashover.
				Test voltage (impulse withstand voltage or the r.m.s. withstand voltage) according to Table 14 shall be applied	b) Voltage proof	4a	There shall be no breakdown or flashover and maximum permissible leakage current of 2 mA.
G6				Unmated specimen.	Contact retention in insert.	15a	
G7				Unmated specimen.	Insert retention in housing (axial).	15b	
G8				Mated and unmated.	Visual examination.	1a	No damage likely to impair function. The marking shall be indelible and easily legible.
^a Measuring points: at the conductors as close as possible to the termination. If this is not possible, the conductor resistance shall be recalculated. ^b Earth in the sense of non-live metal parts (e.g. fixing devices/housings/accessible surfaces).							

Table 12 – Shielding effectiveness test group H

1	2	3	4	5	6	7	8
Test phase	Designation or title	IEC 60512 test no.	Test according to	Severity or conditions	Measurements to be performed		Requirements
					Designation or title	IEC 60512 test no.	
H1	Shielding effectiveness or	23c		Connectors mated.			6.21
	Effective transfer impedance	23g		According to classification of intended mounting location (see Annex B).			

7.3 Tests on raw materials

Table 13 – Tests on raw materials

Designation	Clause	Applicable standard	Conditions of test	Requirements
Fire behaviour of materials and components	6.22	To be agreed between manufacturer and user.	To be agreed between manufacturer and user.	To be agreed between manufacturer and user.
Resistance to ozone	6.24	ISO 1431-1	ISO 1431-1:2012, method B – Test duration: 24h, 500 ppb ^a , temperature: 40 °C, elongation: 20 %.	Visual examination. No cracks shall appear.
Resistance to UV	6.25	ISO 4892-2	ISO 4892-2:2013, method A – Cycle No. 1.	To be agreed between manufacturer and user.

^a ppb = parts of ozone per billion of air by volume.

7.4 Visual examination

The test shall be done according to IEC 60512-1-1:2002 (test 1a).

The visual examination of all connectors and contacts shall be carried out with the naked eye, (at normal strength of vision and colour perception, at the most favourable viewing distance, and with suitable illumination).

Visual examination shall allow identification, appearance, workmanship and finish of each item to be checked against the relevant specification.

For crimped cable terminations, both insulation and the conductor shall be visible between the conductor crimp and the insulation support on the male and female contacts as specified in IEC 60352-2. Conductors shall protrude from the conductor crimp but shall not interfere with the mating part. All strands shall be enclosed by the conductor crimp. There shall be no damaged wire strands.

For other types of cable terminations, there shall be no visible damage.

During visual examination of the connectors, for all test sample groups, special care shall be taken to ensure, as a minimum requirement, that no cracking, discoloration, deformation or – where applicable – ingress of water is in evidence.

7.5 Durability of marking

The test of the durability of marking shall be done as a wet test according to test Xb (abrasion of marking) of IEC 60068-2-70:1995. For the test piston, size 1 shall be used and the test liquid shall be water. A force of 5 N shall be applied for a duration of 10 cycles.

After the test, the marking shall still be readable.

7.6 Interlock

Connectors with interlock shall be tested according to IEC 61984:2008, 7.3.4.

7.7 Protection against electric shock

For unenclosed connectors, with the exception of classification IP00, protection against electric shock shall be tested with the relevant test probe as stated by the manufacturer, but without taking into consideration clearances and creepage distances.

Enclosed connectors shall be tested with the IEC test finger taking into consideration clearances and creepage distances between live parts and the test finger.

This does not apply to the contact openings (lead-in) in the mating face, where clearance and creepage distances through the openings are disregarded.

If the manufacturer claims an IP code higher than IP20, the relevant tests shall be carried out according to IEC 60529.

7.8 Temperature rise

The test shall be done as specified in IEC 60512-5-1:2002, test 5a, under the following test conditions.

The test shall be carried out using cable-to-cable mated connectors and connectors on apparatus using simulated or actual part(s), with the maximum cable cross-sectional area allowed by the contact system.

The test samples shall be attached to cables of (250 ± 25) mm length for cable cross-sectional area $\leq 10 \text{ mm}^2$ and of (500 ± 50) mm length for cables with cross-sectional area $> 10 \text{ mm}^2$.

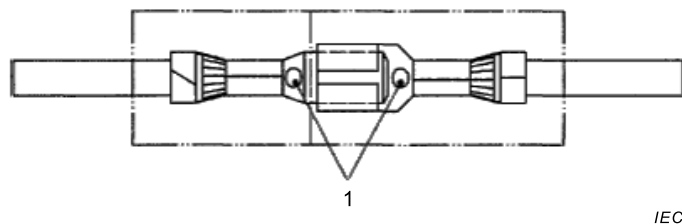
The length of each piece of wire connecting two contacts shall be therefore twice the length indicated above, i.e. (500 ± 50) mm for wire size $\leq 10 \text{ mm}^2$ and $(1\,000 \pm 100)$ mm for wire size $> 10 \text{ mm}^2$.

Care shall be taken to protect the test samples from draughts and artificial cooling (e.g. caused by a thermocouple).

The contact(s) to be measured shall be those that reach the highest stabilized temperature. Figure 4 shows the typical area of measurements for crimped connections.

The test shall be carried out with a current selected from the current-carrying capacity curve (refer to IEC 60512-5-2) depending on the test temperature.

The temperature of the contacts and the ambient temperature shall be measured and recorded after thermal equilibrium has been established.



Key

1 typical areas of measurements

Figure 4 – Test sample for temperature rise test

The temperature rise should not be used as a guide to assess the capability of the connector to operate at elevated ambient temperatures.

7.9 Mechanical operation

The object of this test is to assess the mechanical operational endurance of a connector in the normal operational mode without electrical load. The test shall be carried out according to test 9a of IEC 60512-5:1992, under the following conditions, unless otherwise specified.

Test conditions:

The specimens shall be engaged and disengaged by means of a device simulating normal operating conditions. The preparation and mounting of the specimen shall be as in normal use.

The type and cross-sectional area of the cable/wire bundle to be used shall be specified by the manufacturer.

The number of operating cycles shall be specified by the manufacturer. Preferred values are indicated in Table 2.

The speed of insertion and withdrawal shall be approximately 0,01 m/s with a rest in the unmated position of approximately 30 s.

7.10 Vibration and shock

Vibration and shock tests shall be carried out according to the relevant method of IEC 61373:2010.

According to IEC 61373:2010, Clause 5, a possible order of testing may be as follows:

- vertical, transverse and longitudinal simulated long life tests by increased random vibration;
- vertical, transverse and longitudinal shock tests;
- vertical, transverse and longitudinal functional random tests.

The test sequence may be altered to minimize re-jigging. Performance tests shall be undertaken before and after simulated long life testing, while they shall be done during functional random tests.

Performance tests for connectors may be:

- micro-interruption of contact $\leq 1 \mu\text{s}$ (during functional test),
- dielectric withstand test (after functional test),
- visual examination (after functional test).

7.11 Measurement of clearances and creepage distances

Clearances and creepage distances shall be measured according to IEC 62497-1:2010 or IEC 60664-1:2007 with the following additional requirements.

Clearances and creepage distances to the accessible surface shall be measured only in the mated position.

The surface of an unenclosed connector to be incorporated into equipment or a device shall not be regarded as accessible, unless otherwise claimed by the manufacturer.

7.12 Dielectric strength

If the manufacturer specifies a value for the rated impulse voltage, test a) shall be used, otherwise test b) shall be used.

a) Impulse withstand test

The impulse withstand test shall be carried out with a voltage having a 1,2/50 μs waveform according to IEC 60060-1:2010 with three impulses of each polarity and an interval of at least 1 s between pulses. The output impedance of the impulse generator should not be higher than 500 Ω . The test voltage shall be taken from Table 14.

Table 14 – Test voltages

Rated impulse voltage kV	Test voltages		
	Impulse withstand voltage ^a		r.m.s. withstand voltage kV (50/60 Hz)
	At 2 000 m kV (1,2/50 μs)	At sea level kV (1,2/50 μs)	
0,5	0,5	0,55	0,37
0,8	0,8	0,91	0,50
1,5	1,5	1,75	0,84
2,5	2,5	2,95	1,39
4	4	4,8	2,21
6	6	7,3	3,31
8	8	9,8	4,26
12	12	14,8	6,6

^a See IEC 62497-1:2010, Table A.1 or IEC 60664-1:2007, Table F.1 for information. If the test laboratory is located between sea level and an altitude of 2 000 m above sea level, interpolation of the impulse withstand voltage is allowed.

b) Voltage proof (IEC 60512-4-1:2003, test 4a)

The voltage proof test shall be performed by applying an r.m.s. withstand voltage with value as specified in Table 14 according to IEC 60512-4-1:2003, test 4a. The test duration shall be 1 min.

7.13 Resistance between accessible metal parts and the protective earthing contact

For connectors with protective earthing contact, IEC 61984:2008, 7.3.13 shall apply.

7.14 Corrosion test

For testing the protection of contacts against the influence of a corrosive atmosphere, one of the following two alternative tests shall be selected. In all cases the specimens shall be mated.

Test 1: Flowing mixed gas corrosion according to IEC 60512-11-7:2003, test 11g, with a choice of method 1 or method 4 (see IEC 60512-11-7:2003, Table 1).

Test duration shall be in accordance with Table B.1.

Test 2: Salt mist test, with continuous spraying, according to IEC 60512-11-6:2002, test 11f.

Test duration shall be in accordance with Table B.1.

Tests shall be selected upon agreement between manufacturer and user.

For connectors for outdoor non weather-protected applications, the test duration shall be in accordance with Table B.1.

7.15 Ozone resistance (ISO 1431-1)

Compliance shall be checked according to Table 13.

7.16 Resistance to UV (ISO 4892-2:2013)

Compliance shall be checked according to Table 13.

7.17 Resistance to fluids (IEC 60512-19-3:1997)

Compliance shall be checked according to Table 11 (IEC 60512-19-3:1997, test 19c).

Annex A

(informative)

Additional characteristics to be agreed by the manufacturer and the user

A.1 Additional information to be provided upon request of the user

A.1.1 General

The manufacturer and the user shall select the appropriate characteristics related to the application of the connector. Specific attention should be given to the characteristics given in A.1.2 to A.1.5.

A.1.2 Geometrical characteristics

Overall dimensions

Contact layout

Range of conductors that can be terminated

Maximum outer diameter of the single cable core

Mounting information (panel cut-outs, access area)

Cable range for accessories

Type of contact

A.1.3 Electrical characteristics

Rated current of the connector

Rated current of each type of contacts

Derating curves according to IEC 60512-5-2

Rated voltage

Creepage distances

Clearance (in mated conditions)

Rated impulse voltage

Dielectric withstand voltage

Insulation resistance

Contact resistance

Screening effectiveness according to IEC 60512-23-3:2001

Effective transfer impedance according to IEC 60512-23-7

A.1.4 Environmental characteristics

Climatic category

IP degree of protection according to IEC 60529 (if applicable)

Fire behaviour classification according to relevant standards or regulations, e.g. EN 45545

Resistance to corrosion (salt mist) according to IEC 60512-11-6:2002

Resistance to chemically active substances and to contaminating fluids according to IEC 60512-19-3:1997

Resistance to ozone according to ISO 1431-1

Resistance to UV according to ISO 4892-2:2013

A.1.5 Mechanical characteristics

Severity of vibrations to be withstood according to IEC 61373:2010

Severity of shocks according to IEC 61373:2010

Engaging and separating forces according to IEC 60512-13-1

Contact retention in insert according to IEC 60512-15-1, test 15a (when applicable)

Insert retention in housing according to IEC 60512-15-2, test 15b (axial) and IEC 60512-15-3, test 15c (torsional) (when applicable)

Coding and keying

Number of mating cycles

Scoop proof according to IEC 60512-1-4 (if applicable)

Termination and connection methods

A.2 Information for testing additional to that mentioned above

Insulating material group (CTI value)

Nature of supply voltage (a.c. or d.c).

Relevant detail specification, if available

Annex B (normative)

Severity of the service conditions in different rolling stock locations (mandatory)

The severity of the service conditions in different rolling stock locations is shown in Table B.1.

**Table B.1 – Minimum severity of service conditions
in different rolling stock locations**

Definition	Standard	Location of the connector on board rolling stock ^a						
		1	2	3	4	5	6	7
Over voltage category	IEC 62497-1:2010	OV2	OV2	OV2	OV2	OV2	OV2	OV2
Pollution degree	IEC 62497-1:2010	PD2	PD2	PD3	PD3	PD3	PD3	PD3
IP degree of protection	IEC 60529:1989 + AMD1:1999 + AMD2:2013	b	IP2X ^b	IP65	IP66	IP66	IP66	IP66
Vibration and shock	IEC 61373:2010	Category 1B ^c	Category 1B	Category 1B	Category 1B	Category 1B	Category 2	Category 3
Corrosion – mixed gas ^d	IEC 60512-11-7:2003	Method 1 or 4 – 4 days	Method 1 or 4 – 4 days	Method 1 or 4 – 4 days	Method 1 or 4 – 4 days	Method 1 or 4 – 4 days	Method 1 or 4 – 4 days	Method 1 or 4 – 4 days
or Corrosion – salt mist ^d	IEC 60512-11-6:2002	96 h	96 h	96 h	240 h	240 h	240 h	240 h
Ozone resistance ^e	ISO 1431-1:2012	NO ^g	NO	YES ^e	YES ^e	YES ^e	YES ^e	YES ^e
Fire, smoke and toxicity compliance		YES ^f	YES ^f	YES ^f	YES ^f	YES ^f	YES ^f	YES ^f
^a Typical connector location on board rolling stock according to Figure 3. ^b The relevant requirements of IEC 61991 apply. ^c Shock levels depending on the installation on bogie or car body. ^d See 7.14 for the choice of the test. ^e Only for exposed rubber and plastic parts sealing, housing boots used outside. ^f Until an International Standard is in place, national standards or regional standards apply. Note that in Europe EN 45545 applies. ^g Yes in case of power switching (see Table 1).								

Annex C (informative)

Severity of the service conditions in different rolling stock locations (optional)

Table C.1 describes the macro environmental conditions of rolling stock and not necessarily the connector requirements.

**Table C.1 – Minimum severity of service conditions
in different rolling stock locations**

		Location of the connector on board rolling stock ^a						
Definition	Standard	1	2	3	4	5	6	7
UV resistance	ISO 4892-2:2013	NO	NO	NO	YES ^b	YES ^b	YES ^b	YES ^b
Fluid resistance	IEC 60512-19-3:1997	NO	NO	YES ^c	YES ^c	YES ^c	YES ^c	YES ^c
^a Typical connector location on board rolling stock according to Figure 3. ^b Only for exposed rubber and plastic parts. ^c Requirements to be agreed between manufacturer and user due to different environmental conditions and chemically active substances (e.g. detergents) or contaminating fluids (e.g. sulphur content of diesel fuel) used by the various railway operators in different countries.								

Bibliography

IEC 60050-811, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 811: Electric traction*

IEC 60050-826, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 826: Electrical installations*

IEC 60068-2-31:2008, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60068-2-52:1996, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-78:2012, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60077-1, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*

IEC 60077-2:1999, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 2: Electrotechnical components – General rules*

IEC 60352-1:1997, *Solderless connections – Part 1: Wrapped connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60512-1-2:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-2: General examination – Test 1b: Examination of dimension and mass*

IEC 60512-1-4:1997, *Electromechanical components for electronic equipment – Basic testing procedures and measuring methods – Part 1: General – Section 4: Test 1d: Contact protection effectiveness (scoop-proof)*

IEC 60512-2-1, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-1: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2a: Contact resistance – Millivolt level method*

IEC 60512-2-2:2003, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-2: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2b: Contact resistance – Specified test current method*

IEC 60512-2-5:2003, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-5: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2e: Contact disturbance*

IEC 60512-3-1:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 3-1: Insulation tests – Test 3a: Insulation resistance*

IEC 60512-5:1992, *Electromechanical components for electronic equipment; basic testing procedures and measuring methods – Part 5: Impact tests (free components), static load tests (fixed components), endurance tests and overload tests*

IEC 60512-5-2:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 5-2: Current-carrying capacity tests – Test 5b: Current-temperature derating*

IEC 60512-6:1984, *Electromechanical components for electronic equipment; basic testing procedures and measuring methods – Part 6: Climatic tests and soldering tests*

IEC 60512-7:1993, *Electromechanical components for electronic equipment; basic testing procedures and measuring methods – Part 7: Mechanical operating tests and sealing tests*

IEC 60512-9:1992, *Electromechanical components for electronic equipment; basic testing procedures and measuring methods – Part 9: Miscellaneous tests*

IEC 60512-11-2:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-2: Climatic tests – Test 11b: Combined/sequential cold, low air pressure and damp heat*

IEC 60512-11-3:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-3: Climatic tests – Test 11c: Damp heat, steady state*

IEC 60512-11-4:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-4: Climatic tests – Test 11d: Rapid change of temperature*

IEC 60512-11-9:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-9: Climatic tests – Test 11i: Dry heat*

IEC 60512-11-10:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-10: Climatic tests – Test 11j: Cold*

IEC 60512-13-1:2006, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 13-1: Mechanical operation tests – Test 13a: Engaging and separating forces*

IEC 60512-15-1, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 15-1: Connector tests (mechanical) – Test 15a: Contact retention in insert*

IEC 60512-15-2, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 15-2: Connector tests (mechanical) – Test 15b: Insert retention in housing (axial)*

IEC 60512-15-3, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 15-3: Connector tests (mechanical) – Test 15c: Insert retention in housing (torsional)*

IEC 60512-23-7, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 23-7: Screening and filtering tests – Test 23g: Effective transfer impedance of connectors*

IEC 60571, *Railway applications – Electronic equipment used on rolling stock*

IEC 60850, *Railway applications – Supply voltages of traction systems*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 62236 (all parts), *Railway applications – Electromagnetic compatibility*

IEC 62498-1:2010, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 1: Equipment on board rolling stock*

ISO 6988:1985, *Metallic and other non organic coatings – Sulfur dioxide test with general condensation of moisture*

EN 45545, *Railway applications – Fire protection on railway vehicles*

EN 45545-1, *Railway applications – Fire protection on railway vehicles – Part 1: General*

EN 45545-5, *Railway applications – Fire protection on railway vehicles – Part 5: Fire safety requirements for electrical equipment including that of trolley buses, track guided buses and magnetic levitation vehicles*

EN 50264-1:2008, *Railway rolling stock power and control cables having special fire performance – Part 1: General requirements*

EN 50264-2-1, *Railway applications – Railway rolling stock power and control cables having special fire performance – Part 2-1: Cables with crosslinked elastomeric insulation – Single core cables*

EN 50264-2-2, *Railway applications – Railway rolling stock power and control cables having special fire performance – Part 2-2: Cables with crosslinked elastomeric insulation – Multicore cables*

EN 50264-3-1, *Railway applications – Railway rolling stock power and control cables having special fire performance – Part 3-1: Cables with crosslinked elastomeric insulation with reduced dimensions – Single core cables*

EN 50264-3-2, *Railway applications – Railway rolling stock power and control cables having special fire performance – Part 3-2: Cables with crosslinked elastomeric insulation with reduced dimensions – Multicore cables*

EN 50306-1:2002, *Railway applications – Railway rolling stock cables having special fire performance – Thin wall – Part 1: General requirements*

EN 50306-2:2002, *Railway applications – Railway rolling stock cables having special fire performance – Thin wall – Part 2: Single core cables*

EN 50306-3:2002, *Railway applications – Railway rolling stock cables having special fire performance – Thin wall – Part 3: Single core and multicore cables (pairs, triples and quads) screened and thin wall sheathed*

EN 50306-4:2002, *Railway applications – Railway rolling stock cables having special fire performance – Thin wall – Part 4: Multicore and multipair cables standard wall sheathed*

EN 50343:2003, *Railway applications – Rolling stock – Rules for installation of cabling*

EN 50382-1:2008, *Railway applications – Railway rolling stock high temperature power cables having special fire performance – Part 1: General requirements*

EN 50382-2:2008, *Railway applications – Railway rolling stock high temperature power cables having special fire performance – Part 2: Single core silicone rubber insulated cables for 120 °C or 150 °C*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	51
INTRODUCTION.....	53
1 Domaine d'application.....	54
2 Références normatives	54
3 Termes et définitions	56
4 Informations techniques (caractéristiques assignées électriques).....	63
5 Classification	63
5.1 Généralités	63
5.2 Sévérité des conditions de service dans les différentes technologies du matériel roulant.....	63
5.3 Utilisation prévue du matériel roulant.....	63
5.4 Emplacement des connecteurs à bord du matériel roulant.....	64
6 Exigences	66
6.1 Généralités	66
6.2 Marquage et identification	66
6.2.1 Identification	66
6.2.2 Marquage	66
6.2.3 Marquage des positions des contacts	67
6.3 Disposition en vue d'éviter un accouplement incorrect (non accouplable)	67
6.4 Protection contre les chocs électriques	67
6.5 Dispositions en vue de la mise à la terre.....	67
6.6 Extrémités et méthodes de connexion.....	67
6.7 Résistance au vieillissement.....	69
6.8 Conception générale	69
6.8.1 Polarisation.....	69
6.8.2 Fixation des parties actives	69
6.8.3 Raccordement des connecteurs.....	69
6.9 Conception d'une fiche	69
6.10 Dispositif de verrouillage	69
6.11 Degré de protection IP	69
6.12 Rigidité diélectrique.....	69
6.13 Endurance mécanique et électrique	70
6.14 Allègement de contrainte exercée sur le câble	70
6.15 Résistance mécanique	70
6.16 Vibrations et chocs.....	71
6.17 Coordination de l'isolement	71
6.18 Classes de température	71
6.19 Échauffement.....	72
6.20 Protection contre la corrosion	72
6.21 Exigences en matière de compatibilité électromagnétique (CEM)	72
6.22 Comportement au feu des matériaux et composants	72
6.23 Résistance aux produits chimiques actifs et aux liquides contaminants.....	72
6.24 Résistance à l'ozone	73
6.25 Résistance aux UV.....	73
7 Essais	73
7.1 Vue d'ensemble	73

7.1.1	Généralités	73
7.1.2	Préconditionnement et préparation	73
7.1.3	Conditions d'essais	73
7.2	Programme d'essais	75
7.3	Essais sur les matériaux	83
7.4	Examen visuel	84
7.5	Durabilité du marquage	84
7.6	Dispositif de verrouillage	84
7.7	Protection contre les chocs électriques	84
7.8	Échauffement	84
7.9	Fonctionnement mécanique	85
7.10	Vibrations et chocs	86
7.11	Mesures des lignes de fuite et des distances d'isolement	86
7.12	Rigidité diélectrique	86
7.13	Résistance entre les parties métalliques accessibles et le contact de terre de protection	87
7.14	Essai de corrosion	87
7.15	Résistance à l'ozone (ISO 1431-1)	87
7.16	Résistance aux UV (ISO 4892-2:2013)	88
7.17	Tenue aux fluides (IEC 60512-19-3:1997)	88
Annexe A (informative) Caractéristiques supplémentaires à convenir entre le fabricant et l'utilisateur		89
A.1	Informations supplémentaires à fournir à la demande de l'utilisateur	89
A.1.1	Généralités	89
A.1.2	Caractéristiques géométriques	89
A.1.3	Caractéristiques électriques	89
A.1.4	Caractéristiques environnementales	90
A.1.5	Caractéristiques mécaniques	90
A.2	Informations pour la réalisation d'essais supplémentaires	90
Annexe B (normative) Sévérité des conditions de service selon l'emplacement dans le matériel roulant (obligatoire)		91
Annexe C (informative) Sévérité des conditions de service selon l'emplacement dans le matériel roulant (facultatif)		92
Bibliographie		93
Figure 1 – Exemples classiques de connexions		57
Figure 2 – Connecteurs multipolaire		58
Figure 3 – Emplacement type des connecteurs à bord du matériel roulant		64
Figure 4 – Échantillon d'essai pour l'essai d'échauffement		85
Tableau 1 – Exemple d'emplacement type des connecteurs à bord du matériel roulant		65
Tableau 2 – Nombre préférentiel de cycles de fonctionnement		70
Tableau 3 – Températures d'essais préférentielles		71
Tableau 4 – Plan des échantillons exigés pour les essais		74
Tableau 5 – Groupe A: essais mécaniques		75
Tableau 6 – Groupe B: essais de durée de vie en service		76
Tableau 7 – Groupe C: essais thermiques		77

Tableau 8 – Groupe D: essais climatiques	77
Tableau 9 – Groupe E: essais du degré de protection	79
Tableau 10 – Groupe F: essais de vibrations et de chocs	80
Tableau 11 – Groupe G: essais de tenue aux fluides	82
Tableau 12 – Groupe H: essais de l'efficacité du blindage	83
Tableau 13 – Essais sur les matériaux	83
Tableau 14 – Tensions d'essais	87
Tableau B.1 – Sévérité minimale des conditions de service selon l'emplacement dans le matériel roulant	91
Tableau C.1 – Sévérité minimale des conditions de service selon l'emplacement dans le matériel roulant	92

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT – CONNECTEURS
ÉLECTRIQUES – EXIGENCES ET MÉTHODES D'ESSAI****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 62847 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

L'EN 50467:2011 a servi de base à l'élaboration de la présente norme.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/2110/FDIS	9/2139/RVD

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale décrit les exigences de performance et les essais des connecteurs électriques basse tension destinés à être installés sur le matériel roulant, tant en extérieur qu'en intérieur. Les exigences de sécurité, ainsi que les essais des connecteurs électriques sont couverts par l'IEC 61984:2008. Les exigences et essais supplémentaires des caractéristiques spécifiques demandées par des applications sur matériel roulant sont définis dans la présente Norme internationale. L'un des objectifs de la présente Norme internationale est d'éviter d'avoir à soumettre une nouvelle fois à essai des connecteurs électriques ayant déjà satisfait aux exigences de l'IEC 61984:2008 et dont les caractéristiques ont été reconnues comme étant également adaptées à une utilisation sur matériel roulant.

Parmi les exigences supplémentaires nécessaires pour une utilisation sur matériel roulant, celles pouvant faire l'objet de vérifications par examen de la documentation des essais sur les matières premières sont distinguées de celles à évaluer par des essais sur les composants.

Compte tenu des nombreuses applications possibles des connecteurs électriques sur du matériel roulant, la présente Norme internationale n'impose aucune forme géométrique de connecteurs et ne définit aucune valeur particulière pour les caractéristiques électriques assignées (l'intensité et la tension, par exemple) ni pour aucune autre caractéristique. Il convient d'établir tous ces détails par commun accord entre les parties (c'est-à-dire le fabricant et l'utilisateur) en fonction des conditions électriques, mécaniques et environnementales dans lesquelles l'utilisation est prévue. L'Annexe A et l'Annexe C de la présente Norme internationale constituent un guide.

Après accord entre les parties, la présente Norme internationale peut être utilisée conjointement avec des spécifications particulières déjà existantes concernant les connecteurs, à des fins d'interchangeabilité.

Des normes spécifiques s'appuyant sur la présente Norme internationale générique peuvent être ultérieurement développées pour aborder les exigences relatives à un connecteur particulier et à sa conception, par exemple, déterminer les dimensions pour l'interchangeabilité et définir des exigences supplémentaires relatives à des applications spécifiques qui, compte tenu de leur complexité et leur diversité, font l'objet d'un accord entre les parties concernées.

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT – CONNECTEURS ÉLECTRIQUES – EXIGENCES ET MÉTHODES D'ESSAI

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale reconnaît les exigences de l'IEC 61984:2008 comme étant les exigences de performances minimales des connecteurs électriques sur matériel roulant ferroviaire.

Elle identifie d'autres termes, méthodes d'essais et exigences de performances pour les connecteurs unipolaires et multipolaires avec des tensions assignées jusqu'à 1 000 V, des courants assignés jusqu'à 125 A par contact et des fréquences inférieures à 3 MHz, utilisés pour des applications intérieures et extérieures sur matériel roulant ferroviaire.

La présente Norme internationale ne couvre pas:

- les connecteurs à pouvoir de coupure (CBC, connectors with breaking capacity) tels que définis en 3.2 de l'IEC 61984:2008, les connecteurs utilisés sur du matériel roulant n'étant pas destinés à être manœuvrés (accouplés ou désaccouplés) sous charge, soit à travers une procédure, soit par la présence d'un dispositif de verrouillage, tel qu'exigé par l'IEC 61991;
- les connecteurs non démontables tels que définis en 3.5 de l'IEC 61984:2008;
- les coupleurs automatiques, en raison de leur complexité mécanique et de la nécessité d'exigences et d'essais plus particuliers;
- les bretelles intercaisses, étant donné qu'il s'agit d'ensembles câbles-connecteurs dont les caractéristiques dépendent de celles des deux éléments. Les connecteurs intercaisses, dans les limites du domaine d'application de la présente Norme internationale, sont donc couverts par le choix commun des caractéristiques environnementales et mécaniques appropriées, telles que définies à l'Annexe B et suggérées à l'Annexe C.

La présente Norme internationale identifie les niveaux d'application des connecteurs électriques en fonction

- a) de la sévérité des conditions de service dans les différentes technologies du matériel roulant,
- b) de l'utilisation prévue du matériel roulant,
- c) de l'emplacement des connecteurs dans le matériel roulant.

La présente Norme internationale n'est pas applicable aux connexions internes des dispositifs électroniques, tels que les connecteurs de cartes imprimées et les connecteurs de baie et tiroir.

2 Références normatives

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

IEC 60050-581, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 581: Composants électromécaniques pour équipements électroniques* (disponible sous: <http://www.electropedia.org>)

IEC 60060-1:2010, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60068-2-70:1995, *Essais d'environnement – Partie 2-70: Essais – Essai Xb: Effacement des marquages et inscriptions par friction des doigts et des mains*

IEC 60309-1:1999, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 1: Règles générales*

IEC 60352-2:2006, *Connexions sans soudure – Partie 2: Connexions serties – Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique*

IEC 60352-2:2006/AMD1:2013

IEC 60352-3, *Connexions sans soudure – Partie 3: Connexions autodénudantes accessibles sans soudure – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique*

IEC 60352-4, *Connexions sans soudure – Partie 4: Connexions autodénudantes, non accessibles sans soudure – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique*

IEC 60352-5, *Connexions sans soudure – Partie 5: Connexions insérées à force – Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique*

IEC 60352-6, *Connexions sans soudure – Partie 6: Connexions à percement d'isolant – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique*

IEC 60352-7, *Connexions sans soudure – Partie 7: Connexions à ressort – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible sous: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60512-1:2001, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 1: Généralités*

IEC 60512-1-1:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 1-1: Examen général – Essai 1a: Examen visuel*

IEC 60512-4-1:2003, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 4-1: Essais de contrainte diélectrique – Essai 4a: Tension de tenue*

IEC 60512-5-1:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 5-1: Essais de courant limite – Essai 5a: Échauffement*

IEC 60512-11-6:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-6: Essais climatiques – Essai 11f: Corrosion, brouillard salin*

IEC 60512-11-7:2003, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-7: essais climatiques – Essai 11g: Essai de corrosion dans un flux de mélange de gaz*

IEC 60512-13-5, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 13-5: Essais de fonctionnement mécanique – Essai 13e: Méthode de polarisation et de codage*

IEC 60512-19-3:1997, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques – Procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 19: Essais de résistance chimique – Section 3: Essai 19c – Résistance aux fluides*

IEC 60512-23-3:2000, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques – Procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 23-3: Essai 23c: Efficacité de blindage des connecteurs et des accessoires*

IEC 60512-23-4:2001, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 23-4: Essais de blindage et de filtrage – Essai 23d: Réflexions de ligne de transmission en domaine temporel*

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60999-1:1999, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 35 mm² (inclus)*

IEC 60999-2:2003, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 2: Prescriptions particulières pour les organes de serrage pour conducteurs au-dessus de 35 mm² et jusqu'à 300 mm² (inclus)*

IEC 61210, *Dispositifs de connexion – Bornes plates à connexion rapide pour conducteurs électriques en cuivre – Exigences de sécurité*

IEC 61373:2010, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*

IEC 61984:2008, *Connecteurs – Exigences de sécurité et essais*

IEC 61991, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Dispositions de protection contre les dangers électriques*

IEC 62497-1:2010, *Applications ferroviaires – Coordination de l'isolement – Partie 1: Exigences fondamentales – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite pour tout matériel électrique et électronique*

ISO 1431-1:2012, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Résistance au craquelage par l'ozone – Partie 1: Essais sous allongement statique et dynamique*

ISO 4892-2:2013, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-581:2008 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

connexion

deux connecteurs accouplés ou contacts

EXEMPLE Voir la Figure 1.

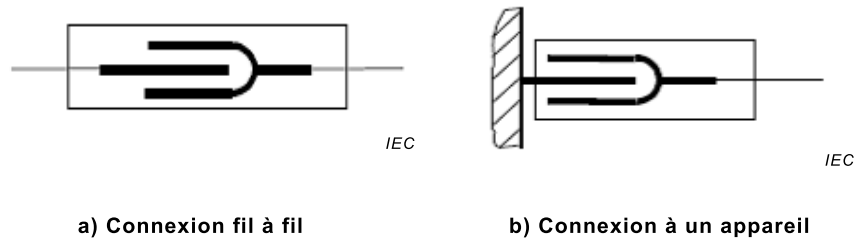


Figure 1 – Exemples classiques de connexions

3.2

connecteur

composant placé à l'extrémité d'un conducteur, permettant d'établir et de rompre une connexion avec un composant complémentaire approprié

Note 1 à l'article: Les connecteurs couverts par la présente Norme internationale ne sont pas destinés à être accouplés ou désaccouplés sous charge électrique.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-26-01]

3.3

fiche

connecteur destiné à être raccordé à l'extrémité libre d'un câble ou d'un fil

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-26-10]

3.4

embase

connecteur destiné à être fixé à une surface rigide

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-06-10]

3.5

connecteur à enveloppe fermée

connecteur dont la protection contre les chocs électriques est assurée par son enveloppe

3.6

connecteur à enveloppe ouverte

connecteur dont la protection contre les chocs électriques est assurée par l'enveloppe de l'équipement dans lequel il est monté

Note 1 à l'article: La protection contre les chocs électriques est assurée, par exemple, par l'enveloppe de l'équipement dans lequel le connecteur à enveloppe ouverte est monté, conformément aux normes applicables à l'équipement.

3.7

connecteur intercaisses

connecteur destiné à être assemblé avec un câble approprié pour former un câble équipé pour liaison électrique intercaisses

3.8

contact

élément conducteur d'un connecteur (incluant la partie pour le raccordement du câble) qui s'accouple avec l'élément correspondant pour fournir un trajet électrique

3.9

contact mâle

contact (incluant la partie pour le raccordement du câble) destiné à établir la liaison électrique sur ses surfaces extérieures en entrant dans un contact femelle

EXEMPLE Languette, broche, lamelle.

3.10

contact femelle

contact (incluant la partie pour le raccordement du câble) destiné à établir la liaison électrique sur ses surfaces intérieures en recevant un contact mâle

EXEMPLE Manchon, douille.

3.11

raccordement de câble

raccordement du câble sur un contact

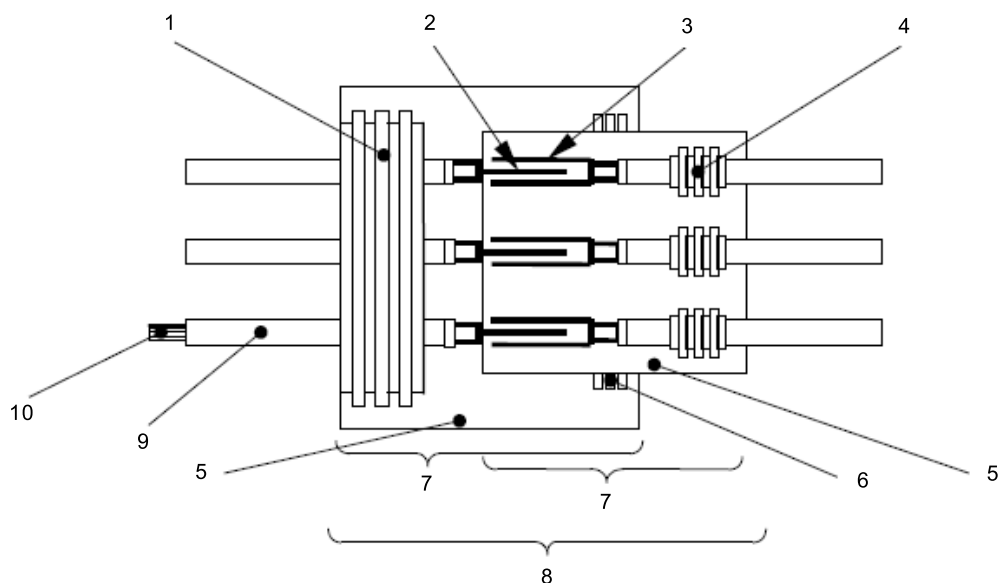
EXEMPLE Sertissage, connexion autodénudante, raccordement à vis, raccordement à ressort.

3.12

connecteur multipolaire

connecteur possédant plusieurs contacts

EXEMPLE Voir la Figure 2.



IEC

Légende

1 presse-étoupe de câble multiple

2 contact mâle

3 contact femelle

4 presse-étoupe de câble simple

5 boîtier

6 joint de boîtier

7 connecteur multipolaire

8 connexion multipolaire

9 câble

10 conducteur

Figure 2 – Connecteurs multipolaire

3.13**détrompage**

dispositif visuel et/ou mécanique empêchant le raccordement de connecteurs d'une même famille possédant le même nombre de contacts, mais avec un codage différent

3.14**utilisation prévue**

conditions d'utilisation de connecteurs dans la limite des valeurs assignées et des conditions environnementales admissibles, telles que décrites dans la spécification du fabricant

3.15**dispositif de verrouillage**

dispositif électrique ou mécanique qui empêche la mise sous tension des contacts d'un connecteur avant son accouplement correct avec l'embase correspondante et qui empêche l'extraction du connecteur lorsque ses contacts sont sous tension ou annule le contact avant désaccouplement

[SOURCE: IEC 60309-1:1999, 2.9, modifiée – Dans la définition, "socle de prise de courant" a été supprimé et "fiche" a été remplacé par "connecteur".]

3.16**cycle de fonctionnement mécanique****cycle d'accouplement**

une insertion et une extraction des deux moitiés de connecteur

[SOURCE: IEC 61984:2008, 3.13]

3.17**organe de serrage**

partie(s) d'une borne nécessaire(s) pour le serrage mécanique et la connexion électrique du (des) conducteur(s), y compris les parties qui sont nécessaires pour assurer une pression de contact correcte

[SOURCE: IEC 60999-1:1999, 3.1]

3.18**température limite supérieure****ULT**

température maximale admissible d'un connecteur assignée par le fabricant et à laquelle le connecteur peut encore fonctionner

Note 1 à l'article: Elle tient compte de l'échauffement dû au passage du courant dans les contacts, plus la température ambiante.

Note 2 à l'article: L'abréviation "ULT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "upper limiting temperature".

3.19**température limite inférieure****LLT**

température minimale admissible d'un connecteur assignée par le fabricant et à laquelle le connecteur peut encore fonctionner

Note 1 à l'article: L'abréviation "LLT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "lower limiting temperature".

3.20**distance d'isolement dans l'air****distance d'isolement**

distance la plus courte dans l'air entre deux parties conductrices

[SOURCE: IEC 62497-1:2010, 3.1]

3.21

ligne de fuite

distance la plus courte à la surface d'un matériau isolant entre deux parties conductrices

[SOURCE: IEC 62497-1:2010, 3.2]

3.22

catégorie de surtension

chiffre définissant une condition de surtension transitoire

3.23

pollution

tout apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux (gaz ionisés), qui peut entraîner une réduction de la rigidité diélectrique ou de la résistivité de surface spécifique de l'isolation

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.11]

3.24

degré de pollution

nombre caractérisant la pollution prévue du micro-environnement

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.13]

3.25

tension assignée

valeur de tension affectée par le fabricant au connecteur, et à laquelle on se réfère pour le fonctionnement et pour les caractéristiques fonctionnelles

Note 1 à l'article: Un connecteur peut avoir plusieurs tensions assignées.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.9, modifiée — Dans la définition, "composant, dispositif ou équipement" est remplacé par "connecteur".]

3.26

tension assignée d'isolement

valeur efficace de tension de tenue fixée par le fabricant au connecteur, caractérisant la capacité de tenue spécifiée (à long terme) de son isolation

Note 1 à l'article: La tension assignée d'isolement n'est pas nécessairement égale à la tension assignée qui est principalement liée aux caractéristiques fonctionnelles.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.9.1]

3.27

tension assignée de tenue aux chocs

tension de tenue aux chocs assignée par le fabricant, caractérisant la capacité de tenue spécifiée de son isolation aux surtensions

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.9.2, modifiée — Dans la définition, "matériel ou une de ses parties" est remplacé par "connecteur".]

3.28

tension de tenue aux chocs

valeur de crête la plus élevée d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées

Note 1 à l'article: La tension de tenue aux chocs est supérieure ou égale à la tension assignée de tenue aux chocs.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.8.1]

3.29

tension de tenue en valeur efficace

tension de tenue à la fréquence d'alimentation

valeur efficace la plus élevée d'une tension qui ne provoque pas de claquage de l'isolation dans des conditions d'essai spécifiées

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.8.2]

3.30

courant assigné

valeur de courant assignée par le fabricant, que le connecteur peut supporter en continu (sans interruption) et simultanément à travers tous ses contacts câblés avec le conducteur maximal spécifié, de préférence à une température ambiante de 40 °C, sans que la température limite supérieure ne soit dépassée

Note 1 à l'article: Si d'autres valeurs de température ambiante sont utilisées pour la définition du courant assigné, le fabricant doit faire référence, dans la documentation technique, à la courbe de taux de réduction, comme défini par l'essai 5b de l'IEC 60512-5-2:2002.

3.31

isolation fonctionnelle

isolation entre pièces conductrices, qui est uniquement nécessaire au bon fonctionnement du matériel

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.1]

3.32

isolation principale

isolation des parties actives, destinée à assurer la protection principale contre les chocs électriques

Note 1 à l'article: L'isolation principale ne comprend pas nécessairement l'isolation exclusivement utilisée à des fins fonctionnelles (voir l'IEC 61140:2001, 3.10.1).

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.2]

3.33

isolation supplémentaire

isolation indépendante prévue, en plus de l'isolation principale, pour assurer une protection contre les chocs électriques en cas de défaillance de l'isolation principale

Note 1 à l'article: Voir l'IEC 61140:2001, 3.10.2.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.3]

3.34

double isolation

isolation comprenant à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire

Note 1 à l'article: Voir l'IEC 61140:2001, 3.10.3.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.4]

3.35

isolation renforcée

système d'isolation unique des parties actives assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à celui d'une double isolation dans les conditions spécifiées dans la norme appropriée

Note 1 à l'article: Un système d'isolation unique ne sous-entend pas que l'isolation doive être constituée d'une partie homogène. L'isolation renforcée peut comporter plusieurs couches qui ne peuvent pas être essayées séparément en tant qu'isolation principale ou isolation supplémentaire.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.17.5]

3.36

isolation interne

partie de l'isolation principale qui assure les lignes de fuite et distances d'isolement exigées dans l'air à l'intérieur du boîtier conducteur ou de l'enveloppe

3.37

conducteur de protection

conducteur prévu à des fins de sécurité, par exemple protection contre les chocs électriques, et destiné à relier électriquement certaines des parties suivantes:

- les parties conductrices accessibles,
- éléments conducteurs étrangers,
- la borne principale de terre,
- le point de l'alimentation relié à la terre ou point neutre artificiel

Note 1 à l'article: Un conducteur de protection est identifié PE.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-13-22, modifiée — Les parties mises à la terre sont décrites en plus de la définition d'origine.]

3.38

matériel roulant

ensemble des véhicules, motorisés ou non

[SOURCE: IEC 60050-811:1991, 811-02-01]

3.39

véhicule

terme général servant à désigner tout élément de matériel roulant, par ex. une locomotive, une voiture ou un wagon

[SOURCE: IEC 60050-811:1991, 811-02-02]

3.40

compartiment d'un véhicule

compartiment des véhicules dans lequel il est permis de pénétrer pendant le service normal

[SOURCE: IEC 62498-1:2010, 3.2]

3.41

coffre d'un véhicule

toute enveloppe abritant des équipements mécaniques, électriques et/ou électroniques

[SOURCE: IEC 62498-1:2010, 3.3]

3.42**zone de service électrique**

local ou emplacement qui sert principalement au fonctionnement d'un équipement électrique et n'est normalement accessible qu'aux personnes qualifiées et aux personnes averties

Note 1 à l'article: En général, une "zone de service électrique" désigne un emplacement (principalement à l'intérieur de la caisse) où fonctionne un équipement électrique.

Note 2 à l'article: Bien qu'étant la fonction principale de cette zone, il ne s'agit pas la seule. En réalité, la zone n'est généralement pas protégée et la protection contre les contacts directs est assurée par d'autres moyens (des obstacles, par exemple).

[SOURCE: IEC 61991:2000, 3.2.6]

3.43**local électrique fermé**

salle ou emplacement qui sert exclusivement au fonctionnement des équipements électriques et qui est protégé de la tension et de l'environnement par des moyens appropriés

Note 1 à l'article: Seules les personnes qualifiées et averties peuvent accéder à ce type de local.

Note 2 à l'article: La définition de local électrique fermé peut s'appliquer à des armoires sous caisse ou en toiture. D'une manière générale, elle s'applique à un emplacement (à l'intérieur ou à l'extérieur de la caisse) verrouillé en raison de la tension que peut présenter l'équipement renfermé. Les personnes ordinaires ne peuvent pas accéder à ce type de zone.

[SOURCE: IEC 61991:2000, 3.2.1]

4 Informations techniques (caractéristiques assignées électriques)

Pour les connecteurs satisfaisant à la présente Norme internationale, aucune valeur particulière n'a été spécifiée quant aux caractéristiques assignées électriques (la tension, le courant, par exemple). Les valeurs doivent être spécifiées selon les conditions mécaniques ou environnementales données dans la spécification du fabricant en fonction de l'utilisation prévue.

NOTE Pour les caractéristiques assignées de tension dans les circuits électriques et les composants de matériel roulant, les informations peuvent être trouvées dans l'IEC 61991:2000, Tableau 1, dans l'IEC 60850 et dans l'IEC 60077-1.

5 Classification**5.1 Généralités**

Pour les besoins de la présente Norme internationale, et afin d'appliquer les exigences d'essais appropriées, les connecteurs doivent être classés par la spécification du fabricant en fonction de leur utilisation prévue et leurs caractéristiques, telles qu'elles sont exposées ci-dessous.

5.2 Sévérité des conditions de service dans les différentes technologies du matériel roulant

Les différentes technologies du matériel roulant sont, par exemple, les transports urbains souterrains, les transports urbains et à grande vitesse de passagers ou le transport de marchandises. Les conditions de service spécifiques pour chacune d'elles figurent à l'Annexe B et à l'Annexe C.

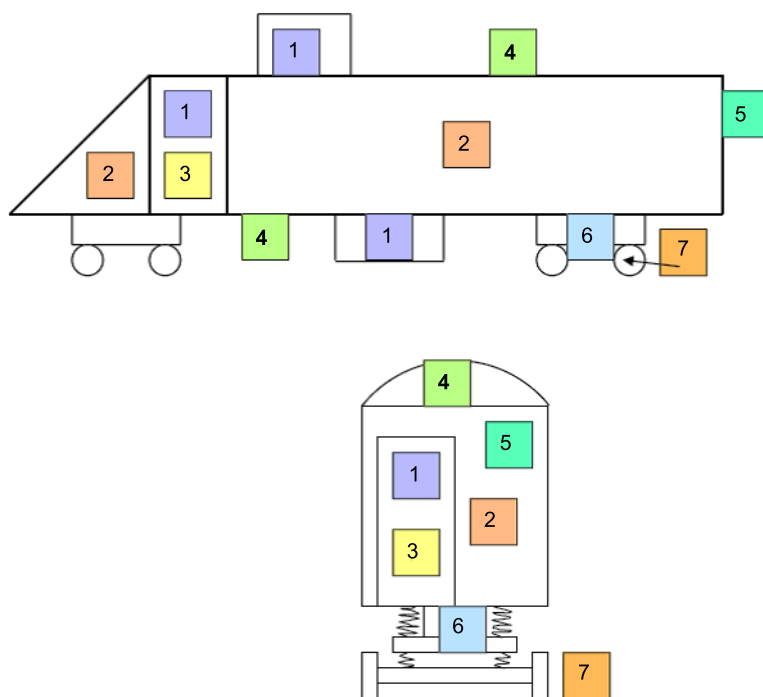
5.3 Utilisation prévue du matériel roulant

L'utilisation prévue du matériel roulant est définie par la localisation géographique et son utilisation en souterrain ou en aérien. Les conditions spécifiques applicables aux connecteurs

peuvent différer selon leur utilisation prévue (les exigences de tenue au feu pour les applications en souterrain et les exigences de résistance aux UV pour les applications en aérien, par exemple). Les exigences doivent être convenues entre le fabricant et l'utilisateur.

5.4 Emplacement des connecteurs à bord du matériel roulant

L'emplacement type des connecteurs et des exemples de conséquences sur les exigences sont présentés à la Figure 3 et au Tableau 1.



IEC

Figure 3 – Emplacement type des connecteurs à bord du matériel roulant

**Tableau 1 – Exemple d'emplacement type
des connecteurs à bord du matériel roulant**

Emplacement selon la Figure 3	Définition	Exemples	Exemples de conséquences sur les exigences
1	local électrique fermé	coffre d'un véhicule intérieur (protégé contre les intempéries) coffre d'un véhicule extérieur (protégé contre les intempéries) sous caisse ou en toiture	différents niveaux de vibrations et de chocs en fonction de l'installation sur bogie ou caisse; la résistance à l'ozone pour les élastomères exposés est exigée dans les zones avec commutation de puissance ^a
2	cabine et compartiment	compartiment d'un véhicule pour passagers et cabine de conduite	bas niveau d'IP exigé (air avec peu de poussière et de contamination chimique)
3	local électrique fermé; avec ventilation forcée par air extérieur filtré	compartiment machine	haute résistance à la température résistance au gasoil et aux fluides pour les moteurs diesel
4	applications statiques en extérieur	sous caisse, toiture (emplacements non protégés contre les intempéries)	emplacement non protégé contre les intempéries: haut degré IP; pour les pièces en caoutchouc et en plastique: – résistance aux UV; – résistance à l'ozone.
5	applications dynamiques en extérieur	connecteur pour connexions intercaisses	emplacements non protégés contre les intempéries: haut degré IP; pour les pièces en caoutchouc et en plastique: – résistance aux UV; – résistance à l'ozone; haute résistance mécanique
6	applications fortement dynamiques en extérieur	bogie	emplacements non protégés contre les intempéries: haut degré IP; pour les pièces en caoutchouc et en plastique: – résistance aux UV; – résistance à l'ozone. pour les pièces métalliques: résistance au brouillard salin et à la corrosion haute résistance mécanique très fortes contraintes de vibrations et de chocs résistance au gasoil et aux fluides
7	applications fortement dynamiques en extérieur	essieux	emplacements non protégés contre les intempéries: haut degré IP; pour les pièces en caoutchouc et en plastique: – résistance aux UV; – résistance à l'ozone. pour les pièces métalliques: résistance au brouillard salin et à la corrosion haute résistance mécanique fortes contraintes de vibrations et de chocs résistance au gasoil et aux fluides
^a L'emplacement 1 est destiné à être utilisé conjointement avec les autres emplacements (sur caisse ou bogie, par exemple).			

6 Exigences

6.1 Généralités

Les connecteurs doivent être conçus et dimensionnés de manière à pouvoir supporter les contraintes électriques, mécaniques, thermiques et de corrosion auxquelles ils sont exposés dans le cadre de leur utilisation prévue, et à ne pas présenter de danger pour l'utilisateur et l'environnement.

Le fabricant et l'utilisateur doivent choisir les caractéristiques appropriées en fonction de l'utilisation du connecteur. La sévérité des conditions de service dans différents emplacements du matériel roulant (voir le Tableau B.1) doit être prise en compte. Pour la résistance aux UV et aux fluides, voir l'Annexe C, Tableau C.1.

De plus, les caractéristiques non couvertes par les exigences de fabrication et de performance spécifiées dans la présente Norme internationale, mais nécessaires pour l'utilisation prévue du connecteur, doivent être données dans la spécification du fabricant. Ces caractéristiques peuvent être d'ordre géométrique, mécanique, électrique et/ou environnemental. Les détails doivent être convenus dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

Des exemples de caractéristiques supplémentaires peuvent être trouvés à l'Annexe A.

Le fabricant et l'utilisateur doivent choisir les caractéristiques appropriées en fonction de l'emplacement dans le matériel roulant: l'Annexe B doit faire l'objet d'une attention particulière.

6.2 Marquage et identification

6.2.1 Identification

Les connecteurs doivent être identifiés et caractérisés par les marquages suivants:

- a) le nom du fabricant, la marque ou la marque d'origine;
- b) le type d'identification;
- c) le courant assigné en ampères (A);
- d) les tensions assignées ou les tensions assignées d'isolement phase-terre et entre phases en volts (V) et le degré de pollution;
- e) la tension assignée de tenue aux chocs en kilovolts (kV), si spécifiée;
- f) le degré de protection procuré par l'enveloppe selon l'IEC 60529, si applicable;
- g) la plage de températures (LLT-ULT);
- h) le type de bornes;
- i) les conducteurs à raccorder;
- j) la référence à la présente Norme internationale;
- k) la traçabilité.

6.2.2 Marquage

Le marquage doit être indélébile et facilement lisible.

Le marquage minimal sur le connecteur doit être conforme à a) de 6.2.1. Des informations supplémentaires peuvent être convenues dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

Les marquages a) et b) de 6.2.1 doivent être apposés sur la plus petite unité d'emballage.

La traçabilité doit être convenue dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

Tous les autres marquages de 6.2.1 doivent être donnés dans la documentation technique ou le catalogue du fabricant.

6.2.3 Marquage des positions des contacts

Les positions des contacts et des contacts de terre de protection doivent être clairement indiquées.

Le marquage du premier contact et de la première rangée par une lettre, un nombre ou un autre symbole évident est suffisant. Cette exigence ne s'applique pas à un connecteur dont l'identification des contacts est assurée dans le produit terminé. Les informations appropriées doivent être données dans la documentation technique du fabricant.

Le marquage des contacts de terre de protection doit appliquer le symbole  [IEC 60417-5019 (2006-08)] ou PE.

Le marquage ne doit pas être appliqué sur les vis ou autres parties amovibles.

6.3 Disposition en vue d'éviter un accouplement incorrect (non accouplable)

Un connecteur multipolaire doit être conçu de telle manière qu'il ne puisse pas y avoir contact par insertion entre les contacts de terre de protection et les contacts actifs de polarité différente.

La conformité est vérifiée par un essai de polarisation (voir l'IEC 60512-13-5).

6.4 Protection contre les chocs électriques

Les Paragraphes 6.4.1 et 6.4.2 de l'IEC 61984:2008, ainsi que les exigences appropriées de l'IEC 61991 doivent s'appliquer.

6.5 Dispositions en vue de la mise à la terre

Les pièces métalliques accessibles d'un connecteur avec contact de terre pouvant devenir actives dans le cas d'un défaut d'isolement doivent être connectées de façon sûre au contact de terre.

En aucun cas la résistance de ces connexions ne doit être supérieure à 0,1 Ω .

NOTE Si des pièces métalliques accessibles sont séparées des parties actives par des pièces métalliques raccordées à une borne de terre ou un contact de terre, ou si elles sont séparées des pièces actives par une double isolation ou une isolation renforcée, elles ne sont pas, au sens de cette exigence, considérées comme susceptibles de devenir actives en cas de défaut d'isolement.

La conformité est vérifiée par l'essai de 7.13.

6.6 Extrémités et méthodes de connexion

Les extrémités doivent être adaptées au type et à la plage de sections de conducteur conformément à la spécification du fabricant. Voir l'Annexe A.

Les extrémités et méthodes de connexion suivantes satisfont aux exigences de la présente Norme internationale:

- a) les connexions serties conformément à l'IEC 60352-2¹;
- b) les connexions autodénudantes accessibles selon l'IEC 60352-3;
- c) les connexions autodénudantes non accessibles selon l'IEC 60352-4;
- d) les connexions insérées à force conformément à l'IEC 60352-5;
- e) les connexions à ressort selon l'IEC 60352-7;
- f) les connexions à percement d'isolant selon l'IEC 60352-6;
- g) les organes de serrage sans vis selon l'IEC 60999-1 ou l'IEC 60999-2;
- h) les organes de serrage à vis selon l'IEC 60999-1 ou IEC 60999-2;
- i) les bornes plates à connexion rapide selon l'IEC 61210.

Si les connexions ne satisfont pas totalement aux normes citées ci-dessus, les essais minimaux suivants doivent être réalisés.

- a) Pour les connexions serties,
examen visuel, essais de dimension sur les fûts à sertir et essai de résistance à la traction des connexions serties conformément à l'IEC 60352-2:2006 et l'IEC 60352-2:2006/AMD1:2013.
- b) et c) Pour les connexions autodénudantes,
examen visuel des contacts autodénudants selon l'IEC 60352-3 ou à l'IEC 60352-4.
- d) Pour les connexions insérées à force,
examen visuel, essais de dimension sur les bornes pour connexion insérée à force et essai de force de rétention selon l'IEC 60352-5.
- e) Pour les connexions à ressort,
examen visuel et essais de dimension des connexions à ressort et essai de force d'arrachement selon l'IEC 60352-7.
- f) Pour les connexions à percement d'isolant,
essais mécaniques sur le conducteur selon l'IEC 60352-6,
- g) Pour les organes de serrage sans vis,
essais mécaniques sur la connexion du conducteur selon l'IEC 60999-1 ou l'IEC 60999-2.
- h) Pour les organes de serrage à vis,
essais mécaniques sur la connexion du conducteur selon l'IEC 60999-1 ou l'IEC 60999-2.

NOTE Pour les conducteurs préparés, la norme particulière pour la préparation s'applique.

- i) Pour les bornes plates à connexion rapide, essais de dimension et essais de sécurité selon l'IEC 61210 pour autant qu'ils soient applicables.

Les essais électriques et thermiques des extrémités doivent être réalisés conjointement avec l'essai du connecteur.

Les connexions électriques doivent être conçues de manière à ne pas transmettre la pression de contact à travers un matériau isolant autre que la céramique, le mica pur ou d'autres matériaux dont les caractéristiques ne sont pas moins adaptées, à moins que la résilience des pièces métalliques soit suffisante pour compenser la contraction ou l'expansion des matériaux isolants (voir l'IEC 60309-1:1999, 25.3, l'IEC 60999-1:2000 ou IEC 60999-2:2003, Article 7).

¹ Les connexions serties de section supérieure à 10 mm² ne sont pas couvertes par l'IEC 60352-2:2006 ou l'IEC 60352-2:2006/AMD1:2013. Les exigences relatives aux sections supérieures à 10 mm² peuvent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

6.7 Résistance au vieillissement

Les pièces qui, suite à leur vieillissement, pourraient compromettre la sécurité doivent présenter une résistance de nature à maintenir les caractéristiques spécifiées (la rigidité diélectrique, la résistance de contact ou le degré de protection, par exemple).

6.8 Conception générale

6.8.1 Polarisation

Les connecteurs multipolaires doivent être polarisés de manière à éviter toute connexion incorrecte des pièces à accoupler.

Cette exigence ne s'applique pas aux connecteurs dont l'accouplement incorrect est évité par des dispositions de montage sur l'appareil terminé ou par des accessoires supplémentaires, si nécessaires et si disponibles.

6.8.2 Fixation des parties actives

Les mécanismes utilisés pour le montage du connecteur et/ou de l'extrémité des conducteurs ne doivent pas l'être pour fixer les parties actives dans le boîtier de connecteurs, s'ils peuvent compromettre le bon fonctionnement du mécanisme ou réduire la distance d'isolement et les lignes de fuite.

6.8.3 Raccordement des connecteurs

La conception des connecteurs doit permettre de raccorder des conducteurs du type et des sections spécifiées par le fabricant. Outre l'extrémité du conducteur, des précautions doivent être prises pour qu'aucun endommagement de l'isolant ne puisse se produire (en évitant les arêtes vives, par exemple).

6.9 Conception d'une fiche

Dans une fiche, les fils doivent être protégés des forces de cisaillement et des contraintes de traction aux extrémités, et doivent être fixés pour éviter le torsadage.

Cette exigence ne s'applique pas:

- a) aux fiches destinées aux extrémités de câbles dans des montages fixes (connexion de prise dans le sens d'une connexion détachable);
- b) aux fiches dont les extrémités sont protégées contre la traction et le torsadage par des dispositions de montage du produit terminé.

6.10 Dispositif de verrouillage

Les connecteurs avec dispositif de verrouillage doivent satisfaire à l'IEC 61984:2008, 6.7.

6.11 Degré de protection IP

Un connecteur doit présenter un degré de protection conforme à l'IEC 60529, tel que spécifié par le fabricant.

NOTE Selon l'emplacement à bord du matériel roulant, différents degrés de protection IP minimaux sont spécifiés à l'Annexe B.

6.12 Rigidité diélectrique

Un connecteur doit supporter la tension d'essai spécifiée, de préférence la tension de tenue aux chocs (1,2/50 μ s) ou la tension de tenue en valeur efficace (50/60 Hz). Le connecteur doit supporter la tension d'essai spécifiée au Tableau 14, conformément à 7.12.

6.13 Endurance mécanique et électrique

Un connecteur doit satisfaire aux fonctionnements mécaniques sans charge électrique, comme spécifié par le fabricant.

Les nombres préférentiels de cycles de fonctionnement sont donnés au Tableau 2.

Tableau 2 – Nombre préférentiel de cycles de fonctionnement

Nombre préférentiel
10
50
100
200
500
1 000
2 000
5 000

Des valeurs différentes de celles indiquées au Tableau 2 peuvent être admises dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

L'endurance adaptée à l'application, en termes de nombre de cycles de fonctionnement, dépend des conditions de service attendues, c'est-à-dire du nombre de cycles de fonctionnement attendus au cours de sa durée de vie prévue à la conception, et des paramètres d'environnement qui peuvent réduire la durée de vie des matériaux. C'est la raison pour laquelle, dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur, des connecteurs destinés à être très peu manœuvrés peuvent être spécifiés (et conçus) pour un nombre limité d'opérations, alors que des connecteurs destinés à de nombreuses manipulations peuvent exiger des procédures d'entretien particulières, voire des programmes de remplacement.

6.14 Allègement de contrainte exercée sur le câble

Dans la mesure du possible, l'allègement de contrainte doit être adapté au câble à raccorder. La plage de diamètres de câble acceptables doit être spécifiée par le fabricant. Les exigences de traction et de torsion doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

La conformité est vérifiée par les essais des phases A7.1 et A7.2 du Tableau 5.

Des corps errants insérés pour obtenir le serrage du câble peuvent être utilisés, s'ils sont fixés dans le connecteur à l'état assemblé. Le serre-câble peut être composé de matériau isolant ou de métal. Les arêtes vives doivent être évitées pour ne pas endommager le câble. Si les serre-câbles sont en métal, les exigences spécifiques de l'IEC 61984:2008, 6.17 doivent s'appliquer.

6.15 Résistance mécanique

Un connecteur ne doit présenter aucun dommage susceptible de compromettre la sécurité après exposition à des contraintes mécaniques selon le programme d'essais.

Pour un connecteur assemblé pour l'usage final, les contacts doivent être maintenus de façon sûre dans l'alvéole.

Après exposition aux contraintes selon le programme d'essais, l'isolation interne ne doit pas présenter de détérioration susceptible de compromettre le fonctionnement normal.

L'essai doit être réalisé conformément au Tableau 5.

6.16 Vibrations et chocs

Les connecteurs doivent être en mesure de résister aux conditions de vibration environnementales normalement prévues pour les véhicules ferroviaires, comme spécifié dans l'IEC 61373:2010. Pour la classification des connecteurs en fonction de leur emplacement à bord, voir l'Annexe B.

L'essai doit être réalisé conformément au Tableau 10.

Pendant et après les essais d'endurance simulée et les essais de vibrations aléatoires, et après l'essai de chocs, le fonctionnement mécanique et électrique des connecteurs doit être maintenu.

6.17 Coordination de l'isolement

Les exigences de coordination de l'isolement doivent être spécifiées selon l'IEC 62497-1:2010 (Tableau A.4, PD1 à PD4) ou l'IEC 60664-1:2007, sauf accord contraire entre le fabricant et l'utilisateur.

La tension assignée de tenue aux chocs, la catégorie de surtension et le degré de pollution applicables doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur en fonction de l'utilisation prévue du connecteur.

NOTE Des informations supplémentaires peuvent être consultées dans l'IEC 62497-1:2010 ou l'IEC 60664-1:2007.

6.18 Classes de température

Un connecteur doit satisfaire aux valeurs supérieure et inférieure de la plage de températures spécifiée par le fabricant. Les valeurs préférentielles de température supérieure et inférieure sont données au Tableau 3.

Tableau 3 – Températures d'essais préférentielles

Température limite inférieure (LLT) Valeurs préférentielles
°C
–10
–25
–40
–55
Température limite supérieure (ULT) Valeurs préférentielles
°C
70
85
100
125

Une classe de température autre que celles mentionnées au Tableau 3 peut être admise dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

6.19 Échauffement

La somme de la température ambiante et de l'échauffement d'un connecteur ne doit pas dépasser la température limite supérieure.

La conformité doit être vérifiée par l'essai de 7.8.

6.20 Protection contre la corrosion

Les pièces métalliques doivent être conçues de sorte que la corrosion ne compromette pas leur fonctionnalité eu égard aux caractéristiques électriques et mécaniques.

La conformité doit être vérifiée par l'essai de 7.14.

Pour assurer la résistance à la corrosion, il convient que l'utilisateur veille à éviter une mauvaise utilisation des connecteurs (une manipulation inappropriée causant des dommages ou une usure mécanique à la couche protectrice des boîtiers ou à la métallisation de contact, une mauvaise installation des faisceaux de câbles, l'utilisation d'outils inadaptés, l'omission de bouchons ou de boîtes de repos qui restituent le degré de protection IP lorsque la pièce correspondante est manquante, par exemple). Toutes ces mauvaises utilisations conduiraient à une réduction importante de la résistance à la corrosion et à la défaillance prématurée des connecteurs électriques, impossibles à prévoir lors de la conception.

6.21 Exigences en matière de compatibilité électromagnétique (CEM)

Selon l'emplacement et la fonction du connecteur, l'efficacité de blindage des boîtiers de connecteurs doit être exigée dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur, le cas échéant. L'efficacité de blindage doit être soumise à l'essai conformément à l'IEC 60512-23-3:2000 ou à l'IEC 60512-23-4:2001, selon le cas.

NOTE Les connecteurs sont des composants passifs qui sont par nature insensibles aux perturbations électromagnétiques, rayonnées ou conduites. C'est le circuit dans lequel ils sont utilisés qui peut être source de perturbations rayonnées ou conduites ou être affecté par les perturbations émanant de son environnement électromagnétique. Les connecteurs font partie d'un système ou d'un sous-système. Les exigences en matière de compatibilité électromagnétique du matériel roulant ferroviaire décrites dans la série IEC 62236 peuvent uniquement être vérifiées pour des systèmes complets. En règle générale, l'élément sensible d'une installation de câblage est le blindage du câble et pas celui du connecteur.

6.22 Comportement au feu des matériaux et composants

Les exigences doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

NOTE 1 Voir également l'Annexe A, A.1.4 et l'Annexe B, Tableau B.1.

NOTE 2 Cela est dû aux différentes législations et exigences de prévention contre les incendies, liées aux caractéristiques et à la masse des matériaux combustibles utilisés dans les connecteurs électriques, comme les caractéristiques d'auto-extinction (indice d'inflammabilité au fil incandescent, caractéristiques d'inflammabilité), la toxicité des gaz, la densité et l'opacité des fumées.

6.23 Résistance aux produits chimiques actifs et aux liquides contaminants

Selon l'emplacement du connecteur (voir l'Annexe C), les exigences de résistance aux produits chimiques actifs et aux liquides contaminants doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

L'essai doit être réalisé conformément au Tableau 8, au Tableau 11 et à 7.17.

NOTE Cela est dû à la grande diversité des politiques en matière de produits chimiques actifs utilisés (pour le nettoyage des véhicules, par exemple) par les opérateurs ferroviaires dans différents pays, aux différentes compositions chimiques des carburants compte tenu des réglementations en vigueur inégales dans différents pays, et aux différences de niveau d'exposition aux contaminants selon le niveau de protection, l'emplacement dans le matériel roulant, le type de train et son utilisation.

6.24 Résistance à l'ozone

Selon l'emplacement du connecteur (voir l'Annexe B), les exigences relatives aux parties en caoutchouc des connecteurs doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur. Le cas échéant, la documentation des résultats de l'essai ISO 1431-1 réalisés sur le caoutchouc doit être exigée.

Les essais doivent être réalisés conformément au Tableau 13 et à 7.15.

6.25 Résistance aux UV

Selon l'emplacement du connecteur (voir l'Annexe C), les exigences relatives aux parties non métalliques exposées au soleil doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur. Le cas échéant, la documentation des résultats de l'essai ISO 4892-2 réalisé sur le matériau utilisé doit être exigée.

L'essai doit être réalisé conformément au Tableau 13 et à 7.16.

7 Essais

7.1 Vue d'ensemble

7.1.1 Généralités

Dans la présente Norme internationale, les essais sont des essais de type.

Les exigences de l'Article 6 doivent être généralement vérifiées en soumettant à essai le nombre approprié d'échantillons, en respectant les séquences d'essais ci-dessous, excepté pour certaines caractéristiques des connecteurs devant être considérées comme étant à soumettre à essai en proposant un rapport de performance par rapport à la norme pertinente exigée à l'Article 6 pour le matériau. Le Tableau 13 répertorie ces essais et les exigences correspondantes, faisant généralement l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur, en fonction de l'utilisation finale du connecteur.

7.1.2 Préconditionnement et préparation

Tous les échantillons d'essais doivent être préconditionnés (23 ± 5) °C et entre 45 % et 75 % d'humidité relative pendant 24 h avant le début de la séquence d'essais, conformément à l'IEC 60512-1.

Les organes de serrage à vis doivent être serrés selon le couple indiqué dans l'IEC 60999-1 et l'IEC 60999-2, sauf spécification contraire du fabricant.

Sauf spécification contraire dans le programme d'essais, tous les essais doivent être réalisés sur l'échantillon complètement assemblé conformément aux instructions du fabricant.

7.1.3 Conditions d'essais

Les essais doivent être réalisés dans les conditions atmosphériques normalisées de l'IEC 60068-1, sauf spécification contraire dans le programme d'essais.

Les essais doivent être réalisés dans l'ordre spécifié pour chaque groupe d'essais, en utilisant le nombre d'échantillons indiqué au Tableau 4. Pour chaque groupe d'essais, un ensemble distinct de nouveaux échantillons doit être utilisé.

Tableau 4 – Plan des échantillons exigés pour les essais

Groupe d'essais	Nombre d'échantillons
Groupe A: mécanique (voir Tableau 5)	1
Groupe B: durée de vie en service(voir Tableau 6)	3
Groupe C: thermique(voir Tableau 7)	1
Groupe D: climatique(voir Tableau 8)	1
Groupe E: degré de protection(voir Tableau 9)	2
Groupe F: vibrations et chocs(voir Tableau 10)	1
Groupe G: tenue aux fluides(voir Tableau 11)	^a
Groupe H: efficacité du blindage(voir Tableau 12)	1
Pour une série de connecteurs de même conception et de taille comparable, les essais peuvent être réalisés sur un seul échantillon de la série, qui représente le cas le moins favorable pour cet essai.	
^a Type et nombre de fluides selon accord entre le fabricant et l'utilisateur, 1 échantillon par fluide.	

Un échantillon est défini comme une paire de connecteurs ou des contacts séparés. Sauf spécification contraire, durant le programme d'essais l'état normal est "désaccouplé".

Si un essai doit être réalisé sur un contact séparé (des contacts à sertir, par exemple), au moins 3 échantillons doivent être utilisés.

Les contacts avec dispositif de verrouillage doivent être soumis à l'essai avec la pièce correspondante, pour permettre le verrouillage.

Les essais sur les extrémités doivent être réalisés sur trois extrémités par échantillon, si disponibles.

Les câbles utilisés pour les essais doivent satisfaire à la spécification du câble avec lequel l'utilisation du contact est prévue (série EN 50264, série EN 50306 et série EN 50382, par exemple) et les câbles utilisés doivent être notés dans le rapport d'essai.

L'extrémité de câble doit être conforme aux recommandations du fabricant de contacts.

Des précautions doivent être prises pour que les échantillons d'essais n'aient aucune influence les uns sur les autres (dans un caisson climatique, par exemple).

L'échantillon est considéré comme ne satisfaisant pas à la présente Norme internationale s'il échoue à plusieurs essais de n'importe quel groupe d'essais. Si l'échantillon échoue à un essai, cet essai et les précédents qui ont influencé le résultat doivent être répétés sur un nouvel échantillon, qui doit ensuite satisfaire à toute la série d'essais.

Pendant toute la durée de la séquence d'essais, un lubrifiant ou un autre moyen d'atteindre de meilleurs résultats d'essais ne doit pas être ajouté sur la surface d'essai. Toutefois, des résidus de lubrifiants d'usinage peuvent être admis sur les contacts.

7.2 Programme d'essais

Tableau 5 – Groupe A: essais mécaniques

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Exigences
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
A1				Un couvercle doit être enlevé, si cela est exigé.	Examen visuel et dimensionnel	1a, 1b	6.2; 6.8; 6.9; 6.15 Les dimensions doivent satisfaire à la spécification du fabricant.
A2	Durabilité du marquage		7.5	A l'œil nu.	Examen visuel	1a	Marquages selon 6.2.2
A3	Polarisation	13e		Force d'essai: 20 N ou 1,5 fois la force d'insertion, selon la valeur la plus élevée.			6.3; 6.8
					Examen visuel	1a	Pas de dommage susceptible de compromettre le fonctionnement.
A4	Dispositif de verrouillage		7.6				6.10
A5	Extrémités						6.6
A6	Rétention des contacts dans l'isolant	15a		La charge d'essai doit être égale à trois fois la force d'insertion spécifiée (accouplement) d'un contact ou à la force d'insertion spécifiée d'un contact plus 50 N, selon la valeur la moins élevée. La charge d'essai minimale ne doit pas être inférieure à 20 N.			6.15
					Examen visuel	1a	Pas de déplacement axial susceptible de compromettre le fonctionnement normal.
A7.1	Résistance des serre-câbles à la traction des câbles	17c		Avec des câbles ayant le plus grand et le plus petit diamètres adaptés au	Examen visuel	1a	6.14
A7.2	Résistance des serre-câbles à la torsion des câbles	17d		serrage spécifié par le fabricant. Un couvercle associé à la fixation du câble doit être monté comme spécifié.	Examen visuel	1a	6.14
A8	Résistance mécanique aux chocs	7b		Seulement sur les fiches. Hauteur de chute: – 750 mm pour les échantillons ≤ 250 g, – 500 mm pour les échantillons > 250 g. Cycles de chute: 8 Positions par paliers de 45°, un cycle par position.			6.15
					Examen visuel	1a	Les pièces utilisées pour la protection contre les chocs électriques ne doivent pas être endommagées. Les lignes de fuite et les distances d'isolement ne peuvent pas être réduites.

Tableau 6 – Groupe B: essais de durée de vie en service

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Exigences
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
B1	Mesure initiale			Courant d'essai: 1 A ou le courant assigné. Points de mesure: à l'extrémité. Trois contacts au maximum par échantillon, plus le contact de terre de protection, le cas échéant.	Résistance de contact	2a ou 2b	Valeur de référence pour mesure ultérieure.
B2	Fonctionnement mécanique	9a	7.9	Nombre de cycles de fonctionnement conformément à la spécification du fabricant.			6.13
					Examen visuel	1a	Aucun dommage qui pourrait compromettre l'utilisation normale ne doit se produire.
B3	Mesure finale			Conditions identiques à celles de la phase d'essai B1.	Résistance de contact	2a ou 2b	Pour une résistance de contact initiale inférieure ou égale à 10 mΩ: l'augmentation maximale admise doit être de 50 %. Pour une résistance de contact initiale supérieure à 10 mΩ: l'augmentation maximale admise est de 5 mΩ. La valeur la plus élevée peut être utilisée.
			7.12 a) ou b)	Conditions identiques à celles de la phase d'essai D6 du Tableau 8.	a) Tension de tenue aux chocs	IEC 62497-1 ou IEC 60664-1	6.12 Il ne doit y avoir ni claquage ni contournement
					b) Tension de tenue	4a	

Tableau 7 – Groupe C: essais thermiques

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Mesures à effectuer
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
C1	Échauffement	5a	7.8	Échantillon accouplé.			6.18 // 6.19 La température limite supérieure spécifiée ne doit pas être dépassée.

Tableau 8 – Groupe D: essais climatiques

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Exigences
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
D1	Mesure initiale			Échantillon accouplé. Courant d'essai: 1 A ou le courant assigné. Points de mesure ^a à l'extrémité. Trois contacts au maximum par échantillon, plus le contact de terre de protection, le cas échéant.	Résistance de contact	2a ou 2b	Valeur de référence pour mesure ultérieure.
D2	Froid	11j	6.18	Échantillon accouplé. Température d'essai: la température limite inférieure spécifiée pour l'échantillon Durée de l'essai: 2 h.			6.7
					Examen visuel	1a	Aucun dommage qui pourrait compromettre l'utilisation normale ne doit se produire.
D3	Chaleur sèche	11i	6.18	Échantillon accouplé. Température d'essai: la température limite supérieure spécifiée pour l'échantillon Durée de l'essai: 7 jours.			6.7
					Examen visuel	1a	Aucun dommage qui pourrait compromettre l'utilisation normale ne doit se produire
D4	Corrosion dans le flux de gaz mixte	11g	7.14	Essai 1 – Échantillon accouplé			6.20
	Alternative: essai au brouillard salin	11f	7.14	Essai 2 – Échantillon accouplé	Examen visuel	1a	Aucun dommage qui pourrait compromettre l'utilisation normale ne doit se produire.

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Exigences
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
D5	Mesure finale			Conditions identiques à celles de la phase d'essai D1.	Résistance de contact	2a ou 2b	Pour une résistance de contact initiale inférieure ou égale à 10 mΩ: l'augmentation maximale admise doit être de 50 %. Pour une résistance de contact initiale supérieure à 10 mΩ: l'augmentation maximale admise est de 5 mΩ. La valeur la plus élevée peut être utilisée.
D6	Rigidité diélectrique		7.12 a) ou b)	Échantillon accouplé. contact/contact contact/terre ^b	a) Tension de tenue aux chocs	IEC 62497-1:2010, 5.3 ou IEC 60664-1:2007	6.12 Il ne doit y avoir ni claquage ni contournement
				La tension d'essai (tension de tenue aux chocs ou tension de tenue en valeur efficace) selon le Tableau 14 doit être appliquée.	b) Tension de tenue	4a	

^a Points de mesure: sur les conducteurs, aussi près que possible de l'extrémité. Si cela n'est pas possible, la résistance du conducteur doit être recalculée.

^b Terre, au sens de parties métalliques hors tension (dispositifs de fixation/boîtiers/surfaces accessibles, par exemple).

Tableau 9 – Groupe E: essais du degré de protection

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Exigences
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
E1	Protection contre les chocs électriques		7.7	Connecteurs à enveloppe ouverte. Échantillon accouplé. Doigt d'essai ou sphère de 50 mm de Ø soumis(e) à une pression de 20 N contre les surfaces définies par le fabricant.			6.4 Aucune partie active ne doit être accessible.
			7.7	Connecteurs à enveloppe fermée. Échantillon accouplé et désaccouplé. Doigt d'essai soumis à une pression de 20 N contre les surfaces, sauf la face d'accouplement du connecteur mâle.			6.4 Les lignes de fuite et les distances d'isolement exigées doivent être respectées entre les parties actives et le doigt d'essai.
E2	Disposition en vue de la mise à la terre		7.13	Résistance entre les parties métalliques accessibles et le contact de terre.			6.5
E3	Degré de protection Code IP		7.7	Code IP comme spécifié par le fabricant.			6.11
E4	Rigidité diélectrique		7.12 a) ou b)	Connecteurs à enveloppe fermée uniquement. Tension d'essai appliquée entre toutes les parties actives connectées ensemble et la surface accessible.	a) tension de tenue aux chocs	IEC 62497-1:2010, 5.3 ou IEC 60664-1:2007	6.12 Il ne doit y avoir ni claquage ni contournement
					b) Tension de tenue	4a	

Tableau 10 – Groupe F: essais de vibrations et de chocs

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Exigences
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
F1	Essais d'endurance aux vibrations aléatoires à des niveaux élevés		IEC 61373:2010, Article 9	Tous les contacts câblés en série et surveillés pour les microcoupures. Selon la classification de l'emplacement de montage prévu (voir l'Annexe B): – catégorie 1 (montage sur caisse) – classe A – catégorie 1 (montage sur caisse) – classe B – catégorie 2 (montage sur bogie)			6.16
					Perturbation de contact	2e	Microcoupure $\leq 1 \mu s$
					Examen visuel	1a	Pas de dommage susceptible de compromettre le fonctionnement.
F2	Chocs		IEC 61373:2010, Article 10	Connecteurs accouplés. Selon la classification de l'emplacement de montage prévu (voir l'Annexe B): – catégorie 1 (montage sur caisse) – classe A – catégorie 1 (montage sur caisse) – classe B – catégorie 2 (montage sur bogie)			6.16
					Examen visuel	1a	Pas de dommage susceptible de compromettre le fonctionnement.

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Exigences
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
F3	Essai de vibrations aléatoires		IEC 61373:2010, Article 8	Connecteurs accouplés, tous les contacts câblés en série et surveillés pour les microcoupures. Selon la classification de l'emplacement de montage prévu (voir l'Annexe B): – catégorie 1 (montage sur caisse) – classe A – catégorie 1 (montage sur caisse) – classe B – catégorie 2 (montage sur bogie)			6.16
					Perturbation de contact	2e	Microcoupure ≤ 1 μs
					Examen visuel	1a	Pas de dommage susceptible de compromettre le fonctionnement.
F4	Rigidité diélectrique		7.12 a) ou b)	Échantillon accouplé. contact/contact contact/terre ^a	a) tension de tenue aux chocs	IEC 62497-1:2010, 5.3 ou IEC 60664-1:2007	6.12 Il ne doit y avoir ni claquage ni contournement.
				La tension d'essai (tension de tenue aux chocs ou tension de tenue en valeur efficace) selon le Tableau 14 doit être appliquée.	b) tension de tenue	4a	Il ne doit y avoir ni claquage ni contournement, et un courant de fuite maximal admissible de 2 mA.
^a Terre, au sens de parties métalliques hors tension (dispositifs de fixation/boîtiers/surfaces accessibles, par exemple).							

Tableau 11 – Groupe G: essais de tenue aux fluides

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Exigences
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
G1	Tenue aux fluides	19c		Connecteurs accouplés et/ou désaccouplés. Pour les connecteurs soumis à essai désaccouplés, il convient d'obtenir un accord entre le fabricant et l'utilisateur.			6.23
G2					Forces d'accouplement et de désaccouplement.	13a	Pas de dommage susceptible de compromettre le fonctionnement.
G3				Points de mesure ^a	Résistance de contact – méthode du niveau des millivolts ou méthode de courant d'essai spécifiée.	2a ou 2b	Pour une résistance de contact initiale inférieure ou égale à 10 mΩ: l'augmentation maximale admise doit être de 50 %. Pour une résistance de contact initiale supérieure à 10 mΩ: l'augmentation maximale admise est de 5 mΩ. La valeur la plus élevée peut être utilisée.
G4					Résistance d'isolement.	3a	
G5	Rigidité diélectrique			Échantillon accouplé. Contact/contact contact/terre ^b	a) Tension de tenue aux chocs	IEC 62497-1:2010, 5.3 ou IEC 60664-1:2007	6.12 Il ne doit y avoir ni claquage ni contournement.
				La tension d'essai (tension de tenue aux chocs ou tension de tenue en valeur efficace) selon le Tableau 14 doit être appliquée	b) Tension de tenue	4a	Il ne doit y avoir ni claquage ni contournement, et un courant de fuite maximal admissible de 2 mA.
G6				Échantillon désaccouplé.	Rétention de contact dans l'isolant.	15a	
G7				Échantillon désaccouplé.	Rétention de l'isolant dans le boîtier (axial).	15b	

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Exigences
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
G8				Accouplé et désaccouplé.	Examen visuel.	1a	Pas de dommage susceptible de compromettre le fonctionnement. Le marquage doit être indélébile et facilement lisible.
^a Points de mesure: sur les conducteurs, aussi près que possible de l'extrémité. Si cela n'est pas possible, la résistance du conducteur doit être recalculée. ^b Terre, au sens de parties métalliques hors tension (dispositifs de fixation/boîtiers/surfaces accessibles, par exemple).							

Tableau 12 – Groupe H: essais de l'efficacité du blindage

1	2	3	4	5	6	7	8
Phase d'essais	Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	Essai selon	Sévérité ou conditions	Mesures à effectuer		Exigences
					Désignation ou titre	IEC 60512 – Essai n°	
H1	Efficacité du blindage ou	23c		Connecteurs accouplés.			6.21
	Impédance de transfert efficace	23g		Selon la classification de l'emplacement de montage prévu (voir l'Annexe B).			

7.3 Essais sur les matériaux

Tableau 13 – Essais sur les matériaux

Désignation	Article	Norme applicable	Conditions d'essai	Exigences
Comportement au feu des matériaux et composants	6.22	A convenir entre le fabricant et l'utilisateur.	A convenir entre le fabricant et l'utilisateur.	A convenir entre le fabricant et l'utilisateur.
Résistance à l'ozone	6.24	ISO 1431-1	ISO 1431-1:2012, méthode B – Durée de l'essai: 24 h, 500 ppb ^a , température: 40 °C, allongement: 20 %.	Examen visuel. Aucune craquelure ne doit apparaître.
Résistance aux UV	6.25	ISO 4892-2	ISO 4892-2:2013, méthode A – Cycle n° 1.	A convenir entre le fabricant et l'utilisateur.
^a ppb = parties d'ozone par milliard de parties d'air en volume.				

7.4 Examen visuel

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 60512-1-1:2002 (essai 1a).

Tous les connecteurs et tous les contacts doivent être examinés réalisés à l'œil nu (avec une vue normale ou corrigée et une bonne perception des couleurs, à la distance la plus favorable et avec un éclairage correct).

L'examen visuel doit permettre de vérifier l'identification, l'apparence, la qualité et la finition de chaque élément par rapport à la spécification du produit.

Pour les extrémités de câble par sertissage, l'isolant et le conducteur doivent être visibles entre le sertissage du conducteur et le support isolant sur les contacts mâle et femelle (voir l'IEC 60352-2). Les conducteurs doivent dépasser du sertissage, mais ne doivent pas gêner la pièce d'accouplement. Tous les brins doivent être prisonniers du sertissage du conducteur. Les brins ne doivent pas être endommagés.

Pour les autres types d'extrémités de câble, il ne doit y avoir aucune altération visible.

Pendant l'examen visuel des connecteurs, et pour tous les groupes d'échantillons d'essais, il faut veiller tout particulièrement à ce qu'aucune craquelure, décoloration, déformation ou (lorsque cela est applicable) entrée d'eau ne soit mise en évidence. Il s'agit d'une exigence minimale.

7.5 Durabilité du marquage

L'essai de la durabilité du marquage doit être réalisé comme un essai sous pluie selon l'essai Xb (effacement des marquages) de l'IEC 60068-2-70:1995. Le piston d'essai de taille 1 doit être utilisé et le liquide d'essai doit être l'eau. Une force de 5 N doit être appliquée pendant une durée de 10 cycles.

Après l'essai, le marquage doit être encore lisible.

7.6 Dispositif de verrouillage

Les connecteurs munis d'un dispositif de verrouillage doivent être soumis à l'essai prescrit en 7.3.4 de l'IEC 61984:2008.

7.7 Protection contre les chocs électriques

Pour les connecteurs à enveloppe ouverte, à l'exception de ceux classés IP00, la protection contre les chocs électriques doit être soumise à essai avec la sonde d'essai indiquée par le fabricant, sans tenir compte des distances d'isolement et des lignes de fuite.

Les connecteurs à enveloppe fermée doivent être soumis à essai avec le doigt d'essai IEC en tenant compte des distances d'isolement et des lignes de fuite entre les parties actives et le doigt d'essai.

Cela ne s'applique pas aux ouvertures de contact dont les distances d'isolement et les lignes de fuite sont ignorées.

Si le fabricant annonce un code IP supérieur à IP20, les essais appropriés doivent être effectués, conformément à l'IEC 60529.

7.8 Échauffement

L'essai doit être réalisé comme spécifié dans l'IEC 60512-5-1:2002, essai 5a, dans les conditions d'essais ci-dessous.

L'essai doit être réalisé avec des connecteurs accouplés fil à fil et des connecteurs raccordés sur l'appareil, en utilisant des pièces réelles ou simulées, de section de câble maximale admise par le contact.

Les échantillons d'essais doivent être raccordés à des câbles d'une longueur de (250 ± 25) mm pour une section $\leq 10 \text{ mm}^2$ et d'une longueur de (500 ± 50) mm pour une section $> 10 \text{ mm}^2$.

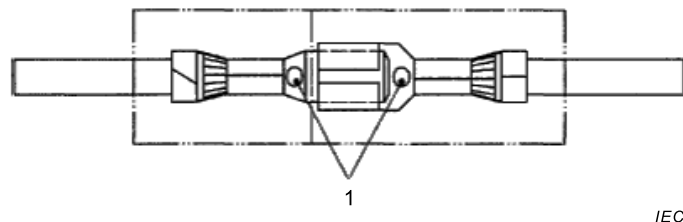
La longueur de chaque partie de fil raccordant deux contacts doit donc être égale à deux fois la longueur indiquée ci-dessus, c'est-à-dire (500 ± 50) mm pour les sections $\leq 10 \text{ mm}^2$ et $(1\,000 \pm 100)$ mm pour les sections $> 10 \text{ mm}^2$.

Des précautions particulières doivent être prises pour protéger les échantillons d'essais des courants d'air et des refroidissements artificiels (un thermocouple, par exemple).

Les contacts à mesurer doivent être ceux qui atteignent la température stabilisée la plus élevée. La Figure 4 présente la zone de mesure pour les connexions serties.

L'essai doit être réalisé avec un courant choisi dans la courbe de courant admissible (voir l'IEC 60512-5-2) en fonction de la température d'essai.

La température des contacts et la température ambiante doivent être mesurées et enregistrées après avoir établi l'équilibre thermique.



Légende

1 zones de mesure types

Figure 4 – Échantillon d'essai pour l'essai d'échauffement

Il convient de ne pas utiliser l'échauffement comme guide pour évaluer la capacité du connecteur à fonctionner à des températures ambiantes élevées.

7.9 Fonctionnement mécanique

Cet essai a pour objet de déterminer l'endurance au fonctionnement mécanique d'un connecteur dans son mode de fonctionnement normal, sans charge électrique. L'essai doit être réalisé selon l'essai 9a de l'IEC 60512-5:1992, dans les conditions suivantes, sauf spécification contraire.

Conditions d'essais:

Les échantillons doivent être accouplés et désaccouplés par le biais d'un dispositif simulant les conditions normales d'utilisation. La préparation et l'assemblage de l'échantillon de l'éprouvette doivent être réalisés comme pour une utilisation normale.

Le type et la section du câble/fil à utiliser doivent être spécifiés par le fabricant.

Le nombre de cycles de fonctionnement doit être spécifié par le fabricant. Les valeurs préférentielles sont indiquées au Tableau 2.

La vitesse d'insertion et d'extraction doit être d'environ 0,01 m/s, avec une pause en position désaccouplée d'environ 30 s.

7.10 Vibrations et chocs

L'essai de vibrations et de chocs doit être réalisé selon la méthode appropriée de l'IEC 61373:2010.

Selon l'Article 5 de l'IEC 61373:2010, les essais peuvent être ordonnés de la manière suivante:

- essais d'endurance simulée verticaux, transversaux et longitudinaux à des niveaux de vibrations aléatoires augmentés;
- essais de chocs verticaux, transversaux et longitudinaux;
- essais fonctionnels aléatoires verticaux, transversaux et longitudinaux.

La séquence d'essais peut être modifiée pour limiter les manipulations. Les essais de performance doivent être effectués avant et après les essais d'endurance simulée, alors qu'ils doivent être effectués pendant les essais fonctionnels aléatoires.

Les essais de performance des connecteurs peuvent être:

- microcoupure du contact $\leq 1 \mu\text{s}$ (pendant l'essai fonctionnel),
- essai de rigidité diélectrique (après l'essai fonctionnel),
- examen visuel (après l'essai fonctionnel).

7.11 Mesures des lignes de fuite et des distances d'isolement

Les distances d'isolement et les lignes de fuite doivent être mesurées selon l'IEC 62497-1:2010 ou l'IEC 60664-1:2007, avec les exigences supplémentaires suivantes.

Les distances d'isolement et les lignes de fuites sur les surfaces accessibles doivent être uniquement mesurées en position accouplée.

La surface d'un connecteur à enveloppe ouverte intégré dans un équipement ou un dispositif ne doit pas être considérée comme étant accessible, sauf indication contraire du fabricant.

7.12 Rigidité diélectrique

Si le fabricant spécifie une tension assignée de tenue aux chocs, l'essai a) doit être utilisé. Dans le cas contraire, l'essai b) doit être utilisé.

a) Essai de tension de tenue aux chocs

L'essai de tension de tenue aux chocs doit être réalisé avec une tension sinusoïdale de 1,2/50 μs selon l'IEC 60060-1:2010, avec trois impulsions de chaque polarité et un intervalle d'au moins 1 s entre les impulsions. Il convient que l'impédance de sortie du générateur de choc ne dépasse pas 500 Ω . La tension d'essai doit être celle donnée par le Tableau 14.

Tableau 14 – Tensions d'essais

Tension assignée de tenue aux chocs kV	Tensions d'essais		
	Tension de tenue aux chocs ^a		Tension de tenue en valeur efficace kV (50/60 Hz)
	À 2 000 m kV (1,2/50 µs)	Au niveau de la mer kV (1,2/50 µs)	
0,5	0,5	0,55	0,37
0,8	0,8	0,91	0,50
1,5	1,5	1,75	0,84
2,5	2,5	2,95	1,39
4	4	4,8	2,21
6	6	7,3	3,31
8	8	9,8	4,26
12	12	14,8	6,6

^a Voir l'IEC 62497-1:2010, Tableau A.1 ou l'IEC 60664-1:2007, Tableau F.1 pour plus d'informations. Si le laboratoire d'essais est situé entre le niveau de la mer et une altitude de 2 000 m, il peut y avoir une interpolation de la tension de tenue aux chocs.

b) Tension de tenue (essai 4a de l'IEC 60512-4-1:2003)

L'essai de tension de tenue doit être réalisé en appliquant une tension de tenue en valeur efficace spécifiée au Tableau 14, selon l'essai 4a de l'IEC 60512-4-1:2003. L'essai doit durer 1 min.

7.13 Résistance entre les parties métalliques accessibles et le contact de terre de protection

Pour les connecteurs équipés d'un contact de terre de protection, l'IEC 61984:2008, 7.3.13 doit s'appliquer.

7.14 Essai de corrosion

Pour soumettre à essai la résistance des contacts à l'influence d'une atmosphère corrosive, l'une des deux méthodes suivantes doit être choisie. Dans les deux cas, les échantillons doivent être accouplés.

Essai 1: Essai de corrosion dans un flux de mélange de gaz, selon l'essai 11g de l'IEC 60512-11-7:2003, avec le choix entre la méthode 1 et la méthode 4 (voir le Tableau 1 de l'IEC 60512-11-7:2003).

La durée de l'essai doit être conforme à celle donnée au Tableau B.1.

Essai 2: Essai de brouillard salin, avec projection continue, selon l'essai 11f de l'IEC 60512-11-6:2002.

La durée de l'essai doit être conforme à celle donnée au Tableau B.1.

Les essais doivent être choisis après accord entre le fabricant et l'utilisateur.

Pour les connecteurs utilisés dans des applications en extérieur et non protégés contre les intempéries, la durée de l'essai doit être conforme à celle donnée au Tableau B.1.

7.15 Résistance à l'ozone (ISO 1431-1)

La conformité doit être vérifiée conformément au Tableau 13.

7.16 Résistance aux UV (ISO 4892-2:2013)

La conformité doit être vérifiée conformément au Tableau 13.

7.17 Tenue aux fluides (IEC 60512-19-3:1997)

La conformité doit être vérifiée conformément au Tableau 11 (essai 19c de l'IEC 60512-19-3:1997).

Annexe A (informative)

Caractéristiques supplémentaires à convenir entre le fabricant et l'utilisateur

A.1 Informations supplémentaires à fournir à la demande de l'utilisateur

A.1.1 Généralités

Le fabricant et l'utilisateur doivent convenir des caractéristiques appropriées à l'utilisation du connecteur. Il convient de porter une attention particulière aux caractéristiques données en A.1.2 à A.1.5.

A.1.2 Caractéristiques géométriques

Dimensions hors tout

Disposition des contacts

Gamme de conducteurs qui peuvent être raccordés

Diamètre extérieur maximal du câble monoconducteur

Informations de montage (découpe de panneau, zone d'accès)

Gamme d'accessoires de câble

Type de contact

A.1.3 Caractéristiques électriques

Courant assigné du connecteur

Courant assigné de chaque type de contact

Courbes de taux de réduction selon l'IEC 60512-5-2

Tension assignée

Lignes de fuite

Distances d'isolement (connecteur accouplé)

Tension assignée de tenue aux chocs

Tension de rigidité diélectrique

Résistance d'isolement

Résistance de contact

Efficacité du blindage selon l'IEC 60512-23-3:2001

Impédance de transfert efficace selon l'IEC 60512-23-7

A.1.4 Caractéristiques environnementales

Catégorie climatique

Degré IP de protection selon l'IEC 60529 (si applicable)

Classification de comportement au feu selon les normes ou règlements appropriés (l'EN 45545, par exemple)

Résistance à la corrosion (brouillard salin) selon l'IEC 60512-11-6:2002

Résistance aux produits chimiques actifs et aux fluides contaminants selon l'IEC 60512-19-3:1997

Résistance à l'ozone selon l'ISO 1431-1

Résistance aux UV selon l'ISO 4892-2:2013

A.1.5 Caractéristiques mécaniques

Tenue aux vibrations selon l'IEC 61373:2010

Tenue aux chocs selon l'IEC 61373:2010

Forces d'accouplement et de désaccouplement selon l'IEC 60512-13-1

Rétention de contact dans l'isolant, selon l'IEC 60512-15-1, essai 15a (si applicable)

Rétention de l'isolant dans le boîtier selon l'IEC 60512-15-2, essai 15b (axial) et l'IEC 60512-15-3, essai 15c (torsion) (si applicable)

Codage et clavetage

Nombre de cycles d'accouplement

Contacts protégés (scoop-proof) selon l'IEC 60512-1-4 (si applicable)

Extrémité et méthodes de connexion

A.2 Informations pour la réalisation d'essais supplémentaires

Groupe de matériau isolant (valeur de l'indice de résistance au cheminement)

Nature de la tension d'alimentation (courant alternatif ou courant continu).

Spécifications particulières, si disponibles

Annexe B (normative)

Sévérité des conditions de service selon l'emplacement dans le matériel roulant (obligatoire)

La sévérité des conditions de service selon l'emplacement dans le matériel roulant est présentée au Tableau B.1.

**Tableau B.1 – Sévérité minimale des conditions de service
selon l'emplacement dans le matériel roulant**

		Emplacement du connecteur à bord du matériel roulant ^a						
Définition	Norme	1	2	3	4	5	6	7
Catégorie de surtension	IEC 62497-1:2010	OV2	OV2	OV2	OV2	OV2	OV2	OV2
Degré de pollution	IEC 62497-1:2010	PD2	PD2	PD3	PD3	PD3	PD3	PD3
Degré de protection IP	IEC 60529:1989 + AMD1:1999 + AMD2:2013	^b	IP2X ^b	IP65	IP66	IP66	IP66	IP66
Vibrations et chocs	IEC 61373:2010	Catégorie 1B ^c	Catégorie 1B	Catégorie 1B	Catégorie 1B	Catégorie 1B	Catégorie 2	Catégorie 3
Corrosion – mélange de gaz ^d	IEC 60512-11-7:2003	Méthode 1 ou méthode 4 – 4 jours	Méthode 1 ou méthode 4 – 4 jours	Méthode 1 ou méthode 4 – 4 jours	Méthode 1 ou méthode 4 – 4 jours	Méthode 1 ou méthode 4 – 4 jours	Méthode 1 ou méthode 4 – 4 jours	Méthode 1 ou méthode 4 – 4 jours
ou Corrosion – brouillard salin ^d	IEC 60512-11-6:2002	96 h	96 h	96 h	240 h	240 h	240 h	240 h
Résistance à l'ozone ^e	ISO 1431-1:2012	NON ^g	NON	OUI ^e	OUI ^e	OUI ^e	OUI ^e	OUI ^e
Feu, fumées et toxicité		OUI ^f	OUI ^f	OUI ^f	OUI ^f	OUI ^f	OUI ^f	OUI ^f

^a Emplacement classique des connecteurs à bord du matériel roulant selon la Figure 3.

^b Les exigences appropriées de l'IEC 61991 s'appliquent.

^c Niveaux de chocs en fonction de l'installation sur le bogie ou la caisse.

^d Voir 7.14 pour le choix de l'essai.

^e Uniquement pour les joints, soufflets/tétines des pièces en caoutchouc et en plastique utilisées en extérieur.

^f Les normes nationales ou régionales s'appliquent jusqu'à l'entrée en vigueur d'une Norme internationale. Noter qu'en Europe l'EN 45545 s'applique.

^g Oui, en cas de commutation de puissance (voir le Tableau 1).

Annexe C (informative)

Sévérité des conditions de service selon l'emplacement dans le matériel roulant (facultatif)

Le Tableau C.1 décrit les conditions macro-environnementales du matériel roulant et pas nécessairement les exigences relatives aux connecteurs.

**Tableau C.1 – Sévérité minimale des conditions de service
selon l'emplacement dans le matériel roulant**

		Emplacement du connecteur à bord du matériel roulant ^a						
Définition	Norme	1	2	3	4	5	6	7
Résistance aux UV	ISO 4892-2:2013	NON	NON	NON	OUI ^b	OUI ^b	OUI ^b	OUI ^b
Tenue aux fluides	IEC 60512-19-3:1997	NON	NON	OUI ^c	OUI ^c	OUI ^c	OUI ^c	OUI ^c
^a Emplacement classique des connecteurs à bord du matériel roulant selon la Figure 3. ^b Uniquement pour les pièces en caoutchouc et en plastique exposées. ^c Les exigences sont à convenir entre le fabricant et l'utilisateur en raison de la grande diversité des conditions environnementales et des produits chimiques actifs (les détergents, par exemple) ou des fluides contaminants (le soufre contenu dans le carburant diesel, par exemple) utilisés par les différents opérateurs ferroviaires dans les différents pays.								

Bibliographie

IEC 60050-811, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 811: Traction électrique*

IEC 60050-826, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Partie 826: Installations électriques*

IEC 60068-2-31:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

IEC 60068-2-52:1996, *Essais d'environnement – Partie 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

IEC 60068-2-78:2012, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60077-1, *Applications ferroviaires – Équipements électriques du matériel roulant – Partie 1: Conditions générales de service et règles générales*

IEC 60077-2:1999 *Applications ferroviaires – Équipements électriques du matériel roulant – Partie 2: Composants électrotechniques – Règles générales*

IEC 60352-1:1997, *Connexions sans soudure – Partie 1: Connexions enroulées – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique*

IEC 60512-1-2:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 1-2: Examen général – Essai 1b: Examen de dimension et masse*

IEC 60512-1-4:1997, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques; procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 1: Généralités – Section 4: Essai 1d: Efficacité de la protection des contacts (scoop-proof)*

IEC 60512-2-1, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 2-1: Essais de continuité électrique et de résistance de contact – Essai 2a: Résistance de contact – Méthode du niveau des millivolts*

IEC 60512-2-2:2003, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 2-2: Essais de continuité électrique et de résistance de contact – Essai 2b: Résistance de contact – Méthode du courant d'essai spécifié*

IEC 60512-2-5:2003, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 2-5: Essais de continuité électrique et de résistance de contact – Essai 2e: Perturbation de contact*

IEC 60512-3-1:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 3-1: Essais d'isolement – Essai 3a: Résistance d'isolement*

IEC 60512-5:1992, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques; procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 5: Essais d'impact (composants libres), essais sous charge statique (composants fixes), essais d'endurance et essais de surcharge*

IEC 60512-5-2:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 5-2: Essais de courant limite – Essai 5b: Taux de réduction de l'intensité en fonction de la température*

IEC 60512-6:1984, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques; procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 6: Essais climatiques et essais de soudure*

IEC 60512-7:1993, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques; procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 7: Essais de fonctionnement mécanique et essais d'étanchéité*

IEC 60512-9:1992, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques; procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 9: Essais divers*

IEC 60512-11-2:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-2: Essais climatiques – Essais 11b: Essai combiné séquentiel de froid, basse pression atmosphérique et chaleur humide*

IEC 60512-11-3:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-3: Essais climatiques – Essais 11c: Essai continu de chaleur humide*

IEC 60512-11-4:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-4: Essais climatiques – Essais 11d: Variations rapides de température*

IEC 60512-11-9:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-9: Essais climatiques – Essais 11i: Chaleur sèche*

IEC 60512-11-10:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-10: Essais climatiques – Essais 11j: Froid*

IEC 60512-13-1:2006, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 13-1: Essais de fonctionnement mécanique – Essai 13a: Forces d'accouplement et de désaccouplement*

IEC 60512-15-1, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 15-1: Essais (mécaniques) des connecteurs – Essai 15a: Rétention des contacts dans l'isolant*

IEC 60512-15-2, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 15-2: Essais (mécaniques) des connecteurs – Essai 15b: Rétention de l'isolant dans le boîtier (axial)*

IEC 60512-15-3, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 15-3: Essais (mécaniques) des connecteurs – Essai 15c: Rétention de l'isolant dans le boîtier (torsion)*

IEC 60512-23-7:2005, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 23-7: Essais d'écrantage et de filtrage – Essai 23g: Impédance de transfert efficace des connecteurs*

IEC 60571, *Applications ferroviaires – Équipements électroniques utilisés sur le matériel roulant*

IEC 60850, *Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des réseaux de traction*

IEC 61140:2001, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 62236 (toutes les parties), *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique*

IEC 62498-1:2010, *Applications ferroviaires – Conditions d'environnement pour le matériel – Partie 1: Équipement embarqué du matériel roulant*

ISO 6988:1985, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques – Essai au dioxyde de soufre avec condensation générale de l'humidité*

EN 45545, *Applications ferroviaires – Protection contre les incendies dans les véhicules ferroviaires*

EN 45545-1, *Applications ferroviaires – Protection contre les incendies dans les véhicules ferroviaires – Partie 1: Généralités*

EN 45545-5, *Applications ferroviaires – Protection contre les incendies dans les véhicules ferroviaires – Partie 5: Exigences de sécurité incendie pour l'équipement électrique, y compris celui des trolleybus, des autobus guidés et des véhicules à sustentation magnétique*

EN 50264-1:2008, *Applications ferroviaires – Câbles de puissance et de contrôle à comportement au feu spécifié pour matériel roulant ferroviaire – Partie 1: Prescriptions générales*

EN 50264-2-1, *Applications ferroviaires – Câbles de puissance et de contrôle à comportement au feu spécifié pour matériel roulant ferroviaire – Partie 2-1: Câbles à enveloppe isolante réticulée – Câbles monoconducteurs*

EN 50264-2-2, *Applications ferroviaires – Câbles de puissance et de contrôle à comportement au feu spécifié pour matériel roulant ferroviaire – Partie 2-2: Câbles à enveloppe isolante réticulée – Câbles multiconducteurs*

EN 50264-3-1, *Applications ferroviaires – Câbles de puissance et de contrôle à comportement au feu spécifié pour matériel roulant ferroviaire – Partie 3-1: Câbles à enveloppe isolante réticulée de faibles dimensions – Câbles monoconducteurs*

EN 50264-3-2, *Applications ferroviaires – Câbles de puissance et de contrôle à comportement au feu spécifié pour matériel roulant ferroviaire – Partie 3-2: Câbles à enveloppe isolante réticulée de faibles dimensions – Câbles multiconducteurs*

EN 50306-1:2002, *Applications ferroviaires – Câbles pour matériel roulant ferroviaire ayant des performances particulières de comportement au feu – Isolation mince – Partie 1: Prescriptions générales*

EN 50306-2:2002, *Applications ferroviaires – Câbles pour matériel roulant ferroviaire ayant des performances particulières de comportement au feu – Isolation mince – Partie 2: Câbles monoconducteurs*

EN 50306-3:2002, *Applications ferroviaires – Câbles pour matériel roulant ferroviaire ayant des performances particulières de comportement au feu – Isolation mince – Partie 3: conducteurs et câbles blindés (paires, tierces et quartes) avec gaine d'épaisseur mince*

EN 50306-4:2002, *Applications ferroviaires – Câbles pour matériel roulant ferroviaire ayant des performances particulières de comportement au feu – Isolation mince – Partie 4: Câbles multiconducteurs et multipaires avec gaine d'épaisseur normale*

EN 50343:2003, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Règles d'installation du câblage*

EN 50382-1:2008, *Applications ferroviaires – Câbles pour matériel roulant ferroviaire ayant des performances particulières de comportement au feu – Partie 1: Prescriptions générales*

EN 50382-2:2008, *Applications ferroviaires – Câbles pour matériel roulant ferroviaire ayant des performances particulières de comportement au feu – Partie 2: Câbles monoconducteurs isolés au silicone pour 120 °C ou 150 °C*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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